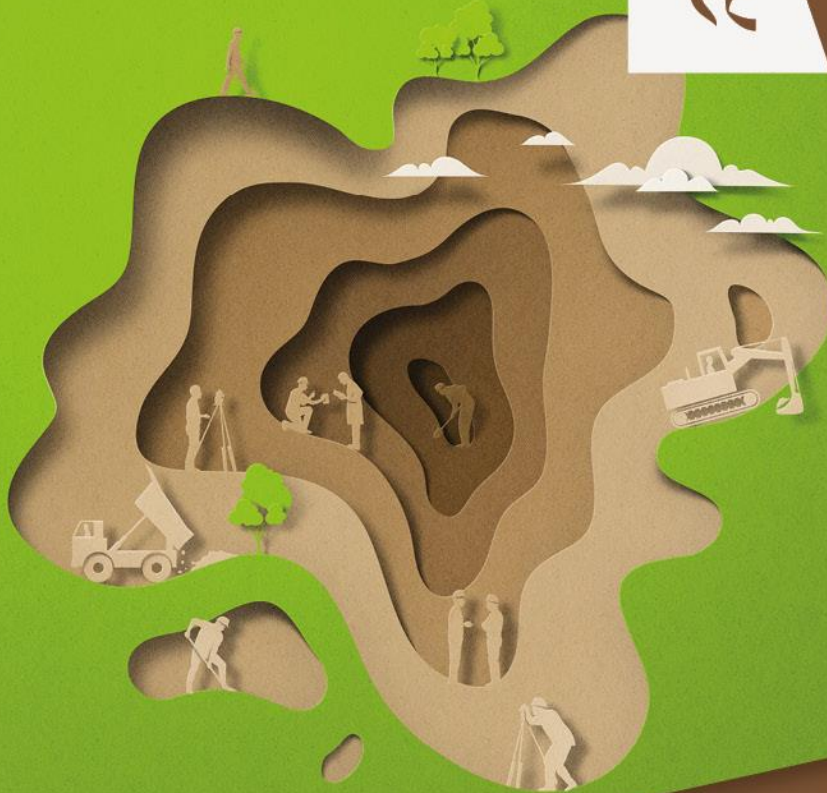




Vlaanderen
is materiaalbewust



EVALUATIE EN BIJSTELLING METHODIEK UITLOGING OM VERSPREIDINGSRISICO'S VAN PFAS TE BEOORDELEN

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

OVAM.VLAANDEREN.BE



EVALUATIE EN BIJSTELLING
METHODIEK UITLOGING OM
VERSPREIDINGSRISICO'S VAN
PFAS TE BEOORDELEN

publicatiedatum / 15.12.2023



DOCUMENTBESCHRIJVING

- | | |
|--|---|
| 1 <i>Titel van publicatie:</i>
Evaluatie en bijstelling methodiek uitloging
om verspreidingsrisico's van PFAS te
beoordelen | 2 <i>Verantwoordelijke Uitgever:</i>
OVAM |
| 3 <i>Wettelijk Depot nummer:</i> n.v.t. | 4 <i>Trefwoorden:</i>
PFAS, uitloging, verspreidingsrisico |
| 5 <i>Samenvatting:</i>
Eens PFAS in de bodem terecht komen, kunnen ze uitlogen en aldus een verspreidingsrisico
vormen naar grond- en oppervlaktewater. De uitgevoerde studie heeft aangetoond dat
F-LEACH op dit moment nog steeds een geschikte tool is om de risico-inschatting uitloging van
PFAS uit te voeren. De belangrijkste onzekerheden in het uitvoeren van de risico-analyse
situeren zich op het vlak van de karakterisatie van de PFAS-concentraties ter plaatse en het
bepalen van de Kd-waarden in uitloogtesten. | |
| 6 <i>Aantal bladzijden:</i> 160 | 7 <i>Aantal tabellen en figuren:</i> 24 / 34 |
| 8 <i>Datum publicatie:</i>
2023 | 9 <i>Prijs*:</i> / |
| 10 <i>Begeleidingsgroep en/of auteur:</i>
Ilse Van Keer, Michiel Maertens, Ingeborg
Joris, Johan Vos (VITO, auteurs), Sam
Fonteyne, Kristel Declercq, Griet Van
Gestel, Johan Ceenaeme, Dirk Dedecker,
Katrien Monsieurs, Luc Debaene (OVAM). | 11 <i>Contactpersonen:</i>
Griet Van Gestel, Sam Fonteyne |
| 12 <i>Andere titels over dit onderwerp:</i> / | |

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:

ovam.vlaanderen.be

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

1	INLEIDING.....	8
2	LITERATUURSTUDIE.....	10
2.1	PFAS-retentie in de onverzadigde zone	10
2.1.1	Chemische opbouw van de PFAS	10
2.1.2	Overzicht retentieprocessen	11
2.1.3	Impact van omgevingsvariabelen op PFAS-retentie	15
2.2	Modellering van PFAS-transport in de onverzadigde zone	18
2.2.1	Retentie-model	18
2.2.2	Numerieke modellen voor PFAS-transport	19
2.3	Conclusies	22
3	BEPERKTE VELDSTUDIE	23
3.1	Keuze sites	23
3.1.1	Campus Vesta te Ranst	23
3.1.2	Willebroek	28
3.2	Bodem- en grondwaterstaalname	32
3.2.1	Bijkomend veldwerk	32
3.2.2	Gemetene concentraties	35
3.3	Schudtesten en kolomproeven	41
3.3.1	Opzet	41
3.3.2	Resultaten & Discussie	47
4	EVALUATIE TOEPASBAARHEID F-LEACH.....	59
4.1	Evaluatie toepassing Hydrus met PFAS-module	59
4.1.1	Modelbeschrijving Hydrus PFAS-module	60
4.1.2	Uitgevoerde simulaties	61
4.1.3	Resultaten Hydrus: sensitiviteitsanalyses en toetsing cases / veldstudie	62
4.2	Hydrus-PFAS versus F-Leach	70
4.2.1	Scenario's	71
4.2.2	Resultaten F-LEACH	71
4.2.3	Vergelijking met Hydrus	74
5	BESLUIT / RICHTLIJNEN	78
6	LITERATUURLIJST.....	80
7	Bijlagen.....	86
7.1	HISTORIEK BRANDWEERKAZERNE KAMP A TE EMBLEM	86
7.2	CAMPUS VESTA, D.D. 2010	90
7.3	BOORPROFIELEN	92
7.4	VELDRAPPORTAGE GRONDWATERSTAALNAME	93
7.5	ANALYSEVERSLAGEN BODEM EN GRONDWATER	94
7.6	OVERZICHT RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOEREN VAN SCHUDTESTEN I.K.V. DE UITLOGING VAN PFAS	103
7.7	ANALYSERESULTATEN BLANCO'S	105

7.8	ANALYSERESULTATEN ELUATEN	117
7.9	MODELRESULTATEN RECONSTRUCTIE RANST	141

OVAM

Acronym	Component	CAS nummer
PFPPrA	perfluor-n-propaanzuur	422-64-
PFBA	perfluor-n-butaanzuur	375-22-4
PFPeA	perfluor-n-pentaanzuur	2706-90-3
PFHxA	perfluor-n-hexaanzuur	307-24-4
PFPpA	perfluor-n-heptaanzuur	375-85-9
L-PFOA	perfluor-n-octaanzuur (lineair)	335-67-1
T-PFOA	perfluor-octaanzuur (totaal)	-
PFNA	perfluor-n-nonaanzuur	375-95-1
PFDA	perfluor-n-decaanzuur	335-76-2
PFUnDA	perfluor-n-undecaanzuur	2058-94-8
PFDoDA	perfluor-n-dodecaanzuur	307-55-1
PFPTrDA	perfluor-n-tridecaanzuur	72629-94-8
PFHxDA	perfluor-n-hexadecaanzuur	67905-19-5
PFODA	perfluor-n-octadecaanzuur	16517-11-6
PFPPrS	perfluor-n-propaansulfonzuur	423-41-6
PFBS	perfluor-n-butaansulfonzuur	375-73-5
PFPeS	perfluor-n-pentaansulfonzuur	2706-91-4
L-PFHxS	perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineair)	355-46-4
T-PFHxS	perfluorhexaansulfonzuur (totaal)	-
PFPpS	perfluor-n-heptaansulfonzuur	375-92-8
L-PFOS	perfluor-n-octaansulfonzuur (lineair)	1763-23-1
T-PFOS	perfluor-octaansulfonzuur (totaal)	-
PFNS	perfluor-n-nonaansulfonzuur	68259-12-1
PFDS	perfluor-n-decaansulfonzuur	335-77-3
PFUnDS	perfluor-n-undecaansulfonzuur	749786-16-1
PFDoDS	perfluor-n-dodecaansulfonzuur	79780-39-5
PFPTrDS	perfluor-n-tridecaansulfonzuur	791563-89-8
4:2 FTS	4:2 fluortelomeersulfonzuur	757124-72-4
6:2 FTS	6:2 fluortelomeersulfonzuur	27619-97-2
8:2 FTS	8:2 fluortelomeersulfonzuur	39108-34-4
10:2 FTS	10:2 fluortelomeersulfonzuur	120226-60-0
PFBSA	perfluor-n-butaansulfonamide	30334-69-1
MePFBSA	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide	68298-12-4
MePFBSAA	2-N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur	159381-10-9
PFHxSA	perfluor-n-hexaansulfonamide	41997-13-1
L-PFOSA	perfluor-n-octaansulfonamide (lineair)	754-91-6
T-PFOSA	perfluor-octaansulfonamide (totaal)	-
L-MePFOSA	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineair)	31506-32-8
T-MePFOSA	N-methylperfluor-octaansulfonamide (totaal)	-
L-EtPFOSA	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (lineair)	4151-50-2

T-EtPFOSA	N-ethylperfluorooctaansulfonamide (total)	-
PFOSAA	perfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur	2806-24-8
L-MePFOSAA	2-(N-methylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (lineair)	2355-31-9
T-MePFOSAA	2-(N-methylperfluorooctaansulfonamido)azijnzuur (totaal)	-
L-EtPFOSAA	2-(N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (lineair)	2991-50-6
T-EtPFOSAA	2-(N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (totaal)	-
PFDSA	perfluor-n-decaansulfonamide	Not available
6:2 PAP	6:2 fluortelomeerfosfaat monoester	57678-01-0
8:2 PAP	8:2 fluortelomeerfosfaat monoester	57678-03-2
6:2 diPAP	6:2 fluortelomeerfosfaat diester	57677-95-9
6:2/8:2 diPAP	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester	943913-15-3
8:2 diPAP	8:2 fluortelomeerfosfaat diester	678-41-1
HFPO-DA	perfluor-2-propoxypropaanzuur	13252-13-6
DONA	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur	919005-14-4
PFECHS	perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur	646-83-3
9Cl-PF3ONS	9-chloorhexadecafluor-3-oxanonaan-1-sulfonzuur (F-53B Major)	756426-58-1
11Cl-PF3OU _n DS	11-chlooreicosafuor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (F-53B Minor)	763051-92-9

1 INLEIDING

PFAS (perfluoralkyl- en polyfluoralkyl verbindingen) zijn een groep van chemische stoffen die niet van nature in het milieu voorkomen. Ze worden al decennialang geproduceerd en toegepast in verschillende producten. Ze zijn chemisch zeer inert, bestand tegen hoge temperaturen, werken oppervlaktespanning verlagend en kunnen zo materialen water- en vetafstotend maken. Door hun brede toepassing, maar ook door emissies bij fabricage en incidenten zijn deze stoffen doorheen de jaren in het milieu terechtgekomen. Ze worden o.a. teruggevonden in bodem, sediment en grondwater. Ze zijn zeer wijd verspreid omdat ze goed oplossen in water, weinig tot matig adsorberen aan bodemdeeltjes, en weerstand bieden tegen biologische en chemische degradatie. Omwille van hun toxiciteit en persistentie vormen ze een risico voor de menselijke gezondheid en het milieu (OVAM, 2021).

De PFAS-familie omvat 42 subfamilies en enkele duizenden stoffen (Buck et al., 2011). Er is echter geen universeel aanvaarde definitie van PFAS. In het algemeen worden ze gekenmerkt door gekoppelde koolstofatomen waaraan fluoratomen gebonden zijn. PFAS worden in diverse producten en productieprocessen gebruikt, zoals de productie van inktten, vernissen, wassen, brandblusschuim, schoonmaakmiddelen, coatings, smeermiddelen, water- en olie-afstotende middelen voor leer, papier en textiel (Paul et al., 2009). Ze kunnen dan ook op verschillende manieren in het milieu terechtkomen. Sites rond bedrijven waar PFAS worden geproduceerd of worden toegepast (zoals papierverwerking, textiel veredeling) zijn zones met een groot risico op verspreiding van PFAS. Een tweede belangrijke bron van PFAS-verontreiniging zijn sites waar brandweeroefeningen worden gehouden of waar ooit grote branden zijn uitgebroken. Verschillende PFAS worden immers gebruikt in blusschuim voor het blussen van vooral chemische en oliebranden. Een derde bron van PFAS-vervuiling zijn stortplaatsen, waterzuiverings- en afvalverbrandingsinstallaties waarbij de aanwezigheid van PFAS-houdende materialen aanleiding kan geven tot vervuiling. Tot slot kan ook het gebruik van met PFAS-vervuilde biosolids/compost leiden tot grootschalige diffuse PFAS-vervuiling van landbouwpercelen en naburige waterlichamen (Röhler et al., 2021; EurEau, 2022).

Eens PFAS in de bodem terecht komen, kunnen ze uitloggen en aldus een verspreidingsrisico vormen naar grond- en oppervlaktewater. De onverzadigde zone van de bodem is echter een complex systeem waarin interacties plaatsvinden tussen lucht, bodempartikels, organisch materiaal en water. Een beter begrip van transport- en uitloogmechanismen in de onverzadigde zone is dan ook van belang om de risico's van PFAS-verspreiding in bodem en grondwater beter in te schatten. De laatste jaren is het onderzoek naar het uitlooggedrag van PFAS in de bodem sterk toegenomen. Onderzoek heeft aangetoond dat het transport van PFAS naar het grondwater aanzienlijk vertraagd kan worden door verschillende natuurlijke retentie-processen. Over het uitlooggedrag van PFAS zijn er echter nog veel onzekerheden en bijgevolg ook nog veel vragen. Toch moet er al voor concrete cases een beoordeling van de verspreidingsrisico's van PFAS worden gegeven. Met de binnenkomende onderzoeksresultaten van verkennende en andere bodemonderzoeken, is er een dringende nood aan richtlijnen om verspreidingsrisico's (integraal) te evalueren. Binnen deze opdracht wordt de toepassing van de huidige methodiek geëvalueerd: kan F-LEACH hiervoor in zijn huidige vorm gebruikt

worden? Zijn er aanpassingen nodig? Wat is praktisch haalbaar en in welke mate wordt grondwater beschermd?

Kennis van PFAS-transport en retentie in de bodem is belangrijk voor de ontwikkeling van numerieke modellen die het transport van PFAS in de onverzadigde zone simuleren. Numerieke modellen kunnen worden toegepast om laboratoriumonderzoeken, veldonderzoeken, het ontwerp van monitoringnetwerken en de ontwikkeling van voorschriften voor het gebruik en beheer van PFAS, te begeleiden.

Het onderzoek naar de uitloging van PFAS, uitgevoerd in het kader van de VITO-OVAM raamovereenkomst 2022 – deeltaak 10.4, werd in verschillende fasen opgedeeld:

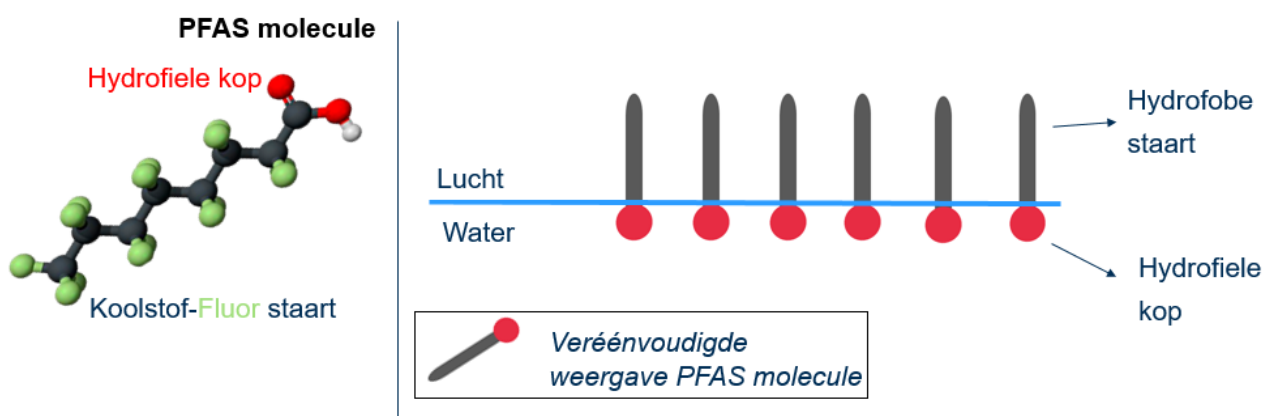
1. Fase 1 bestond uit een literatuurstudie (hoofdstuk 2) met betrekking tot de uitloging van PFAS vanuit bodem naar grondwater, waarbij een overzicht wordt gegeven van i) de verschillende retentieprocessen die de uitloging van PFAS naar het grondwater bepalen op basis van de meest recente wetenschappelijke inzichten en (ii) verschillende numerieke modellen die mogelijk geschikt zijn om het transport van PFAS in de onverzadigde zone te simuleren. Door de modellen te testen op bepaalde criteria werd nagegaan welk model het meest geschikt is om het uitlooggedrag van PFAS te bepalen.
2. Tijdens fase 2 (hoofdstuk 3) werd een beperkte veldstudie uitgevoerd waarbij op de site Campus Vesta te Ranst en de site van de voormalige papierfabriek De Naeyer te Willebroek bodem en grondwaterstalen werden genomen voor de analyse van PFAS. Vervolgens werd op een selectie van bodemstalen de PFAS-uitloogbaarheid bepaald aan de hand van vijf schudtesten en vier kolomproeven.
3. Fase 3 (hoofdstuk 4) bestond uit het testen van de toepasbaarheid van F-LEACH, een door VITO ontwikkelde [rekentool](#), waarmee het risico op uitloging en de evolutie van de bodemkwaliteit ingeschat kunnen worden. De uitkomst van de F-LEACH simulaties zal geëvalueerd worden t.o.v. een state-of-the-art numeriek model, aangepast voor de simulatie van PFAS-transport.
4. In hoofdstuk 5 wordende resultaten van de veldstudie, labo-experimenten en modelleringsoefening gebundeld in een algemeen besluit.

2 LITERATUURSTUDIE

2.1 PFAS-RETENTIE IN DE ONVERZADIGDE ZONE

2.1.1 Chemische opbouw van de PFAS

Vooraleer de verschillende retentieprocessen in detail te bespreken, is het van belang een goed zicht te hebben op de chemische structuur van PFAS. PFAS zijn surfactants (surface active agents). Dit zijn stoffen die de oppervlaktespanning van een vloeistof kunnen verlagen. De chemische structuur van PFAS bestaan uit een hydrofobe (waterafstotende) staart en een hydrofiële (waterminnende) kop, zoals weergegeven in Figuur 1a.



Figuur 1: (a) Schematische weergave van een PFOS-molecule met aanduidingen van de staart en kop samen met (b) een vereenvoudigde weergave van het gedrag van PFAS aan het lucht-water grensvlak

De hydrofobe staart bestaat uit koolstofatomen die in een keten aan elkaar zijn gekoppeld. Aan deze koolstofatomen zijn fluoratomen gebonden. Als op alle mogelijke bindingsplaatsen fluoratomen gebonden zijn, spreekt men van geperfluoreerde verbindingen. Als sommige van de fluoratomen vervangen zijn door andere atomen (zoals zuurstof of waterstof), wordt verwezen naar gepolyfluoreerde verbindingen. Het aantal koolstofatomen van een PFAS-molecule bepaalt of men spreekt over een korte (4 of minder koolstofatomen) of lange keten (meer dan 4 koolstofatomen). Deze koolstof-fluor staart is sterk en stabiel en zorgt voor waterafstotende eigenschappen waardoor de stoffen persistent zijn in het milieu.

De hydrofiële kop bestaat uit een geladen functionele groep, bevestigd aan een uiteinde van de staart. De meest voorkomende functionele groepen zijn carboxylaten of sulfonaten, maar er zijn reeds vele andere gedetecteerd. De aard van de functionele groep zal bepalen tot welke subgroep de PFAS-molecule behoort. De kop kan een positieve (kationisch) of negatieve (anionisch) lading hebben en zich zo aan bodemdeeltjes of organische materiaal hechten door elektrostatische aantrekking. In sommige gevallen heeft de kop zowel negatieve als positieve eigenschappen. In dat geval spreekt men over een functionele kopgroep met

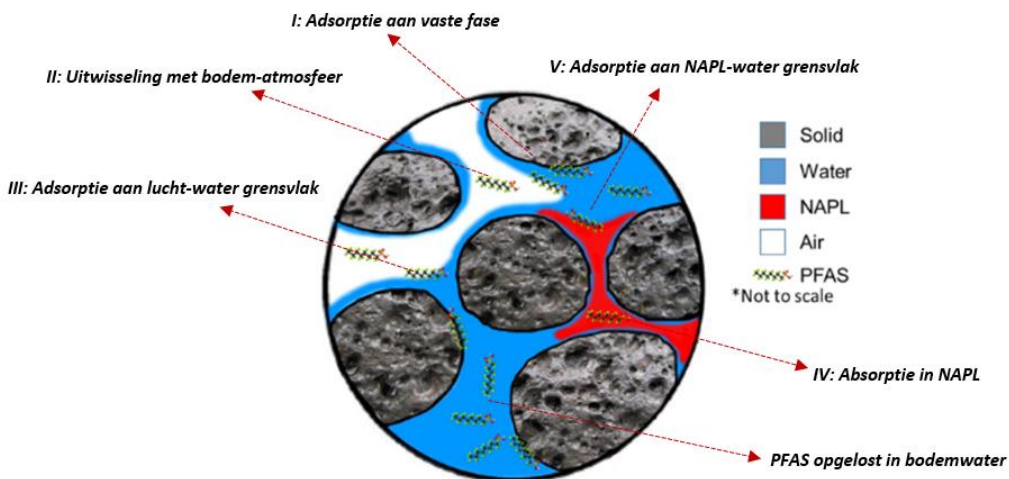
zwitterionisch gedrag. De lading van de hydrofiele kop zal de fysische en chemische eigenschappen van de PFAS-molecule bepalen, die op hun beurt het transport in het milieu beheersen.

Deze specifieke opbouw van PFAS-moleculen, met een hydrofobe staart en hydrofiele kop, bepaalt ook het specifieke gedrag van PFAS in water zoals weergegeven in Figuur 1b. Surfactants, zoals PFAS, diffunderen in water en adsorberen op grensvlakken tussen lucht en water of op het grensvlak tussen olie en water, in het geval dat water wordt gemengd met olie. Dit komt doordat de hydrofiele kop vooral sterk met water zal interageren terwijl de hydrofobe staart vooral met lucht of olie zal interageren. Zoals verder zal besproken worden, zal dit gedrag het uitloggedrag van PFAS onder bepaalde omstandigheden sterk vertragen.

PFAS worden opgedeeld op basis van hun ketenlengte en de aard van de geladen functionele groep. Een gedetailleerd overzicht van de verschillende PFAS-families en subgroepen is echter geen onderdeel van deze studie, maar een en duidelijke samenvatting kan teruggevonden worden op <https://pfas-1.itrcweb.org/factsheets/>.

2.1.2 Overzicht retentieprocessen

De laatste jaren is het onderzoek naar het uitloggedrag van PFAS in de onverzadigde zone sterk toegenomen. Brusseau (2018) onderscheidde 5 verschillende retentieprocessen die het uitloggedrag van PFAS naar het grondwater aanzienlijk kunnen vertragen. Een overzicht van die verschillende retentie-processen in de onverzadigde zone is weergegeven in Figuur 2 (Brusseau, 2018). Opgeloste PFAS-moleculen in percolerend water kunnen vertraagd worden door (I) zich te binden op de vaste fase van de bodem, (II) uitwisseling met de bodem-atmosfeer in de onverzadigde zone, (III) adsorptie aan het lucht-water grensvlak wanneer de bodem niet met water verzadigd is, (IV) absorptie in NAPL (nonaqueous-phase liquids) als die zich in het bodemprofiel bevinden. Verder kunnen PFAS ook (V) geadsorbeerd worden aan het NAPL-water grensvlak.



Figuur 2: Overzicht van verschillende retentie-processen in de onverzadigde zone (Gebaseerd op Brusseau, 2018)

Box 1: Verduidelijking terminologie

Adsorptie: Bij adsorptie hechten de moleculen van een gas of vloeistof zich aan het oppervlak van een vaste stof of vloeistof, en bedekken deze daardoor met een laagje.

Absorptie: Proces waarbij een vloeistof of gas (het absorptief) in het inwendige van een vaste stof of vloeistof (het absorbens) wordt opgenomen.

Sorptie: Overkoepelende term die verwijst naar het proces waarbij een stof wordt geadsorbeerd of geabsorbeerd.

2.1.2.1 Adsorptie aan de vaste fase van de bodem

Onderzoek naar PFAS-adsorptie aan bodemdeeltjes en organisch materiaal is de afgelopen tien jaar sterk toegenomen (Liu en Lee, 2005, 2007; Higgins en Luthy, 2006, 2007a, 2007b; Johnson et al., 2007; Carmosini en Lee, 2008; Chen et al., 2009; Pan et al., 2009; Ferrey et al., 2012; Guelfo en Higgins, 2013; Zhao et al., 2014; Milinovic et al., 2015; Zhang et al., 2015; Helling et al., 2016). Adsorptie van PFAS aan de vaste fase van de bodem is complex vanwege de moleculaire structuur van PFAS. De adsorptie van PFAS kan bijvoorbeeld relatief groot zijn, vooral bij de langere ketens en fluortelomeren als gevolg van elektrostatische en hydrofobe interacties (Liu en Lee, 2005; Goss et al., 2006). Omgekeerd hebben kortere PFAS in hun anionische vorm relatief hoge oplosbaarheden in water en hebben ze in het algemeen een lager sorptiepotentieel. De sorptie van PFAS aan bodemdeeltjes wordt verder gecompliceerd door de geochemische heterogeniteit van de bodem. Kritische factoren daarbij zijn onder meer de aard en hoeveelheid organische koolstof, de omvang en het type metaaloxiden en klei-mineralogie (Higgins and Luthy, 2006; Liu en Lee, 2007; Ferrey et al., 2012; Milinovic et al., 2015; Zhang et al., 2015). Bovendien heeft onderzoek ook uitgewezen dat factoren zoals ionensterkte, zoutsamenstelling, pH en aanwezigheid van co-contaminanten PFAS-retentie beïnvloeden (Higgins en Luthy, 2006; Chen et al., 2009; Pan et al., 2009; Pan et al. al., 2009; Guelfo en Higgins, 2013; Zhao et al., 2014).

Het onderzoek naar adsorptie van PFAS aan de vaste fase van de bodem is verder gevorderd vergeleken met de status van de andere retentieprocessen. Uitloggedrag van PFAS kan worden beschreven aan de hand van de retardatie-factor (R). Deze factor geeft de verhouding aan tussen de snelheid van infiltrerend water in de bodem t.o.v. de uitloogsnelheid van de PFAS-verbindingen. De retardatie-factor wordt bepaald door verschillende retentie-processen. Voor adsorptie aan de vaste fase wordt de retardatie-factor berekend als:

$$R_{vf} = 1 + K_d \rho_d / \theta_w$$

Met K_d de 'soil adsorption coefficient' (cm^3/g), ρ_d de bulk dichtheid van de bodem (g/cm^3) en θ_w het volumetrisch bodemvochtgehalte (-). De K_d waarde wordt voornamelijk bepaald door bodemtextuur en hoeveelheid organische stof, maar ook andere factoren (zoals bijvoorbeeld pH en zoutsamenstelling van het

bodemvocht) zullen een effect hebben op de exacte waarde van K_d . Ook tussen de verschillende PFAS is er een grote variabiliteit (zie sectie 2.2). Aangezien adsorptie voornamelijk voorkomt door aanhechting van PFAS aan bodem organisch materiaal, is het een veelgebruikte praktijk om de adsorptie-coëfficiënt uit te drukken op basis van de K_{OC} coëfficiënt:

$$K_{OC} = \frac{K_d}{f_{oc}}$$

Met f_{oc} de fractie organische stof in de bodem. In het algemeen kan men aannemen dat hoe hoger de K_d of K_{OC} waarde, hoe beter PFAS aan de bodem adsorbeert, en dus minder zal uitlogen. Informatie met betrekking tot de fysico-chemische eigenschappen (zoals K_d of K_{OC}) van PFAS-componenten kan geraadpleegd worden via de ITRC-website https://pfas-1.itrcweb.org/wp-content/uploads/2022/01/ITRC_PFAS_PhysChemProp_Table_4-1_Oct2021.xlsx.

2.1.2.2 Uitwisseling met bodem-atmosfeer

In de onverzadigde zone, is de uitwisseling van opgeloste PFAS in de waterfase naar de bodem-atmosfeer een mogelijke bron van retentie. De retardatie-factor (R_{ba}) voor de uitwisseling van PFAS naar de bodem-atmosfeer wordt gegeven door (bijv. Kim et al., 1998):

$$R_{ba} = 1 + H\theta_a/\theta_w$$

Met H de lucht-water verdeling (Henry's) coëfficiënt (-), θ_a het volumetrisch luchtgehalte (-), en θ_w het volumetrische bodemvochtgehalte (-). De Henry-coëfficiënt kan sterk variëren tussen de verschillende PFAS onderling. Gemeten en berekende H -waarden voor PFOA en PFOS liggen in het bereik van 10^{-3} (Ding en Peijnenburg, 2013). Gezien hun zeer kleine H -waarden, is het onwaarschijnlijk dat uitwisseling naar de bodematmosfeer in de onverzadigde zone een significant retentieproces is voor deze twee verbindingen. Omgekeerd zijn de H -waarden voor andere PFAS, zoals fluortelomeeralcoholen (FTOH's) en fluortelomeerolefinen vrij hoog, variërend tussen respectievelijk ongeveer 0,05-4 en 100-10.000 (Goss et al., 2006; Ding and Peijnenburg, 2013). Deze hoge waarden tonen aan dat voor deze verbindingen de uitwisseling naar de bodem-atmosfeer een belangrijk retentieproces kan zijn.

2.1.2.3 Adsorptie aan het lucht-water grensvlak

Zoals aangehaald in sectie 2.1 zijn PFAS surfactants (surface active agents). Dit zijn stoffen die de oppervlaktespanning van een vloeistof kunnen verlagen. Door hun specifieke opbouw (met een hydrofobe staart en hydrofiele kop) kunnen surfactants makkelijk adsorberen aan het lucht-water grensvlak in de onverzadigde zone van de bodem. Deze vorm van adsorptie kan aanzienlijk bijdragen aan de algehele PFAS-massabalans en de uitloging van PFAS sterk vertragen. De retardatie-factor (R_{lw}) voor PFAS-transport dat adsorptie aan het lucht-water grensvlak ondergaat kan als volgt beschreven worden:

$$R_{lw} = 1 + K_{ai}A_{ai}/\theta_w$$

Met K_{ai} de lucht-water grensvlak adsorptie coëfficiënt (cm^3/cm^2), A_{ai} de specifieke lucht-water 'interfacial area' (cm^2/cm^3) en θ_w het volumetrisch bodemvochtgehalte (-). De waarde van K_{ai} wordt bepaald door de moleculaire eigenschappen van de PFAS-verbinding en door de chemische eigenschappen van het water zoals ionensterkte, pH of temperatuur (Costanza en Brusseau, 2000).

Daarnaast hebben resultaten van experimenteel, theoretisch en modelleringsonderzoek aangetoond dat de grootte van het lucht-water grensvlak (A_{ai}) bepaald wordt door: (i) de korrelgrootte, waar bodems bestaande uit deeltjes met een kleinere diameter een groter specifiek lucht-water grensvlak hebben (Peng and Brusseau, 2005; Brusseau et al., 2009) en dus PFAS-uitloging sterk kunnen vertragen; (ii) het watergehalte, waarbij over het algemeen sorptie toeneemt met afnemend vochtgehalte (Oostrom et al., 2001; Costanza-Robinson en Brusseau, 2003; Dalla et al., 2002; Peng en Brusseau, 2005; Brusseau et al., 2006, 2007).

2.1.2.4 Absorptie in NAPL

Een andere mogelijke bron van PFAS-retentie in de onverzadigde zone is retentie door organische vloeistoffen in een NAPL- (nonaqueous-phase liquids) bronzones. Dit zijn organische vloeibare verontreinigingen die niet oplossen in of gemakkelijk mengen met water, zoals olie, benzine en aardolieproducten. Dit is van potentieel belang voor PFAS, aangezien PFAS vaak voorkomen in combinatie met NAPL-verontreinigingen. Een primaire bron van PFAS-verontreiniging in combinatie met NAPL komt bijvoorbeeld van waterige filmvormende schuimen voor brandbestrijding van grote industriële branden waarbij oplosmiddelen en/of minerale oliën zijn vrijgekomen. De R voor transport in de waterfase van opgeloste stof die wordt geabsorbeerd in een immobiele NAPL-fase wordt gegeven als (Brusseau, 1990):

$$R_{nw} = 1 + K_{nw}\theta_n/\theta_w$$

Met K_{nw} de NAPL-water verdelingscoëfficiënt (-), θ_n is volumetrisch NAPL-gehalte (-), en θ_w is volumetrisch bodemvochtgehalte (-). Het gebruik van NAPL als een retentiefase voor het transport van opgeloste stoffen is gebaseerd op de voorwaarde dat de NAPL immobiel is. Tot op heden is er amper onderzoek gedaan naar deze factor voor PFAS-retentie. Log K_{ow} -waarden (Olie-water verdelingscoëfficiënt) van 1,92 en 2,45 zijn gemeten voor respectievelijk PFOA en PFOS, (Jing et al., 2009), wat aantoont dat de absorptie in NAPL een relevant retentieproces voor PFAS kan zijn. In een eerdere studie werd de impact van olie toegevoegd aan de bodem op de retentie van PFOS onderzocht (Chen et al., 2009). De aanwezigheid van de olie bleek de sorptie aanzienlijk te verhogen.

2.1.2.5 NAPL-water grensvlak

Zoals beschreven in Brusseau et al. (2019) wordt verwacht dat PFAS zich ook kan accumuleren aan het NAPL-water grensvlak. Naast absorptie kan dus ook adsorptie aan NAPL-water grensvlak belangrijk zijn voor de retentie van PFAS in zones met NAPL-verontreiniging.

De adsorptie van PFAS aan het NAPL-water grensvlak is vergelijkbaar met adsorptie aan het lucht-water grensvlak, en wordt bepaald door dezelfde factoren als hierboven besproken. De R voor transport van

opgeloste stof in de waterfase die adsorptie ondergaan op het NAPL-watergrensvlak wordt gegeven als (Brusseau et al., 2008):

$$R_{ni} = 1 + K_{ni}A_{ni}/\theta_w$$

waarbij K_{ni} de adsorptiecoëfficiënt van het NAPL-water grensvlak (cm^3/cm^2) is, A_{ni} is het specifieke NAPL-water grensvlak (cm^2/cm^3) en θ_w het volumetrische bodemvochtgehalte (-). Tot op heden is er echter weinig geweten over adsorptie van PFAS aan het NAPL-water grensvlak.

2.1.3 Impact van omgevingsvariabelen op PFAS-retentie

2.1.3.1 Bodemeigenschappen

Zoals aangehaald in eerdere secties is de retentie van PFAS sterk afhankelijk van verschillende omgevingsvariabelen. Vooral fysicochemische bodemeigenschappen zullen sterk bepalen in welke mate PFAS-verbindingen in de bodem worden vastgehouden of uitlogen naar het grondwater. In wat volgt wordt een beknopt overzicht gegeven van de voornaamste bodemeigenschappen die PFAS- retentie beïnvloeden.

2.1.3.1.1 Textuur en mineraaltype

Bodemtextuur (d.w.z. percentages leem, klei en zand) heeft een belangrijke impact op het uitloggedrag van PFAS en speelt een rol bij verschillende van de hierboven beschreven retentieprocessen. Zo bepaalt de bodemtextuur in belangrijke mate mee de retentie aan het lucht-water grensvlak. In tegenstelling tot eerder onderzoek dat aantoonde dat adsorptie aan het lucht-water grensvlak tussen de 50 en 99 % bijdraagt aan de totale PFAS-retentie (Lyu et al., 2018; Brusseau et al., 2019; Guo et al., 2020) duidt het meest recente onderzoek erop dat deze vorm van retentie niet altijd de dominante bijdrage levert (Silva et al., 2020). Bodems met een fijne bodemtextuur (korrels met een kleine diameter), hebben een groter specifiek lucht-water grensvlak, en dus in theorie een grotere retentie capaciteit. Silva et al. (2020) toonden op basis van een numeriek model aan dat de uitlogging van PFOS en PFOA 3x trager verloopt in leembodems dan in zandleem bodems. Verschillen in retentie tussen bodemtexturen is verder ook te verklaren door de verschillen in hydraulische eigenschappen en de verschillen in de grootte van de vaste-fase-sorptie die ook door bodemtextuur bepaald worden.

Naast bodemtextuur hebben eerdere studies ook aangetoond dat het sorptiegedrag van PFAS ook sterk afhankelijk is van de mineralogie (Hellsing et al., 2016; Wang et al., 2012; Wang en Shih, 2011; Zhao et al., 2014). Vooral metaaloxiden en oxyhydroxiden (bijv. aluminiumoxide, bohemiet, goethiet en hematiet), kunnen ladings-gerelateerde adsorptieve interacties aansturen, door middel van elektrostatische interacties tussen negatief geladen PFOA en positief geladen minerale locaties (Gao en Chorover, 2012; Wang et al., 2012; Wang en Shih, 2011). Zhao et al. (2014) onderzochten adsorptie van PFOA op drie soorten mineralen (montmorilloniet, kaoliniet en hematiet), en hebben waargenomen dat de oppervlakte genormaliseerde adsorptie als volgt kan gerangschikt worden: hematiet > kaoliniet > montmorilloniet.

2.1.3.1.2 Organisch materiaal

Onderzoek heeft aangetoond dat het effect van organisch materiaal op PFAS-retentie niet éénduidig te verklaren valt. Casestudies hebben vastgesteld dat een hoger koolstofgehalte in de bodem de adsorptie van PFAO en PFOS aan de vaste fase van de bodem aanzienlijk kan verhogen (Higgins en Luthy, 2006, Li et al., 2019). Ook Milinovic et al. (2015) rapporteerden dat de K_d -waarde van PFOA positief gecorreleerd is met de hoeveelheid organische materiaal. Li et al., (2019) stelden echter vast dat er geen significante correlatie bestaat tussen de hoeveelheid organisch materiaal en K_d van de minder frequent voorkomende PFAS zoals PFPeA, PFDA en PFBS. Nyugen et al., (2020) suggereren verder dat het effect van organisch materiaal op K_d -waarden van PFCA en PFSA met lange ketens groter is dan die met een korte keten.

Samengevat kan men besluiten dat organisch materiaal tot op zekere mate een positief effect heeft op adsorptie aan de vaste fase, maar dat organisch materiaal alleen de retentie van PFAS niet kan verklaren.

2.1.3.1.3 pH

Hoewel de pH geen directe en dominante relatie met PFAS-sorptie vertoont, is het een belangrijke parameter die de netto-oppervlaktelading van de bodem en bijgevolg beschikbare sorptieplaatsen aangeeft (Nordanstorm et al., 2021).

De pH van de omgeving beïnvloedt de oppervlaktelading van bodem- en minerale deeltjes en daarmee de interactie met elke ioniseerbare chemische stof (Li et al., 2018). Dit kan het aantrekken of afstoten van PFAS bepalen en bijgevolg de mate van sorptie beïnvloeden.

Verschillende onderzoeken hebben een toename in PFAS-sorptie waargenomen bij afnemende pH (bijv. Higgins en Luthy, 2006; Pereira et al., 2018). Higgins en Luthy (2006) hebben een toename waargenomen in de K_{oc} van 0,37 log-eenheden per eenheid pH-verlaging. Pereira et al. (2018) vonden een vergelijkbare afname van 0,32 log-eenheden voor 10 van de 14 onderzochte PFAS (PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTeDA, FOSA en PFOS). Een verzameling van literatuurgegevens uitgevoerd door Li et al. (2018) toonde echter geen significante relatie tussen K_d -waarden en pH voor PFOS (pH-bereik 2,5 tot 8,5) of PFOA (pH-bereik 4,5 tot 10). De variatie in resultaten kan worden toegeschreven aan de complexiteit van het PFAS-sorptiegedrag, waarbij verschillende factoren dominant kunnen zijn bij variërende pH-waarden, zoals bijvoorbeeld het potentieel van organische stof of het vrijkomen van ionen in oplossing (Higgins en Luthy, 2006; Oliver et al., 2019).

2.1.3.1.4 Ionsterkte

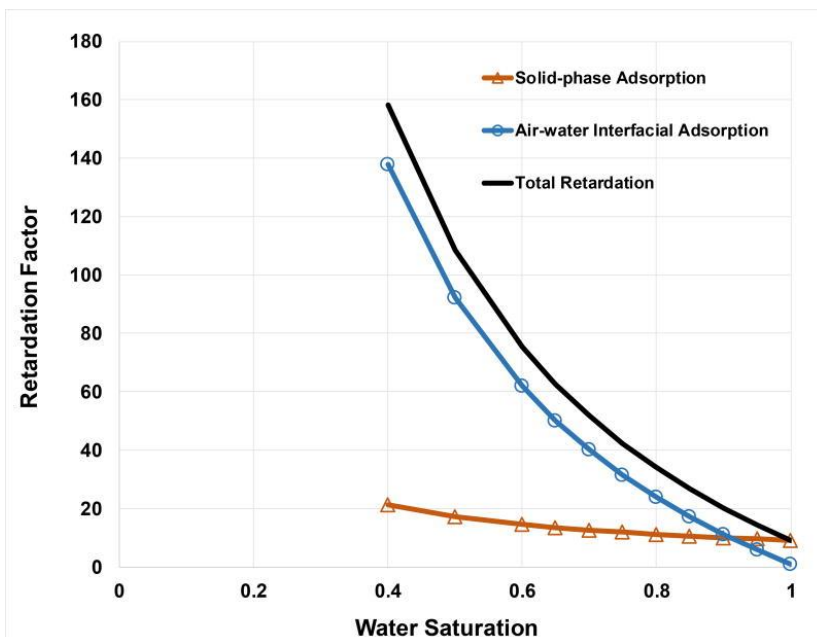
Verschillende studies hebben aangetoond dat de sorptie van PFAS toeneemt met stijgende concentratie van kationen (bijvoorbeeld: Higgins and Luthy, 2006; You et al., 2010; Chen et al., 2012; Du et al., 2014; Kwon et al., 2012; Zhou et al., 2013; Kwadijk et al., 2013). Zo vonden Higgins en Luthy (2006) een gemiddelde toename in K_d van 0,36 log-eenheden per log-eenheid Ca^{2+} voor PFOS maar geen toename bij toevoeging van Na^+ kationen. Ook volgens zeer recent onderzoek van Cai et al. (2022) kan een toenemende kationconcentraties in bodemoplossingen, de PFAS-retentie sterk verhogen.

Op basis van een review van wetenschappelijke studies konden Li et al. (2018) echter geen statistisch significant verband aantonen tussen de retentie van PFOS en PFOA en Ca^{2+} . Ze benadrukten, evenals Higgins en Luthy (2006), dat de variaties in ionsterkte ook de pH beïnvloeden en de moeilijkheid om deze parameters afzonderlijk te meten.

De wisselende resultaten van uitgevoerde experimenten, waarbij het effect van kationen werd onderzocht, geven aan dat de mate van sorptie afhankelijk is van verschillende factoren. Hoewel de hoeveelheid organisch materiaal een over het algemeen dominantere parameter kan zijn voor PFAS-sorptie, kan de aanwezigheid van ionen nog steeds in hoge mate de PFAS-sorptie beïnvloeden.

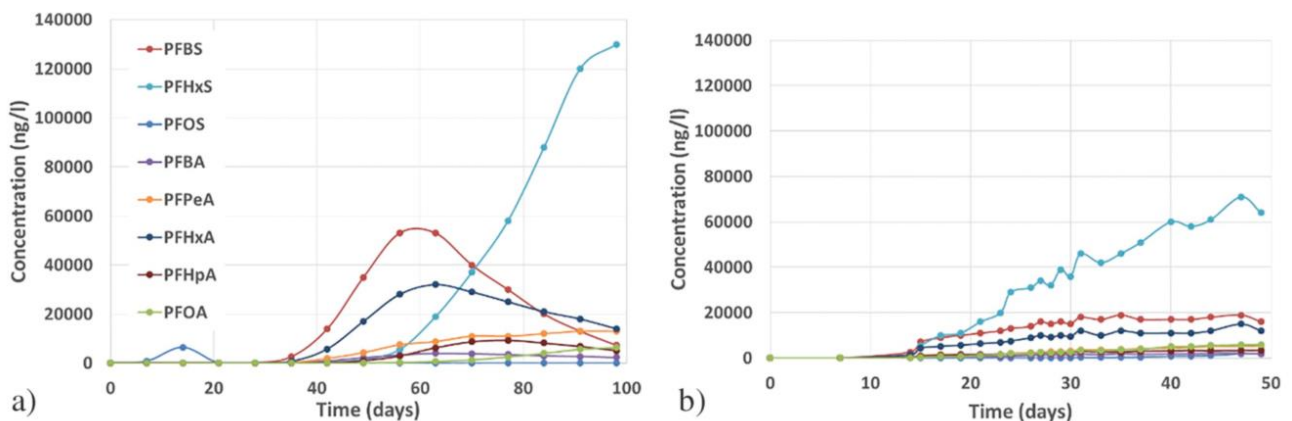
2.1.3.1.5 Vochtgehalte

De mate van PFAS-retentie in de onverzadigde zone is ook afhankelijk van het vochtgehalte. Neerslag leidt bijvoorbeeld tot hoger bodemvocht, wat de PFAS-retentie kan verminderen vanwege een kleiner lucht-water grensvlak (Silva et al., 2020; Lyu et al., 2018). Het adsorptie- en retentiedrag van PFAS in de onverzadigde zone varieert zo mee met natuurlijke cycli van drainage, infiltratie en verdamping (Sharifan et al., 2021), en is bijgevolg afhankelijk van meteorologische en klimatologische omstandigheden. Figuur 3 toont duidelijk aan hoe de totale retentie van bodems afneemt met stijgend vochtgehalte.



Figuur 3: Verband tussen de waterverzadigingsgraad van de bodem en PFAS-retentie (Brusseau, 2018)

Het effect van verzadigingsgraad, samen met infiltratiesnelheid, werd ook onderzocht door Høisæter et al. (2019). Lage en hoge waterinfiltratiesnelheden van respectievelijk 4,9 en 9,7 mm/dag werden toegepast in kolomproeven gedurende 14 en 7 weken, waarbij dezelfde hoeveelheid water werd toegepast, maar de graad van verzadiging met water van de grondkolommen veranderde. In het experiment met lage infiltratie (Figuur 4a) werd gedurende de volledige 14 weken geen PFOS gedetecteerd in het kolompercolaat. Hoewel niet direct zichtbaar in Figuur 4b werd PFOS bij hoge infiltratie na 14 dagen gedetecteerd en stegen de concentraties van 20 ng/l naar 2.200 ng/l aan het einde van het experiment (49 dagen).



Figuur 4: PFAS-concentraties in percolaat voor kolomproeven met (a) lage en (b) hoge infiltratie snelheid (Høisæter et al., 2019)

2.1.3.2 Verscheidenheid in retentie tussen PFAS

Tussen de verschillende PFAS-families bestaat er een grote verscheidenheid in uitlooggedrag dat voornamelijk wordt bepaald door de aard van de functionele kopgroep. Maar ook binnen de families is er een groot verschil in retentie tussen de langere en kortere ketens. Algemeen gesproken neemt de sorptie toe met de ketenlengte, en is ze ook sterker voor PFAS met een functionele sulfonaatgroep op de kop (Nordanstorm et al., 2021). De PFAS-retentie daalt bij zeer hoge concentraties door verzadiging van de sorptie-plaatsen (non-linear adsorption).

2.2 MODELLERING VAN PFAS-TRANSPORT IN DE ONVERZADIGDE ZONE

2.2.1 Retentie-model

Er zijn twee algemene methodieken voor het benaderen van transport van opgeloste stoffen die worden beïnvloed door meerdere retentieprocessen. De eerste is een vereenvoudigde benadering waarbij alle retentie-processen worden samengevoegd in een beperkt aantal termen. Het is algemeen bekend dat het gebruik van deze modellen met gebundelde processen over het algemeen minder robuuste resultaten oplevert die niet consistent zijn onder verschillende omstandigheden, met name bij systemen die worden beïnvloed door niet-lineaire en/of snelheidsbeperkte massaoverdracht. De tweede methodiek maakt gebruik

van proces-gebaseerde parametermodellen waarin elk retentieproces expliciet en afzonderlijk wordt weergegeven (Brusseau et al. 2019; Guo et al., 2020). Een dergelijke benadering vereist echter dat men beschikt over een goede set van parameterwaarden voor elk retentie-proces, wat niet altijd realistisch is.

Eerder gepubliceerde conceptuele en wiskundige modellen van PFAS-retentie in de bodem hebben zich vooral gericht op vaste-fase-adsorptie als enige retentiebron (Shin et al., 2011, Xiao et al., 2015, Weber et al., 2017). De hierboven beschreven paragrafen geven echter aan dat de adsorptie op lucht-water- en NAPL-water grensvlak, door de sterke oppervlakte-actieve eigenschappen van sommige PFAS, significant kunnen bijdragen aan verdere retentie. Daarnaast kan de adsorptie van PFAS naar NAPL- en luchtfasen relevant zijn voor bepaalde PFAS. Het is dus waarschijnlijk dat vertraging en transport van PFAS in bronzones onder bepaalde omstandigheden kan worden beïnvloed door meerdere retentieprocessen. In dergelijke gevallen kan de retentie van PFAS in brongebieden aanzienlijk groter zijn dan wat doorgaans wordt geschat op basis van de standaardaanname van adsorptie in vaste fase als het enige retentiemechanisme. Op basis van deze inzichten kan de totale PFAS-retentie als volgt beschreven worden:

$$R = 1 + K_d \rho_b / \theta_w + K_{ai} A_{ni} / \theta_w + H \theta_a / \theta_w + K_{ni} A_{ni} / \theta_w + K_{nw} A_{nw} / \theta_w$$

Dergelijk conceptueel model is uitsluitend gericht op retentie van PFAS. Wanneer dergelijk retentie-model gekoppeld wordt aan een waterstromingsmodel, kan ook het transport van PFAS gesimuleerd worden, zoals in de volgende paragraaf wordt beschreven. In een dergelijk model kunnen ook factoren zoals snelheidsbeperkte massaoverdracht en temporele variabiliteit van systeemeigenschappen en -omstandigheden mee in rekening gebracht worden.

2.2.2 Numerieke modellen voor PFAS-transport

Voor het modelleren van PFAS-transport, waarbij rekening gehouden wordt met variërende temporele omstandigheden (zoals bodemvocht dat varieert in de tijd), kan men gebruik maken van numerieke modellen. In het algemeen kan het transport van PFAS in de verticale dimensie van de onverzadigde zone beschreven worden door een advection-dispersievergelijking in combinatie met de retentieprocessen zoals hierboven beschreven. Tot op heden zijn zelfs in de meest recente modellen enkel de vaste-fase en lucht-water adsorptietermen inbegrepen (Brusseau, 2020; Guo et al., 2020):

$$\frac{\partial(\theta C)}{\partial t} + \underbrace{\rho_b \frac{\partial C_s}{\partial t} + \frac{\partial C_{aw}}{\partial t}}_{\text{Retentie: Adsorptie aan vaste fase en lucht-water grensvlak}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial z}(\theta v C) - \frac{\partial}{\partial z}(\theta D \frac{\partial C}{\partial z})}_{\text{Transport: In- en outflow van PFAS door advection en dispersie}} = 0$$

Er zijn verschillende softwarepakketten beschikbaar die het transport van verontreinigende stoffen in de onverzadigde zone van de bodem simuleren. Deze modellen zijn vaak ontwikkeld om de verontreiniging en

uitloging van petroleumkoolwaterstoffen en pesticiden te simuleren. PFAS hebben echter significant verschillende chemische en fysische eigenschappen dan petroleumkoolwaterstoffen en pesticiden, waardoor een evaluatie vereist is om de geschiktheid van deze bestaande modellen voor PFAS-transport na te gaan. Daarbij is het vooral belangrijk dat de belangrijkste retentieprocessen (voor PFAS zijn dat adsorptie aan de vaste fase en lucht-water grensvlak) kunnen gesimuleerd worden. Eerdere onderzoeken analyseerden al de mogelijkheid van verschillende numerieke modellen om het gedrag van PFOS en PFOA in de onverzadigde zone te simuleren (AECOM, 2020). Volgende modellen werden daarbij vergeleken:

- HYDRUS (PC-Progress)
- PEARL (Samenwerking van drie Nederlandse universiteiten: WENR, PBL en RIVM)
- RZWQM2 (USDA Agricultural Research Service)
- SVENVIRO (Soil Vision)
- CTRAN/W (GeoStudio)
- PELMO (Fraunhofer Instituut voor Moleculaire Biologie en Toegepaste ecologie)
- SESOIL (ESCI)
- PRZM (US EPA)
- VLEACH (US EPA)

Elk van deze modellen omvat verschillende belangrijke processen met betrekking van transport van verontreinigde stoffen. De eenvoudigere modellen (Pelmo, PRZM, CTRAN/W, SESOIL, VLEACH) simuleren neerwaartse migratie van grondwater met behulp van een waterbalansbenadering, terwijl meer rigoureuze modellen verticaal neerwaartse grondwaterstroming doorheen de onverzadigde zone simuleren door het oplossen van de Richards-vergelijking (Hydrus, Pearl, RZWQM, SVENIRO). De Richards vergelijking beschrijft het transport van water in de onverzadigde zone en houdt rekening met de effecten van een variabel vochtgehalte en variabele drukhoogte op de onverzadigde hydraulische geleidbaarheid. De geschiktheid van elk van deze modelleringssoftware-opties werd in de studie van AECOM (2020) geëvalueerd op basis van de fundamentele fysische en chemische processen die het meest relevant worden geacht voor de neerwaartse mobiliteit van PFOS en PFOA, en hoe die processen zijn geïmplementeerd in elk model. Dit omvat onder andere de mogelijkheid tot sorptie van PFAS aan het lucht-water grensvlak en het in rekening brengen van het specifiek gedrag van surfactants tijdens neerwaarts transport in de onverzadigde zone. Secundaire overwegingen waren onder meer de beschikbaarheid van de software voor commerciële toepassingen, toegang tot technische ondersteuning en gegevensvereisten. Tabel 1 toont in welke mate de verschillende modellen geschikt zijn voor het simuleren van PFAS-transport a.d.h.v. verschillende criteria.

Tabel 1: Overzicht van de geëvalueerde numerieke transportmodellen en hun geschiktheid voor PFAS-transport simulaties (AECOM, 2020)

Vadose Zone Modelling Code	Method of Solving Groundwater Flow	Non Equilibrium Sorption	Freundlich (non linear) Sorption	Partitioning to the Air Water Interface	Root Uptake Function	Dual Permeability	Advanced Geochemical Modeling Capabilities	1D, 2D or 3D	Surfactant Induced Flow	Availability
HYDRUS	Richards Equation	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	PHREEQC Coupling, Colloid Transport	1D, 2D, and 3D	Customized Code	Free (1D), Commercial (2D & 3D)
PEARL	Richards Equation	Yes	Yes	No	Yes	Yes	pH Dependence, User-Defined Functions	1D	No	Free (current)
RZWQM	Richards Equation	Yes (limited)	No	No	Nitrogen Only	Yes	Limited Solute Transport, Cation Exchange, pH Considerations	1D	No	Free (current)
SVENVIRO	Richards Equation	No	Yes	No	Yes	No	No	2D and 3D	No	Commercial
CTRW with SEEP/W	Darcy's Law	No	User-Defined Function	No	Yes	No	No	1D and 2D	No	Commercial
PELMO	Capacity-based Approach	No	Yes	No	Yes	No	2 Sorption Sites	1D	No	Free (current)
SESOIL	Infiltration-based Approach	No	Yes	No	No	No	No	1D	No	Commercial
PRZM	Darcy's Law	No	No (Nitrogen only)	No	Solute Only	No	No	1D	No	Free (not current)
VLEACH	Darcy's Law	No	No	No	No	No	No	1D	No	Free (not current)

¹Green = Ideal; Yellow = Less than ideal; Red = Least suitable / not recommended.

Uit Tabel 1 blijkt dat HYDRUS het meest geschikt is om het transport van PFAS in de onverzadigde zone te modelleren. HYDRUS is een numeriek model dat waterstroming oplost met behulp van Richards vergelijking in één, twee of drie dimensies. HYDRUS kan een verscheidenheid aan verschillende transportmechanismen voor verontreinigingen modelleren. De basisversie van HYDRUS zorgt voor meerfasig reactief transport met lineaire en niet-lineaire, evenwichts- of niet-evenwichtssorptie, opeenvolgende kettingreacties van verval met de individuele parametrisering van dochterproducten, tijdsafhankelijke klimaatomstandigheden en opname door plantenwortels.

Silva et al., 2020 ontwikkelden een add-on module in HYDRUS die de mogelijkheid biedt voor simulaties van PFAS-transport. De module omvat immers een extra sorptie-term die de adsorptie aan het lucht-water grensvlak toelaat:

$$\frac{\partial a_v g}{\partial t} = \frac{\partial \Gamma A_{ai}}{\partial t}$$

Met a_v het volume lucht (m^3/m^3) en g de PFAS-concentratie in de bodematmosfeer (M/m^3). Γ is de geadsorbeerde concentratie aan het lucht-water grensvlak (M/m^2) en A_{ai} de specifieke lucht-water grensvlak (m^2/m^3). De grootte van het lucht-water grensvlak is afhankelijk van de hoeveelheid bodemvocht in de

onverzadigde zone en wordt in de module bepaald op basis van een bodem-water retentiecurve zoals beschreven in Bradford et al. 2015.

Ook Arcadis (2020) voerde een studie uit naar de geschiktheid van verschillende uitloog-modellen voor PFAS-transport. In totaal werden 31 modellen met elkaar vergeleken (waaronder ook HYDRUS). Ook deze studie kwam tot besluit dat adsorptie aan het lucht-water grensvlak van belang is voor PFAS-retentie, maar dat de meeste modellen dit retentie-proces niet in rekening brengen. Merk op dat de PFAS-module in HYDRUS slechts publiek werd gemaakt nadat de Arcadis-studie al verschenen was.

Tot slot is het belangrijk om te vermelden dat het onderzoek naar PFAS-retentie volop bezig is, en dat in de toekomst wellicht ook andere modellen zullen aangepast worden om retentie aan het lucht-water grensvlak, en waarschijnlijk ook de andere retentie-processen, te simuleren.

2.3 CONCLUSIES

1. De fysische en chemische eigenschappen van PFAS zijn uniek omdat ze zeer stabiel zijn en niet gemakkelijk degraderen in de tijd. Bovendien bestaan ze uit een hydrofiele kop en hydrofobe staart die oppervlakte actieve eigenschappen verlenen bij verhoogde concentraties en accumulatie op het lucht-water grensvlak stimuleren. Met deze fysische en chemische eigenschappen moet rekening worden gehouden bij het selecteren van een model om het transport van PFAS te simuleren.
2. Er zijn verschillende retentieprocessen die het uitlooggedrag van PFAS aanzienlijk kunnen vertragen. Het relatieve belang van verschillende retentie processen is voorlopig nog niet helemaal begrepen. In de meeste numerieke uitlogingsmodellen blijft retentie dan ook beperkt tot adsorptie aan de vaste fase, en is de simulatie van PFAS-adsorptie aan het lucht-water grensvlak niet mogelijk. Deze sterk vereenvoudigde benaderingen zullen wellicht ook leiden tot een overschatting van PFAS-uitloging naar het grondwater.
3. Uit eerder onderzoek (AECOM, 2020) blijkt dat op dit moment HYDRUS het meest geschikte model is om PFAS-transport in de onverzadigde en verzadigde zone van de bodem te simuleren. HYDRUS past de Richards-vergelijking toe, wat de meest rigoureuze benadering is voor het oplossen van waterstroming in de onverzadigde zone. Verder heeft HYDRUS de mogelijkheid om niet-evenwichtssorptie en verdeling naar het lucht-water grensvlak te simuleren. HYDRUS is een frequent gebruikt model en wordt ook goed ondersteund. De numerieke oplossingen zijn onderzocht door academische onderzoekers en onafhankelijk gevalideerd.

3 BEPERKTE VELDSTUDIE

3.1 KEUZE SITES

De keuze van staalnamelocaties in deze studie is gebaseerd op concentratie-data afkomstig uit verkennende bodemonderzoeken (periode juli-september 2021) die door de OVAM werden ter beschikking gesteld. Hierbij werd vervolgens rekening gehouden met:

- het palet aan geïdentificeerde individuele PFAS-componenten in zowel bodem- en grondwater. Locaties waar een mix van korte en lange keten PFAS werden aangetroffen genoten de voorkeur.
- de aangetroffen concentratieranges, rekening houdend met het heterogene karakter van de PFAS-verontreinigingen in bodem. Daarom werden locaties met waargenomen concentraties van minimaal 10x de rapportagegrens vooropgesteld.
- de bodemeigenschappen, waarbij bij voorkeur meerdere lithologieën worden onderscheiden.
- de diepte van de aangetroffen bodem- en grondwaterverontreiniging.

Op basis van deze criteria werden vervolgens een oefenterrein voor hulpdiensten (Campus Vesta te Ranst) en een locatie ter hoogte van een voormalige papierfabriek (De Naeyer te Willebroek) geselecteerd voor staalname.

3.1.1 Campus Vesta te Ranst

Campus Vesta (kadastrale percelen 29H & 458 K) te Ranst is sinds 2001 een multidisciplinair opleidingscentrum voor veiligheidstraining van o.a. brandweer, ambulanciers, politie, maar ook voor veiligheidspersoneel en hulpdiensten van bedrijven. Tenzij anders vermeld is de weergegeven informatie afkomstig van het verkennend bodemonderzoek uitgevoerd door de eBSD Tauw (2021).

3.1.1.1 Historiek

In de periode 1952 – 1992 was ter hoogte van de site een Britse militaire basis gevestigd, het zogenaamde Kamp A. Na stopzetting van de militaire activiteiten in 1992, werd ter hoogte van de voormalige militaire kazerne in 2001 een provinciaal oefencentrum voor hulpdiensten opgericht “Campus Vesta”.

Kamp A was in eerste instantie voornamelijk een administratief centrum van het Britse leger waar Britse militairen gehuisvest werden. In 1970, na sluiting van de Engelse militaire basis “Kamp B” te Grobbendonk werd “Kamp A” het militair hoofdkwartier van de Britse troepen in België. Naast o.a. een kapel, een postkantoor, een medisch centrum, sportzalen, slaap- en leefkwartieren voor de militairen, was er ook een brandweerkazerne op de site aanwezig (Bungeneers, 2010; De Rynck and Verhoeven, 2011; Verhoeven, 2012;). De locatie van de voormalige brandweerkazerne en de bijhorende opslagplaatsen zijn weergegeven in Figuur 7.1.1, opgenomen in Bijlage 7.1. Deze locatie situeert zich ter hoogte van het huidige perceel 458 N en dus buiten de huidige site “Campus Vesta”.

In de periode 1952 – 1959 bestond het brandweerkorps uit militairen, nadien werden ze vervangen door burgers. Op basis van getuigenissen van voormalige militairen (Verhoeven, 2012) werden in het kamp geregeld blus oefeningen gehouden en dit volgens een strikt schema. Op basis van de beschikbare gegevens is het momenteel echter niet duidelijk waar de brandoefeningen werden gehouden en in hoeverre zowel gebruik werd gemaakt van water als van schuim.

Ook wordt op het grondplan de aanwezigheid van een P.O.L. compound (opslag van Petrol, Oil and Lubricants). (nr. 42) aangegeven. Specifiek voor Grobbendonk wordt aangegeven dat de benzineopslagtanks zich bevonden op vierkante platformen en dat aan elke tank een systeem bevestigd was dat schuim produceerde voor het geval er brand uitbrak (De Rynck and Verhoeven, 2011). Gezien de algemene angst voor brand in de kazernes is het hoogstwaarschijnlijk dat dit systeem ook in Kamp A gehanteerd werd.

Sinds 2001 is het Provinciaal Instituut voor Brandweer- en Ambulancieropleiding (PIBA) op de site gevestigd (IGEAN, 2010). Vanaf 2007 worden alle provinciale opleidingen voor politie, brandweer en dringende geneeskundige hulpverlening ondergebracht op de site te Ranst en wordt te site aangeduid als Campus Vesta (Campus Vesta, 2017).

Een schematisch overzicht van de historiek van de site wordt in Tabel 2 weergegeven. Een luchtfoto van de site d.d. 2010 met aanduiding van de verharding en gebouwen wordt weergegeven in bijlage 7.2. Op basis van het uitgevoerde VBO (Tauw; 2021) en de webpagina van Campus Vesta zou ter hoogte van de site enkel in de periode 2001 – 2007 gebruik zijn gemaakt van PFOS houdend blusschuim. Bovendien werd voor Campus Vesta een oefenschuim ontwikkeld zonder milieubelastende producten (Campus Vesta, 2022). De meeste oefeningen zouden hebben plaatsgevonden ter hoogte van oefenplaat A (zie bijlage 7.2). Deze oefenplaat, bestaande uit een vloeistofdichte betonverharding, met bijhorend bufferbekken voor de opvang en de recuperatie van het bluswater situeert zich in het zuidelijke deel van perceel B458K, ter hoogte van de perceelsgrens met A29H. Verder werden er bijkomende maatregelen genomen om de kans op verontreiniging te beperken, waaronder de aanleg van een muurtje rondom het grootste deel van de oefenplaat om het bluswater binnen de piste te houden. Sinds 2018 wordt het bluswater dat op de oefenplaat terecht komt via een centrale afvoergoot afgeleid naar bezinkingsbekkens van waaruit het water wordt afgevoerd naar een waterzuiveringsinstallatie. Vervolgens wordt het gezuiverde water opgeslagen in een ondergronds bufferbekken waarna het terug gebruikt wordt bij nieuwe brandoefeningen en voor koeling van de piste om schade aan de betonverharding te vermijden (Tauw, 2021; Campus Vesta, 2023). Tot 2018 gebeurde de afwatering van het bufferbekken naar een gracht die ter hoogte van de site ingebuisd is. Ter hoogte van perceel A29D is de gracht echter opnieuw toegankelijk.

Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat ook door verwaaiing van het blusschuim tijdens oefeningen verontreiniging in de omgeving van de oefenplaat kan zijn opgetreden.

Tabel 2: Schematisch overzicht historiek terreinen Campus Vesta (Bungeneers, 2010; Igean, 2010; Campus Vesta, 2017, Tauw, 2021)

Periode	Activiteit	Opmerking
< 1950	Geen gegevens beschikbaar	
1952 – 1992 <ul style="list-style-type: none"> • 1952 – 1970 • 1970 - 1992 	Britse militaire basis <ul style="list-style-type: none"> • Administratief centrum • Militair hoofdkwartier Kampen in de omgeving van Antwerpen 	<ul style="list-style-type: none"> • Brandweerkazerne aanwezig • Brandblus oefeningen • P.O.L opslag, waarbij benzine opslagtanks voorzien zijn van een systeem dat schuim produceerde bij brand • Munitieopslagplaats ¹
2001 – heden <ul style="list-style-type: none"> • 2001 • 2002 • 2004 • 2005 • 2006 • 2007 • 2010 • 2016 • 2018 	Oefensite voor hulpdiensten <ul style="list-style-type: none"> • Brandplaat en oefengebouw voor warme brandweertrainingen • Treinsite met treinwrakken • Plaatsing oefencontainers voor <i>flashover</i> en <i>backdraft</i> • Bootel: container opstelling voor het blussen op een schip en op besloten ruimtes • Oefensite vliegtuigwrak • Autoweg voor ensceneren van verkeersongevallen • Appartementgebouw met warme kant voor brandweeroefeningen • Bouw industriële brandplaat met innovatieve waterzuivering via een gesloten circuit • Nieuwe oefenplaat voor zware industriële brandbestrijding en rampen bij Seveso-bedrijven 	

3.1.1.2 Hydrogeologische karakteristieken

Op basis van de boorprofielen opgemaakt tijdens de uitvoering van het BBO (Abesim, 2005) werden op de site puinlagen (aanvullingen) aangetroffen bestaande uit bakstenen, assen en glas met een maximale aangetroffen diepte van 2,8 m. De toplaag van de bodem werd gekarakteriseerd als donkergrijs zwak tot matig siltig zand, met plaatselijk het voorkomen van leemlenzen en organisch materiaal voor. De dikte van deze toplaag varieert sterk, nl. 0 - 4,5 m-mv.

Tijdens de uitvoering van het VBO bevond het grondwater zich op een diepte van 0,44 – 1,98 m-mv. Op basis van de tijdens het BBO genivelleerde grondwaterstanden wordt aangenomen dat het grondwater in noord-noordoostelijke richting migreert.

¹ <https://joemasonspage.wordpress.com/2011/10/07/emblem-belgium/>

3.1.1.3 Overzicht aangetroffen verontreiniging

Ter hoogte van de voormalige papierfabriek De Naeyer in Willebroek werd een verontreiniging met PFAS in de grond en het grondwater vastgesteld. Staalnames werden uitgevoerd in 2021 (Sertius, 2021). De waargenomen concentraties van PFCA's, PFSA's, n:2 FTS, PFASA's en PAP's zijn weergegeven in Tabel 3. Slechts voor 2 peilbuizen werden meer dan alleen de concentraties van PFOA en PFOS in het grondwater bepaald.

Tabel 3: Overzicht van PFAS-concentraties voor 4 families waargenomen in bodem en grondwater te Ranst (Campus Vesta)

PFAS	#C	Bodem ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$); n = 10 0 - 0,5 m-mv			Grondwater (ng/L); n = 4 3,5 - 6 m-mv		
		min.	max.	gem.	min.	max.	gem.
PFCA		PFCA			PFCA		
PFBA	4	<0,10	0,4	0,4	270	560	448
PFPeA	5	<0,10	2,3	0,9	1.050	2.190	1.650
PFHxA	6	<0,10	1,5	0,6	1.020	1.800	1.368
PFHpA	7	<0,11	0,7	0,3	320	745	496
PFOA	8	<0,10	2,3	1,8	268	1.590	695
PFNA	9	<0,10	1,3	0,5	<10	55	40
PFDA	10	<0,10	12,0	2,9	<10	37	37
PFUnDA	11	<0,10	14,0	3,1	<10	<10	-
PFDoA	12	<0,10	79,2	18,5	<10	<10	-
PFTriDA	13	<0,10	11,7	2,7	<10	<10	-
PFTeDA	14	<0,10	32,1	7,1	<10	<10	-
PFHxDA	16	<0,10	7,7	4,0	<10	<10	-
PFODA	18	<0,10	0,1	-	<10	<10	-
PFSA		PFSA			PFSA		
PFBS	4	<0,10	0,2	0,2	104	441	311
PFPeS	5	<0,10	0,3	0,3	260	564	433
PFHxS	6	0,2	7,1	1,6	2.650	8.840	4.528
PFHpS	7	<0,10	2,4	0,6	51	1.440	488
PFOS	8	<0,10	172,0	57,7	298	5.790	3.045
PFECHS	8	<0,10	<0,10	-	<10	<10	-
PFNS	9	<0,10	19,5	6,5	<10	71	-
PFDS	10	<0,10	69,2	14,2	<10	<10	-
PFDoS	12	<0,10	51,7	11,2	<10	<10	-
n:2 FTS		n:2 FTS			n:2 FTS		
4:2 FTS	6	<0,10	<0,10	-	<10	<10	-
6:2 FTS	8	<0,10	5,5	1,4	99	4.400	1.475
8:2 FTS	10	<0,10	22,1	8,1	<10	175	-
10:2 FTS	12	<0,10	158,0	36,1	<10	<10	-
PFASA		PFASA			PFASA		
PFOSA	8	<0,10	94,1	22,4	<10	<10	-
MeFOSA	9	<0,10	6,5	3,6	<10	<10	-
EtFOSA	10	<0,10	118,0	27,8	<10	<10	-
MetFOSAA	11	<0,10	3,9	3,0	<10	<10	-
EtFOSAA	12	<0,10	96,8	32,9	<10	<10	-

3.1.1.4 Keuze staalnamelocaties

Op basis van de beschikbare analyseresultaten in zowel bodem als grondwater en de locatie van beschikbare peilbuizen werden de locaties ter hoogte van boring 2 (t.h.v. de blusplaat) en boring 6 (oostelijk perceelsgrens, perceel 29D) geselecteerd voor staalname i.k.v. de studie betreffende de PFAS uitloging. Een samenvattend overzicht van de tijdens de uitvoering van het verkennend bodemonderzoek waargenomen concentraties in bodem en grondwater ter hoogte van deze locaties wordt weergegeven in respectievelijk Tabel 4 en Tabel 5 (Tauw, 2021).

Tabel 4: Samenvattend overzicht van de waargenomen concentraties in het vaste deel van de aarde t.h.v. locaties geselecteerd te Campus Vesta voor bijkomende staalname i.f.v. de uitvoering van uitloogproeven.

Boring	B2	B2	B6	B6
Locatie	Blusplaat	Blusplaat	P29D	P29D
Datum staalname	16/07/2021	16/07/2021	16/07/2021	16/07/2021
Diepte staalname	0,8-1,0	3,0-3,5	0,1-0,2	0,2-0,5
Parameters	µg/kg ds	µg/kg ds	µg/kg ds	µg/kg ds
PFCAs (4-7C)	<RG	2,35	0,87	1,24
PFOA (8C)	0,78	0,51	0,7	0,46
PFCAs (9-18C)	<RG	<RG	14,19	2,89
PFSAs (4-7C)	0,19	<RG	1,60	0,75
PFOS (8C)	172	1,98	24,4	12,5
PFSAs (8-12C)	0,43	<RG	6,66	8,82
n:2 FTS (8-12C)	4,75	0,24	7,59	2,13
PFASAs (8-12C)	<0,10	<RG	11,67	13,68
Som gemeten PFAS (n=36)	183	7,44	60,14	30,31

- PFCAs (4-7C): som gemeten PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA
- PFCAs (9-18C): som gemeten PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDaA, PFTrDA, PFTeDA, PFHxDA, PFODA
- PFSAs (4-7C): som gemeten PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS
- PFSAs (8-12C): som gemeten PFECBS, PFNS, PFDS, PFDoS
- n:2 FTS = som gemeten 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS, 10:2 FTS
- PFASAs = som gemeten PFOSA, MeFOSA, EtFOSA, EtFOSAA, MeFOSAA
- Adona, HFPODA, 6:2 diPAP, 6:2/8:2 diPAP en 8:2 diPAP zijn niet opgenomen in Tabel 4 (analyseresultaten < RG)
- <RG: geen waarden gemeten boven rapportagegrens
- som gemeten PFAS= som van de gerapporteerde concentraties van de geanalyseerde parameters volgens het lower bound principe. Analyseresultaten < RG worden hierbij gelijkgesteld aan "0".

Tabel 5: Samenvattend overzicht van de waargenomen grondwaterconcentraties t.h.v. locaties geselecteerd te Campus Vesta voor bijkomende staalname i.f.v. de uitvoering van uitloogproeven

Peilbuis	P2	9004	9005
Locatie	Blusplaat	Blusplaat	P29D
Datum staalname	24/08/2021	24/08/2021	24/08/2021
Filterdiepte (m-mv)	3,7-4,7	5,1-6,1	4,0-5,0
Grondwaterstand (m-mv)	3,28	3,25	2,4
Parameters	ng/L	ng/L	ng/L
PFCAs (4-7C)	5.295	4.127	2.660
PFOA (8C)	1.590	274	674
PFCAs (9-18C)	26	<RG	91
PFSAs (4-7C)	11.093	3.495	3.653
PFOS L (8C)	4.520	298	5.790
PFSAs (8-12C)	<RG	<RG	71
n:2 FTS (8-12C)	4.400	239	1.335
PFASAs (8-12C)	<RG	<RG	<RG
Som gemeten PFAS (n = 36)	26.933	8.591	14.247

- PFCAs (4-7C): som gemeten PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA
- PFCAs (9-18C): som gemeten PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDaA, PFTrDA, PFTeDA, PFHxDA, PFODA
- PFSAs (4-7C): som gemeten PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS
- PFSAs (8-12C): som gemeten PFECHS, PFNS, PFDS, PFDoS
- n:2 FTS = som gemeten 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS, 10:2 FTS
- PFASAs = som gemeten PFODA, PFDOS, MeFOSA, EtFOSA, EtFOSAA, MeFOSAA
- Adona, HFPODA, 6:2 diPAP, 6:2/8:2 diPAP en 8:2 diPAP zijn niet opgenomen in Tabel 5 (analyseresultaten < RG)
- <RG: geen waarden gemeten boven rapportagegrens
- som gemeten PFAS= som van de gerapporteerde concentraties van de geanalyseerde parameters volgens het lower bound principe. Analyseresultaten < RG worden hierbij gelijkgesteld aan "0".

3.1.2 Willebroek

3.1.2.1 Historiek

Ter hoogte van de voormalige papierfabriek De Naeyer in Willebroek werd een verontreiniging met PFAS in de grond en het grondwater vastgesteld. De voormalige fabriek werd in 1860 opgericht voor in eerste instantie de productie van papierstof. Reeds in 1874 en in 1876 vond een uitbreiding plaats voor de productie van respectievelijk papier en de productie van stoomketels (Steyaert, 1995). In mei 2004 werd de productie als gevolg van een faillissement stopgezet (Abesim, 2005). In 2017 werd van start gegaan met de herontwikkeling van de site tot een nieuwe woon- en werkomgeving.

Een gedetailleerd historisch onderzoek met aandacht voor de toepassing van PFAS werd uitgevoerd door Sertius (2021). Een overzicht wordt gegeven in Tabel 6. Belangrijk in het kader van de (diffuse)

verontreinigingsproblematiek is de afvoer van afvalwater via de Fabrieksloop en de aanwezigheid van bezinkingsbekkens ter hoogte van het Broek De Naeyer.

Tabel 6: Schematisch overzicht historiek voormalige papierfabriek te Willebroek (DN, 1960) Stevaert, 1995, Abesim, 2005, Sertius, 2021a)

Periode	Activiteit	Opmerking
< 1860	Agrarisch gebied met turfputten en lokale bewoning	
1860 – 2004 <ul style="list-style-type: none"> • 1860 • 1874 • 1876 • begin jaren 1960 • 1985 • 2004 	voormalige papier- en ketelfabriek: <ul style="list-style-type: none"> • productie papierdeeg • papierproductie • productie stoomketels • nieuwe papierkwaliteit • stopzetting papierdeegproductie • stopzetting activiteiten 	<ul style="list-style-type: none"> • basispapier voor siliconisering (DELTA) • productie vetwerende papieren (PERGA)
<ul style="list-style-type: none"> • Periode niet gekend • 1974 	Brand gerelateerde activiteiten <ul style="list-style-type: none"> • Bedrijfsbrandweer • grote bedrijfsbrand 	<ul style="list-style-type: none"> • Oefeningen 1x per maand

3.1.2.2 Hydrogeologische karakteristieken

Op basis van de boorprofielen opgemaakt tijdens de uitvoering van het BBO (Abesim, 2005) werden op de site puinlagen (aanvullingen) aangetroffen bestaande uit bakstenen, assen en glas met een maximale aangetroffen diepte van 2,8 m. De toplaag van de bodem werd gekarakteriseerd als donkergrijs zwak tot matig siltig zand, met plaatselijk het voorkomen van leemlenzen en organisch materiaal voor. De dikte van deze toplaag varieert sterk, nl. 0 - 4,5 m-mv.

Tijdens de uitvoering van het VBO bevond het grondwater zich op een diepte van 0,44 – 1,98 m-mv. Op basis van de tijdens het BBO genivelleerde grondwaterstanden wordt aangenomen dat het grondwater in noord-noordoostelijke richting migreert.

3.1.2.3 Overzicht aangetroffen verontreiniging

Ter hoogte van de voormalige papierfabriek De Naeyer in Willebroek werd een verontreiniging met PFAS in de grond en het grondwater vastgesteld. Staalnames werden uitgevoerd in 2021 (Sertius, 2021). De waargenomen concentraties van PFCA's, PFSA's, n:2 FTS, PFASA's en PAP's zijn weergegeven in Tabel 7. Slechts voor 2 peilbuizen werden meer dan alleen de concentraties van PFOA en PFOS in het grondwater bepaald.

Tabel 7: Overzicht van PFAS-concentraties voor vijf families in bodem en grondwater Willebroek (oude papierfabriek)

PFAS	#C	bodem ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$); n = 85 0 - 0,7 m-mv			grondwater (ng/L); n = 2 2,0 - 3,0 m-mv		
		min.	max.	gem.	min.	max.	gem.
PFCA		PFCA			PFCA		
PFBA	4	<0,2	1,4	0,5	41	100	71
PFPeA	5	<0,2	2,5	0,6	150	160	155
PFHxA	6	<0,2	4	0,8	250	310	280
PFHpA	7	<0,2	4,9	1,0	410	460	435
PFOA	8	0,2	61	7,4	1.800	28.000	8.363
PFNA	9	<0,2	9,6	1,2	11	300	156
PFDA	10	<0,2	32	4,1	2	520	261
PFUnDA	11	<0,2	6,3	0,9	<1	7	-
PFDoA	12	<0,2	19	2,0	<1	3	-
PFTtDA	13	<0,2	1,9	0,8	<1	<1	-
PFTeDA	14	<0,2	4,6	0,9	<1	<1	-
PFHxDA	16	<0,2	<0,2	-	<1	<1	-
PFODA	18	<0,2	<0,2	-	<1	<1	-
PFSA		PFSA			PFSA		
PFBS	4	<0,2	<0,2	-	14	15	15
PFPeS	5	<0,2	<0,2	-	4	8	6
PFHxS	6	<0,2	1,3	0,7	38	65	52
PFHpS	7	<0,2	10	1,2	9	85	47
PFOS	8	<0,2	2.100	97,2	420	6.100	3.569
PFECHS	8	<0,2	<0,2	-	2	99	51
PFNS	9	<0,2	0,2	0,2	<1	2	-
PFDS	10	<0,2	<0,2	-	<1	<1	-
PFDoS	12	<0,2	<0,2	-	<1	<1	-
n:2 FTS		n:2 FTS			n:2 FTS		
4:2 FTS	6	<RG	<RG	-	<1	<1	-
6:2 FTS	8	<RG	<RG	-	11	13	12
8:2 FTS	10	<RG	<RG	-	<1	3	-
10:2 FTS	12	<RG	<RG	-	<4	<4	-
PFASA		PFASA			PFASA		
PFOSA	8	<0,2	200	20,4	1	1.100	551
MeFOSA	9	1,5	1,5	1,5	<2	4	-
EtFOSA	10	<0,5	65	6,0	<4	200	200
MetFOSAA	11	<RG	12	-	4	1.900	560
EtFOSAA	12	<0,5	1.900	133,5	<1	26	-
PAP's		PAP's			PAP's		
6:2 diPAP	16	<0,5	13	6,2	<10	<10	-
6:2/8:2 diPAP	18	<0,5	37	5,4	<10	<10	-
8:2 diPAP	20	<0,2	39	3,8	<1	<2	-

3.1.2.4 Keuze staalnamelocaties

Op basis van de beschikbare analyseresultaten in zowel bodem als grondwater en de locatie van beschikbare peilbuizen werden de locaties ter hoogte van de peilbuizen PWP1, PWP2 en PW4, verder aangegeven als “nieuwe wijk” en de peilbuizen PWP5 en PWP6, verder aangegeven als “parking” geselecteerd voor staalname i.k.v. de studie betreffende de PFAS uitloging. Een samenvattend overzicht van concentraties waargenomen in bodem tijdens het verkennend bodemonerzoek ter hoogte van deze locaties wordt weergegeven in Tabel 8 (Sertius, 2021).

Tabel 8: Samenvattend overzicht van de waargenomen concentraties in het vaste deel van de aarde t.h.v. locaties geselecteerd te Willebroek voor bijkomende staalname i.f.v. de uitvoering van uitloogproeven

Boring	B7	B7	B18
Locatie	Nieuwe wijk	Nieuwe wijk	Parking
Datum staalname	17/08/2021	17/08/2021	24/08/2021
Diepte staalname	0-0,2	0,3-0,7	0-0,2
Parameters	µg/kg ds	µg/kg ds	µg/kg ds
PFCAs (4-7C)	11,3	<RG	<RG
PFOA (8C)	39	12	15
PFCAs (9-18C)	5,7	3,1	41,6
PFSAs (4-7C)	2,3	1,3	<RG
PFOS (8C)	200	110	230
PFSAs (8-12C)	<RG	<RG	<RG
n:2 FTS (8-12C)	<RG	<RG	<RG
PFASAs (8-12C)	105	80,5	931
PAPs (16-20)	6,4	12,9	72
Som gemeten PFAS (n = 36)	370	230	1274

- PFCAs (4-7C): som gemeten PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA
- PFCAs (9-18C): som gemeten PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoA, PFTrDA, PFTeDA, PFHxDA, PFODA
- PFSAs (4-7C): som gemeten PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS
- PFSAs (8-12C): som gemeten PFECHS, PFNS, PFDS, PFDoS
- n:2 FTS = som gemeten 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS, 10:2 FTS
- PFASAs = som gemeten PFODA, PFDOS, MeFOSA, EtFOSA, EtFOSAA, MeFOSAA
- PAPs = som gemeten 6:2 diPAP, 6:2/8:2 diPAP en 8:2 diPAP
- Adona en HFPODA zijn niet opgenomen in Tabel 8 (analyseresultaten < RG)
- <RG: geen waarden gemeten boven rapportagegrens
- som gemeten PFAS= som van de gerapporteerde concentraties van de geanalyseerde parameters volgens het lower bound principe. Analyseresultaten < RG worden hierbij gelijkgesteld aan “0”.

3.2 BODEM- EN GRONDWATERSTAALNAME

3.2.1 Bijkomend veldwerk

3.2.1.1 Algemeen overzicht

Op basis van de uitgevoerde deskstudie (§3.1) werd zowel op de locatie van Campus Vesta als te Willebroek bijkomend veldwerk uitgevoerd. Het veldwerk werd uitgevoerd door de eBSD Tauw of een onderaannemer van Tauw. Een samenvattend overzicht van het uitgevoerde veldwerk wordt gegeven in Tabel 9. Een overzicht van de bijgeplaatste boringen en peilbuizen wordt weergegeven in respectievelijk Tabel 10 en Tabel 11. De desbetreffende boorprofielen en het veldverslag zijn opgenomen in respectievelijk bijlage 7.3 en bijlage 7.4.

Zowel de stalen van het vaste deel van de aarde als van het grondwater werden aan het VITO-labo overgemaakt voor analyse. De analyses werden uitgevoerd conform de vigerende procedures CMA/3/D en WAC/IV/A/025.

Een heranalyse van het extract was noodzakelijk omwille van onderstaande redenen:

- 1) de hoge concentraties vielen buiten het meetbereik van de methode, een verdunding van het extract was noodzakelijk;
- 2) een aantal PFAS-componenten werden indicatief gerapporteerd omdat er niet voldaan werd aan de opgelegde kwaliteitseisen (QC)."

Tabel 9: Overzicht uitgevoerd veldwerk i.k.v. de uitloogstudie

Datum	Uitvoerder	Actie
Campus Vesta (Ranst)		
01/09/2022	Tauw	Plaatsing boringen (B800, B802) d.m.v. liners (Geoprobe)
		Plaatsing peilbuizen (PB800*, PB802)
		Staalname vaste deel van de aarde
28/09/2022	Tauw	Grondwaterstaalname (PB800, PB8902, PB9005, P2)
De Naeyer (Willebroek)		
08/09/2022	Onderaannemer TauW	Plaatsing boringen (PWB4, PWB5, PWB6) d.m.v. edelmanboor
		Plaatsing peilbuizen (PWP5, PWP6)
		Staalname vaste deel van de aarde
		Grondwaterstaalname (PWP1, PWP2, PWP5, PWP6)

Tabel 10: Overzicht van de geplaatste boringen

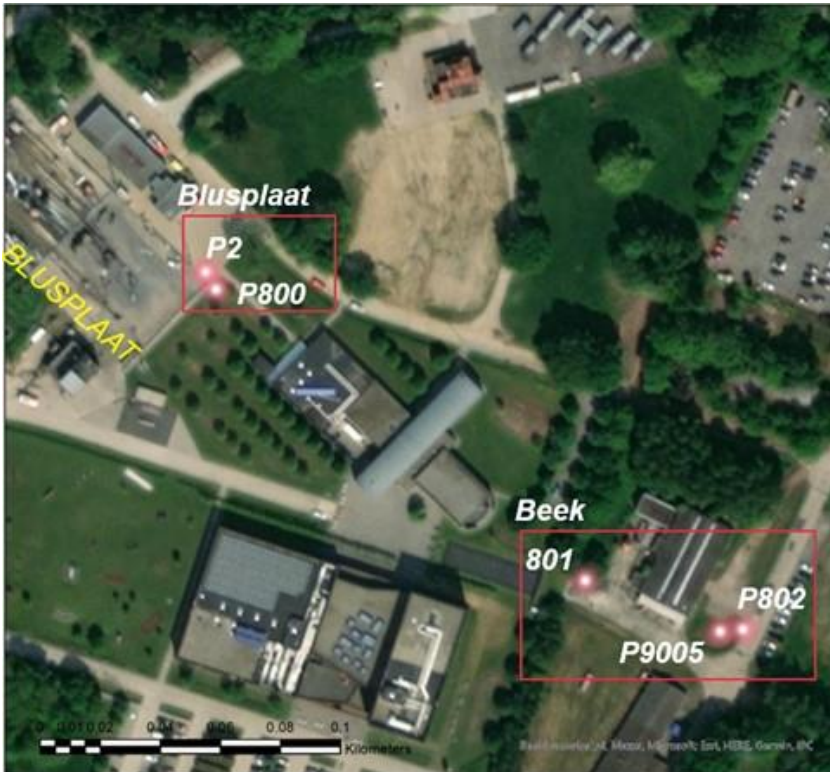
BORING	PLAATSING	DIEPTE m-mv	X m	Y m	STAALNAME	UITVOERING	OPMERKING
Campus Vesta (Ranst)							
800 (= PB1)	01/09/2022	7,20	167489	207260	Geoprobe / Liners	Tauw	Afwerking tot peilbuis, verwarring met labelling
801	01/09/2022	0,70	167612	207163	Geoprobe / Liners	Tauw	Gestaakt op verharding
801-bis	01/09/2022	0,70	167612	207163	Geoprobe / Liners	Tauw	Gestaakt op verharding
801-tris	01/09/2022	0,70	167612	207163	Geoprobe / Liners	Tauw	Gestaakt op verharding
802	02/09/2022	7,00	167657	207146	Geoprobe / Liners	Tauw	Afgewerkt tot peilbuis
De Naeyer (Willebroek)							
PWB4	08/09/2022	1,80	149840	194672	edelmanboor	Tauw	
PWP5	08/09/2022	3,10	149790	194386	edelmanboor	Tauw	Afgewerkt tot peilbuis
PWP5a	08/09/2022	0,50	149790	194386	edelmanboor	Tauw	Gestaakt
PWP6	08/09/2022	5,15	149790	194386	edelmanboor	Tauw	Afgewerkt tot peilbuis

Tabel 11: Overzicht van de geplaatste peilbuizen

PEILBUIS	DATUM PLAATSING	FILTERDIEPTE m-mv	X m	Y m	INTERNE DIAMETER PEILBUIS cm	STAALNAME DATUM
Campus Vesta (Ranst)						
2	16/07/2021	3,70 - 4,70	167486	207266	32	28/09/2022
800 (PB1)	01/09/2022	6,00 - 7,00	167489	207260	50	28/09/2022
802	02/09/2022	5,90- 6,90	167657	207146	50	28/09/2022
9005	16/07/2021	4,00 - 5,00	167665	207147	32	28/09/2022
De Naeyer (Willebroek)						
PWP1	Niet bekend		149840	194672	32	28/09/2022
PWP2	Niet bekend		149840	194672	32	28/09/2022
PWP5	08/09/2022	2,10 - 3,10	149790	194386	50	28/09/2022
PWP6	08/09/2022	4,10 - 5,10	149790	194386	50	28/09/2022

3.2.1.2 Locaties

De staalnamelocaties ter hoogte van Campus Vesta zijn weergegeven op Figuur 5. In het vervolg van dit rapport, bij de interpretatie van de meetresultaten, zal verwezen worden naar locaties “Blusplaat” (P2 en P800) en “Beek” (P801, P802 en P9005).



Figuur 5: Campus Vesta, locaties boringen en peilbuizen geplaatst i.k.v. de uitloogstudie

Figuur 6 toont de locaties van staalnames die in kader van deze studie genomen zijn ter hoogte van de oude papierfabriek te Willebroek. In het vervolg van dit rapport wordt verwezen naar locaties ‘nieuwe wijk’ (PWP 1, PWP 4 en PWP 2) en ‘Parking’ (PWP 6 en PWP 5) bij de interpretatie van de meetresultaten.



Figuur 6: Willebroek, boringen en peilbuizen geplaatst i.k.v. de uitloogstudie

3.2.2 Gemeten concentraties

De analyseverslagen met PFAS-concentraties van zowel bodem als grondwaterstalen genomen in september oktober 2022 zijn opgenomen in bijlage 7.5. De waargenomen concentraties worden in de onderstaande paragrafen verder besproken.

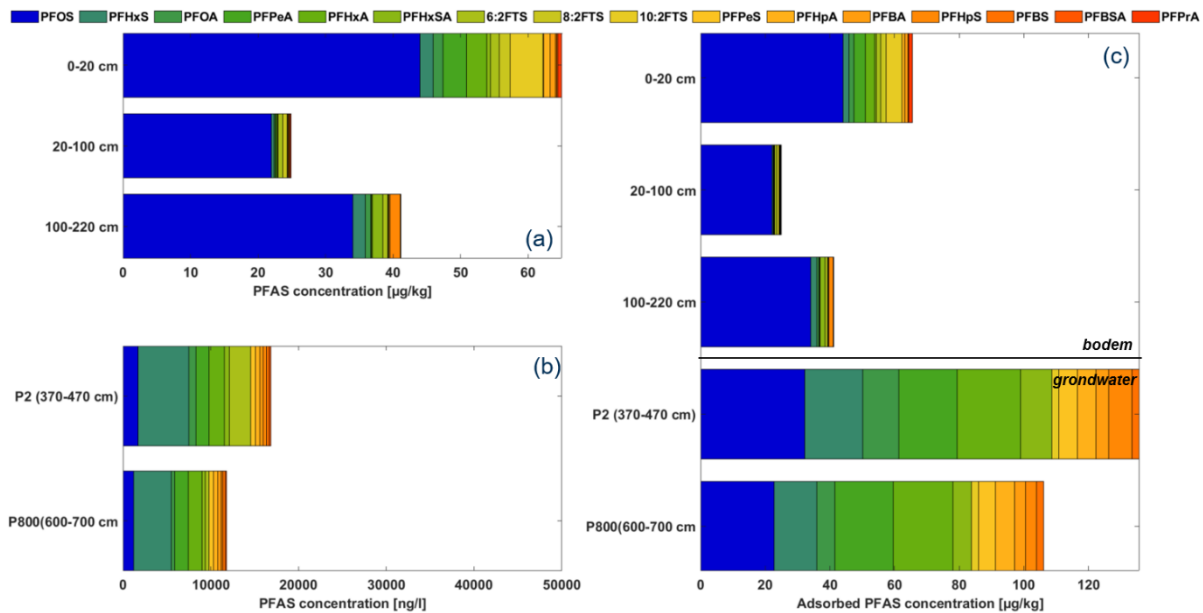
3.2.2.1 Campus Vesta

Een overzicht van de gemeten PFAS-concentraties nabij de blusplaat te Campus Vesta wordt weergegeven in Figuur 7. Figuur 7a toont dat in de bodem PFOS dominant is, waarbij de hoogste concentraties in de toplaag (0-20 cm) worden aangetroffen (44 µg/kg). De PFOS- concentraties in de onderliggende lagen bedragen respectievelijk 22 en 34 µg/kg. Naast PFOS, zijn PFPeA (3,50 µg/kg), PFHxA (3 µg/kg) en 10:2 FTS (4,90 µg/kg) de meest voorkomende PFAS in de toplaag. Deze worden ook aangetroffen dieper in de bodem, maar in lagere concentraties.

In het grondwater (Figuur 7b) is vooral PFHxS aanwezig (5.800 en 4.300 ng/l op respectievelijk 4 en 6,5m diep). In tegenstelling tot de bodemconcentraties, is het aandeel van PFOS relatief laag in het grondwater (1.700 en 1.200 ng/l). Beide stoffen zijn goed voor ongeveer 45 % van de totale PFAS-concentratie in het grondwater. De overige 55% bestaat uit een diverse PFAS (o.a. PFOA, PFPeA, PFHxA, PFHxSA). De relatief hogere concentratie van deze PFAS in het grondwater in vergelijking met de bodemconcentraties, lijkt te suggereren dat deze stoffen makkelijk uitlogen en in mindere mate geadsorbeerd worden in de bodem. Dit gedrag zal verder geverifieerd worden op basis van de schud- en kolomproeven.

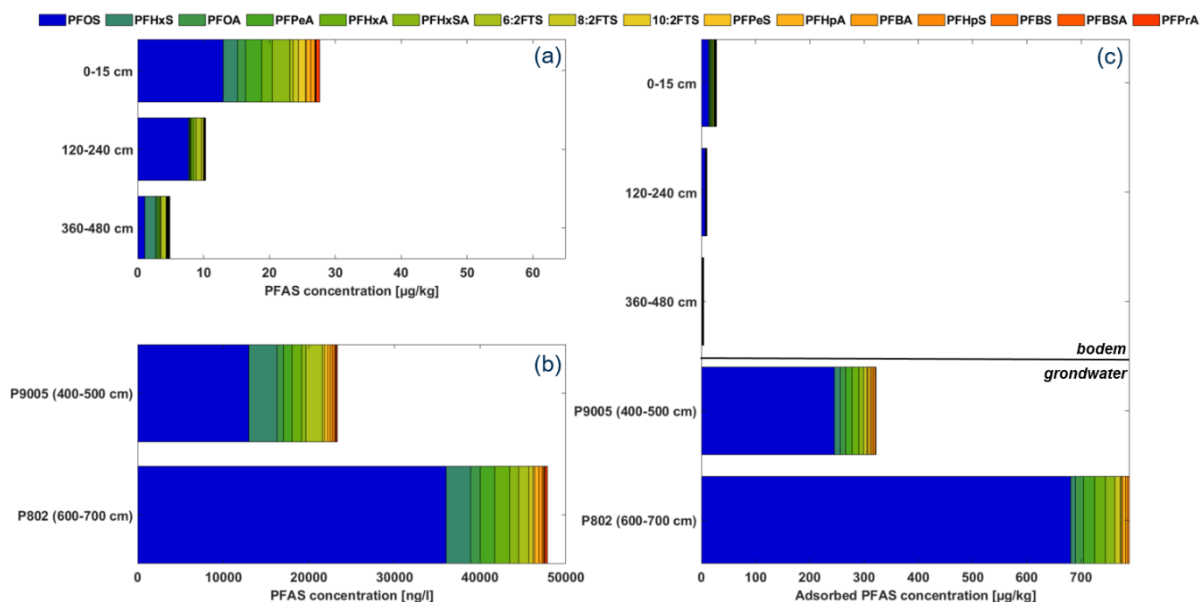
Merk op dat PFAS-concentraties in bodem en grondwater in een verschillende eenheden uitgedrukt. Bodemconcentraties worden uitgedrukt in µg/kg en geven aan hoeveel PFAS aan de bodem is geadsorbeerd. Grondwaterconcentraties duiden op de hoeveelheid opgeloste PFAS in het grondwater en worden uitgedrukt

in ng/l. Beide concentraties kunnen daardoor niet rechtstreeks met elkaar vergeleken worden. Op basis van berekende Kd-waardes afgeleid in het kader van deze studie (zie sectie 3.3.3.4, Tabel 21) werden de gemeten grondwater-concentraties omgerekend naar geadsorbeerde evenwichtsconcentraties. Dit laat toe om na te gaan hoe de PFAS-concentraties in bodem en grondwater zich verhouden tot elkaar. Figuur 7c is een 'blend' van Figuur 7a en Figuur 7b waarbij de grondwater-concentraties uit Figuur 7b met de berekende Kd-waardes werden omgerekend naar $\mu\text{g}/\text{kg}$. De figuur toont aan dat de PFAS-concentraties in de verzadigde zone duidelijk hoger zijn dan de concentraties gemeten in de onverzadigde zone. Daarnaast wordt ook duidelijk dat PFOA, PFPeA, PFHxA, PFHxSA veel sterker vertegenwoordigd zijn in het grondwater dan in de bodem. PFOS daarentegen is de dominante PFAS in de bodem.



Figuur 7: Campus Vesta (nabij blusplaat), overzicht van gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater (a en b), samen met geadsorbeerde PFAS-concentraties in bodem (gemeten) en grondwater (berekende evenwichtsconcentraties op basis van Kd-waarde) (c) (staalname 09/2022)

Figuur 8 is gelijkaardig aan Figuur 7 maar toont de gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater nabij de beek. PFOS is zowel in bodem als grondwater dominant. Merk op dat de totale PFAS-concentraties (tussen de 23.000 en 48.000 ng/l) in het grondwater significant hoger zijn in vergelijking met de concentraties nabij de blusplaat. Figuur 8c heeft duidelijk aan dat de PFAS-concentraties in de bodem verwaarloosbaar zijn in vergelijking met de concentraties in het grondwater. Zoals aangehaald in paragraaf 3.1.1 functioneerde de beek als drainagesysteem van het bluswater. Mogelijks infiltreerde er beekwater naar het grondwater, wat zo de hoge PFAS-concentraties in het grondwater kan verklaren. Dit is louter een hypothese en dient verder onderzocht te worden.



Figuur 8: Campus Vesta (nabij beek), overzicht van gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater (a en b), samen met geadsorbeerde PFAS-concentraties in bodem (gemeten) en grondwater (berekende evenwichtsconcentraties op basis van Kd-waarde) (c) (staalname 09/2022)

De concentraties van de geanalyseerde PFAS in bodem en grondwater voor de vier belangrijkste PFAS-families (PFCAs, PFSA's, PFASA's en n:2 FTS's) zijn samengevat in Tabel 12: Overzicht van gemeten PFAS-concentraties voor vier PFAS-families in grondwater en bodem op de site van Campus Vesta te Ranst. Daarbij zijn de gemiddelde bodem- en grondwaterconcentraties (gemiddelde genomen over de verschillende dieptes) per site weergegeven. De getallen in de grijze kolommen geven de gemiddelde concentratie weer berekend over de twee sites.

Voor de PFCA's (perfluoroalkyl carbonzuren) zien we dat vooral de kortere ketens (ketens waarbij #C < 9) in het grondwater terecht gekomen zijn, en nauwelijks nog in de bodem aanwezig zijn. De concentraties van de langere ketens daarentegen bevinden zich onder de detectielimiet voor het grondwater.

Bij de PFSA's (perfluoroalkyl sulfonzuren) zijn gelijkaardige conclusies te trekken: vooral de kortere ketens zijn uitgeloogd naar het grondwater. Daarbij zijn vooral PFHxS en PFOS dominant.

Voor de PFASA's (perfluoroalkyl sulfonamides) valt vooral de hoge concentratie PFHxSA op in het grondwater. Voor de andere PFAS van deze families zijn de gemeten concentraties in bodem en grondwater laag.

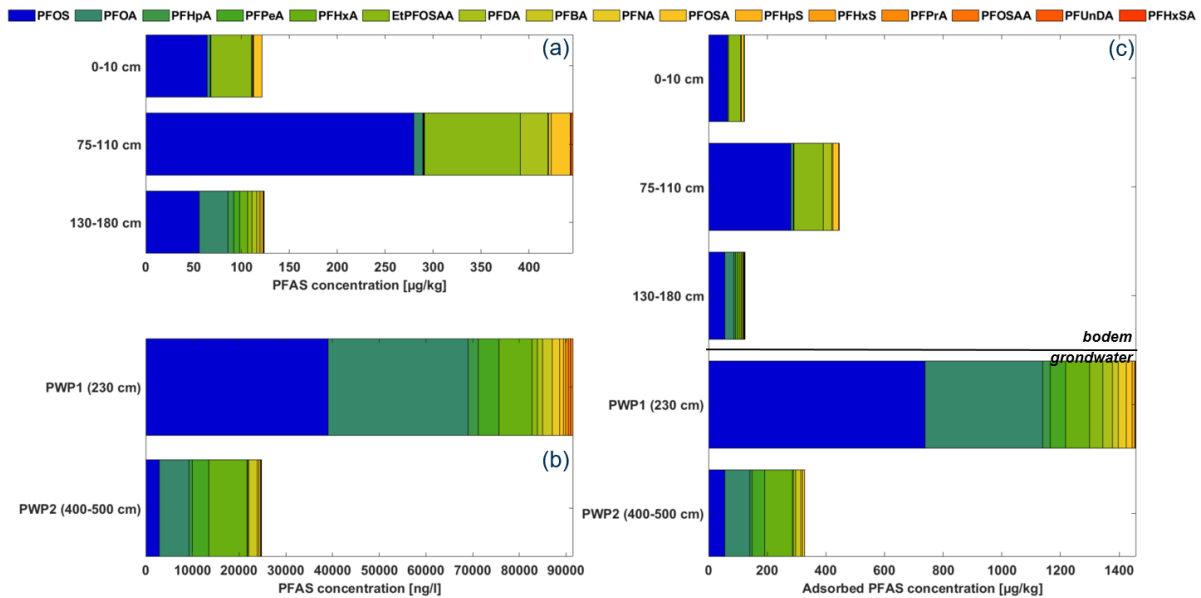
Voor de n:2 FTS's is de hoge concentratie van 6:2 FTS in het grondwater opmerkelijk. De concentraties van 4:2 FTS in de bodem (korte C-keten) bevinden zich onder de detectie-limiet. De hoogste bodemconcentraties worden waargenomen voor 10:2 FTS (langste C-keten).

Tabel 12: Overzicht van gemeten PFAS-concentraties voor vier PFAS-families in grondwater en bodem op de site van Campus Vesta te Ranst

PFCA							PFSA								
		Bodem (µg/kg)			Grondwater (ng/l)				Bodem (µg/kg)			Grondwater (ng/l)			
PFAS	#C	Gemiddeld	Blusplaat	Beek	Gemiddeld	Blusplaat	Beek	PFAS	#C	Gemiddeld	Blusplaat	Beek	Gemiddeld	Blusplaat	Beek
PFPrA	3	N.A.	N.A.	N.A.	126	155	96	PFBS	4	0.07	0.08	0.06	205	300	110
PFBA	4	0.28	0.32	0.25	353	375	330	PFPeS	5	0.08	<0.05	0.10	410	535	285
PFPeA	5	1.10	1.27	0.93	1425	1500	1350	PFHxS	6	1.37	1.40	1.33	4075	5050	3100
PFHxA	6	0.91	1.11	0.72	1525	1650	1400	PFHpS	7	0.32	0.58	0.06	245	295	195
PFHpA	7	1.33	0.39	0.27	445	495	395	PFOS	8	20	33	7	12975	1450	24500
PFOA	8	0.67	0.81	0.52	773	545	825	PFNS	9	0	0	0	11	<0.9	21
PFNA	9	0.35	0.48	0.22	93	17	169	PFDS	10	0.22	0.06	0.40	1	<0.9	1
PFDA	10	0.81	0.80	0.82	78	2	155	PFDoS	12	0.07	0.06	0.09	<0.9	<0.9	<0.9
PFUnDA	11	0.42	0.31	0.53	1.1	<0.9	1.3	PFASA							
PFDoA	12	0.54	0.35	0.73	<0.9	<0.9	<0.9	PFHxSA	6	0.88	0.69	1.07	640	470	810
PFTTrDA	13	0.10	0.10	0.10	<0.9	<0.9	<0.9	PFOSA	8	1.43	0.09	2.77	4	2.0	6
PFTeDA	14	0.21	0.19	0.22	<0.9	<0.9	<0.9	MePFOSA	9	0.06	<0.05	0.06	N.A.	N.A.	N.A.
PFHxDA	16	<0.05	<0.05	<0.05	N.A.	N.A.	N.A.	PFOSAA	10	N.A.	N.A.	N.A.	4	2.0	5
PFOA	18	<0.05	<0.05	<0.05	N.A.	N.A.	N.A.	EtPFOSA	10	0.24	<0.05	0.4	N.A.	N.A.	N.A.
n:2 FTS							MePFOSAA	11	0.06	0.08	<0.05	1	<0.9	1	
4:2FTS	6	<0.05	<0.05	<0.05	2.4	4	<0.9	EtPFOSAA	12	0.91	0.33	1	8	8	7
6:2FTS	8	0.82	0.93	0.71	1490	1430	1550								
8:2FTS	10	0.57	0.76	0.38	176.0	1	350								
10:2FTS	12	1.03	1.67	0.40	<0.9	<0.9	<0.9								

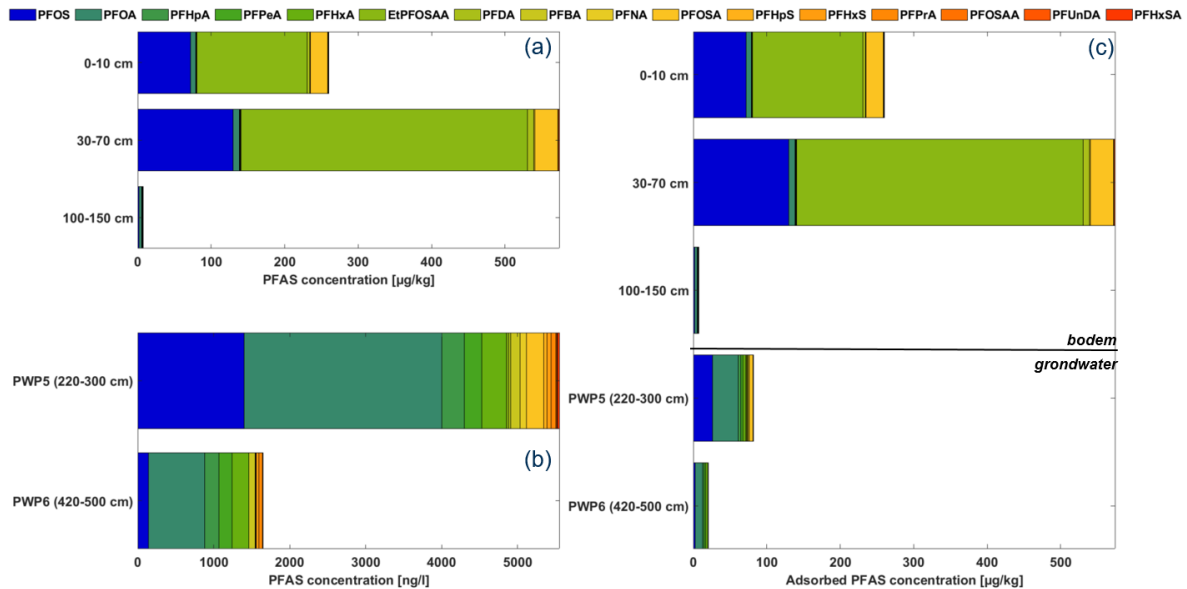
3.2.2.2 Willebroek

Ter hoogte van de 'nieuwe wijk' is PFOS het sterkst aanwezig in de bodem (gemiddeld 133 µg/kg over de drie geanalyseerde dieptes), gevolgd door EtPFOSAA (48,8 µg/kg), zoals weergegeven in Figuur 9. In het grondwater is er een groot verschil te merken in totale PFAS-concentraties tussen de twee bemonsterde dieptes. Het grondwater op 2,3 m diepte heeft een totale PFAS concentratie van meer dan 90.000 ng/l, gedomineerd door PFOS en PFOA. Tussen de 4 en 5m diepte bedraagt de concentratie ±20.000 ng/l, waarbij de dominantie van PFOS helemaal verdwenen is.



Figuur 9: Willebroek (nieuwe wijk), overzicht van gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater (a en b), samen met geadsorbeerde PFAS-concentraties in bodem (gemeten) en grondwater (berekende evenwichtsconcentraties op basis van K_d -waarde) (c) (staalname 09/2022)

De gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater ter hoogte van de 'Parking' zijn weergegeven op Figuur 10. In tegenstelling tot Campus Vesta en de nieuwe wijk, is ter hoogte van de parking EtPFOSAA de dominante PFAS ($390 \mu\text{g}/\text{kg}$ tussen 30 en 70 cm diepte) in de bodem. Naast EtPFOSAA zijn ook PFOS en PFOSA sterk aanwezig (respectievelijk gemiddeld 133 en $48 \mu\text{g}/\text{kg}$). In het grondwater is PFOA het sterkst vertegenwoordigd ($2.600 \text{ ng}/\text{l}$ in PWP 5), gevolgd door PFOS ($1.400 \text{ ng}/\text{l}$ in PWP 5) zoals aangeduid op Figuur 10b (merk op dat EtPFOSAA helemaal niet meer dominant is in het grondwater). Figuur 10c toont aan dat de hoogste PFAS-concentraties worden aangetroffen tussen de 30 en 70 cm, en tot 5x hoger zijn dan de grondwaterconcentraties.



Figuur 10: Willebroek (t.h.v. Parking), overzicht van gemeten PFAS-concentraties in bodem en grondwater (a en b), samen met geadsorbeerde PFAS-concentraties in bodem (gemeten) en grondwater (berekende evenwichtsconcentraties op basis van Kd-waarde) (c) (staalname 09/2022)

Tabel 13 geeft een gelijkaardig overzicht als Tabel 12, maar dan voor de concentraties gemeten te Willebroek. Voor de PFCA's vallen gelijkaardige conclusies te trekken als in Tabel 12: de kortere ketens zijn veel sterker vertegenwoordigd in het grondwater dan de langere ketens, en lijken dus makkelijker uit te logen.

PFOS is zowel in het grondwater als in de bodem de dominante PFSA. Andere PFSA's zijn nauwelijks aanwezig in de bodem. Net zoals bij de PFCA's zijn ook bij de PFSA's vooral de kortere ketens aanwezig in het grondwater.

In tegenstelling tot Ranst is bij de PFASAs niet enkel PFHxSA dominant. Zowel in bodem als grondwater worden hoge concentraties PFOSA en EtPFOSAA aangetroffen.

Tabel 13: Overzicht van gemeten PFAS-concentraties voor vier PFAS-families in grondwater en bodem op de site van de oude papierfabriek te Willebroek

PFCA							PFSA								
PFAS	#C	Bodem (µg/kg)			Grondwater (ng/l)			PFAS	#C	Bodem (µg/kg)			Grondwater (ng/l)		
		Gemiddeld	Nieuwe wijk	Parking	Gemiddeld	Nieuwe wijk	Parking			Gemiddeld	Nieuwe wijk	Parking	Gemiddeld	Nieuwe wijk	Parking
PFPrA	3	N.A.	N.A.	N.A.	174	290	58	PFBS	4	<0.05	<0.05	<0.05	20	29	12
PFBA	4	0.6	1.0	0.2	1000	1900	100	PFPeS	5	<0.05	<0.05	<0.05	14	23	4
PFPeA	5	1.3	2.3	0.4	2100	4000	200	PFHxA	6	0.19	0.23	0.14	179	312	46
PFHxA	6	1.9	3.1	0.6	3960	7650	270	PFHpS	7	0.30	0.39	0.21	147	271	24
PFHpA	7	1.6	2.4	0.8	827	1410	245	PFOS	8	101	133	68	10860	20950	770
PFOA	8	10	14	6	9935	18200	1670	PFNS	9	0.1	0.1	<0.05	3	5	<0.9
PFNA	9	1	1.87	1	508	940	45	PFDS	10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.9	<0.9	<0.9
PFDA	10	8	11.70	4	348	680	17	PFDoS	12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.9	<0.9	<0.9
PFUnDA	11	0.8	0.81	0.9	18	34	<0.9	PFASA							
PFDoA	12	1.3	0.61	1.9	14	21	<0.9	PFHxSA	6	0.07	<0.05	0.09	26	31.0	20
PFTrDA	13	0.1	0.08	0.2	1.4	1.6	<0.9	PFOSA	8	14.51	10.3	19	340	565.0	115
PFTeDA	14	0.3	0.12	0.4	0.9	<0.9	0.9	MePFOSA	9	0.06	0.06	0.05	N.A.	N.A.	N.A.
PFHxDA	16	<0.05	<0.05	<0.05	N.A.	N.A.	N.A.	PFOSAA	10	N.A.	N.A.	N.A.	133	258.50	7
PFODA	18	<0.05	<0.05	<0.05	N.A.	N.A.	N.A.	EtPFOSA	10	1	0.6	1.7	N.A.	N.A.	N.A.
n:2 FTS							MePFOSAA	11	0.4	0.12	0.62	4.6	8.1	1	
4:2FTS	6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.9	<0.9	<0.9	EtPFOSAA	12	114	48.80	180	331	647.00	15
6:2FTS	8	1.6	0.32	2.8	24.5	42.0	7.0								
8:2FTS	10	<0.05	<0.05	<0.05	1.4	2.0	<0.9								
10:2FTS	12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.9	<0.9	<0.9								

3.3 SCHUDTESTEN EN KOLOMPROEVEN

3.3.1 Opzet

3.3.1.1 Algemeen

Op basis van het uitgevoerde veldwerk werden stalen geselecteerd voor de uitvoering van zowel schudproeven (n = 5) als kolomproeven (n = 4). Noch in het CMA noch in de literatuur zijn er protocollen beschikbaar voor de bepaling van de uitloogbaarheid van PFAS uit bodem. De toegepaste methodieken vertrekken in het algemeen van bestaande richtlijnen opgemaakt voor anorganische componenten. Een overzicht is opgenomen in bijlage 7.6. Vervolgens werd geopteerd voor toepassing van de bestaande procedure CMA/2/II/A.19 voor de uitvoering van de schudtesten en de procedure CMA/2/II/A.9.1 voor de uitvoering van de kolomproeven.

3.3.1.2 Blanco's

Voorafgaand aan de uitvoering van de schud- en kolomproeven werd overgegaan tot de uitvoering van een materiaal en kolom blanco. Tijdens de eigenlijke uitloogtesten werden aan elke batch procedure blanco's toegevoegd. Het geheel aan blanco's had tot doel om het risico op mogelijke vrijgave van PFAS door gebruikte materialen of eventuele cross-contaminatie na te gaan.

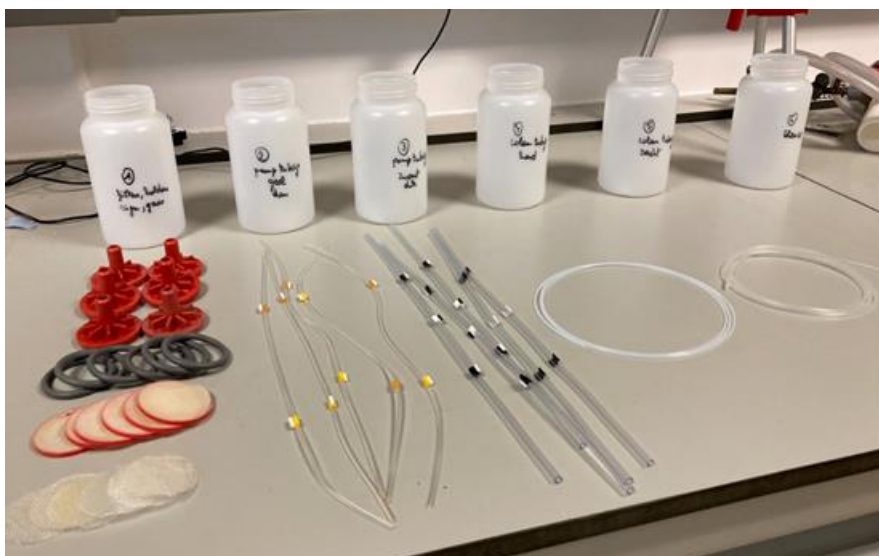
3.3.1.2.1 Materiaal blanco

Zowel voor de uitvoering van de schudtest als de kolomproeven werd voorafgaand aan de uitvoering ervan een schudtest uitgevoerd waarbij het "solid" bestond uit het materiaal dat aangewend wordt bij de uitvoering van de proeven. De recipiënten voor de schudproef werden niet met bodemmateriaal gevuld maar wel met

filters, tubes etc. (Figuur 11). De doelstelling van deze test bestond er namelijk uit om na te gaan in hoeverre er PFAS wordt vrijgegeven als gevolg van de aangewende materialen. Volgende testen werden onderscheiden:

- Test 1: onderdelen filters
- Test 2: Tubes pomp, kleinere diameters
- Test 3: Tubes pomp, grotere diameters
- Test 4: Tubes kolommen “hard” (silicone)
- Test 5: Tubes kolommen “zacht” (teflon)
- Test 6: blanco (enkel ultrapuur water)

Per recipiënt werd 500 ml ultrapuur water toegevoegd. De duurtijd van de schudproef werd aangepast in vergelijking tot de CMA/2/II/A.19 procedure. Recipiënten werden 72 uur geschud in de overkopmenger. Eluaten van de materiaal blanco's werden niet gefiltreerd en werden ter analyse overgemaakt aan het VITO labo.



Figuur 11: Testopzet “materiaal” blanco voorafgaand aan de kolom- en schudproeven

3.3.1.2.2 Blanco kolomproef “voor”

Voorafgaand aan de eigenlijke kolomproeven werd een procedure blanco uitgevoerd conform de richtlijnen opgenomen in de CMA-procedure CMA/2/II/A.9.1. De eluaatfractie werd overgemaakt aan het labo ter analyse op PFAS.

3.3.1.2.3 Procedure blanco schudtest en kolomproef

Bij de uitvoering van de schudtest werd in de desbetreffende batch een procedure blanco opgenomen waarbij de volledige procedure van de kolomproef, met staalname van de deelfracties K1 – K7, werd doorlopen. Elke fractie van het “blanco eluaat” werd overgemaakt voor analyse op PFAS.

3.3.1.2.4 (Procedure) blanco evaluatie filtratie versus centrifugatie

Zowel voor de schudtest met filtratie als voor de schudtest met centrifugatie werd in de desbetreffende batch een procedure blanco opgenomen waarbij het eluaat werd geanalyseerd op PFAS.

Ook werd een analyse uitgevoerd op de gehanteerde uitloogvloeistof.

3.3.1.3 Overzicht geselecteerde stalen schudtest en kolomproeven

Op basis van de bekomen analyseresultaten werden 4 stalen geselecteerd voor de kolom- en de schudproeven. Een 5^e meer kleirijk staal werd toegevoegd aan de schudtesten. Tabel 14 geeft een overzicht van de geselecteerde stalen met weergave van de gehalten organisch materiaal, totaal organisch koolstof, de kleifractie, het gehalte aan aluminium, fluoride en ijzer en de som van de gemeten PFAS-componenten. De opzet van de schud- en kolomproeven is weergegeven in respectievelijk Tabel 15 en Tabel 16.

Tabel 14: Overzicht bodemstalen geselecteerd voor de kolomproeven (1-4) en de schudproeven (1-5) (OM: organisch materiaal; TOC: totaal organisch koolstof; <2µm: Klei-gehalte; F: Fluoride; Al: Aluminium; Fe: Ijzer)

	OM	TOC	<2µm	F	Al	Ijzer	Som gemeten PFAS
	(% ds)	(% ds)	(% ds)	(mg/kg ds)	(mg/kg ds)	(mg/kg ds)	(µg/kg ds)
1. Campus Vesta PB 1	2,22	1,27	3,60	<40	22.768	15.673	72
2. Willebroek PWP 5-30/70	6,70	3,91	3,68	68	34.267	23.552	606
3. Willebroek PWB 4 – 75/110	1,10	0,66	3,63	<40	36.001	20.698	464
4. Willebroek PWP 5 -0/10	7,71	4,54	7,48	75,96	30.045	24.376	284
5. Willebroek PWB4-130/170	19,92	11,73	22,13	<40	43.382	20.806	124

3.3.1.4 Procedure schudtest en kolomproeven

Zoals eerder aangegeven werden de schudtesten (Figuur 12) uitgevoerd volgens de CMA-procedure CMA/2/II/A.19 (Tabel 15) en de kolomproeven (Figuur 13) volgens de CMA-procedure CMA/2/II/A.9.1. (Tabel 16).

Tabel 15: Opzet schudtest (conform CMA/2/II/A.19)

Parameter	Waarde
Bodemmateriaal	
- Korrelgrootte	< 4 mm
- Voorbehandeling	Homogeniseren & kwarteren
- Hoeveelheid schudproef	~90 g
Vochtigheid	luchtvochtig
L/S	10
Contacttijd	24 uur +/- 0,5
Temperatuur	20 ± 5 °C
Recipiënten Schudtest	HDPE
Uitloogvloeistof	Ultrapuur water
Schudtoestel	
- Type	Overkopmenger GFL 3040
- Frequentie omwentelingen	5 omwentelingen per minuut
Filtratie	
- Methode	Drukfiltratie
- Type filter	0,45 µm membraanfilters (mixed cellulose ester)
Parameters eluaat	pH, temperatuur en geleidbaarheid
Blanco's	- "Materiaal" Blanco - Procedure blanco
Analyse eluaat	VITO labo

Tabel 16: Opzet kolomproeven (conform CMA/2/II/A.9.1)

Parameter	Waarde
Bodemmateriaal	
- Korrelgrootte	< 4 mm
- Voorbehandeling	homogeniseren & kwarteren
- Hoeveelheid kolomproef	500 à 600 g
Vochtigheid	luchtvochtig
L/S fracties	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10
Contacttijd	~700 uur (29d)
Temperatuur	20 ± 5 °C
Kolom	
- externe behuizing	HDPE
- interne kolom	glas
Uitloogvloeistof	ultrapuur water
Filtratie	
Gemiddeld debiet (ml/h)	9,5 - 11

- Methode	Spuitfilter
- Type filter	0,45µm membraanfilters van Chromafil cellulose(blauw) of polyamide(groen)
Parameters eluaat	pH, temperatuur en geleidbaarheid
Blanco's	- "Materiaal" Blanco - Procedure blanco voor uitvoering kolomproef - Procedure blanco tijdens uitvoering kolomproef
Analyse eluaat	VITO labo



Figuur 12: Foto van de labo-opstelling gebruikt voor het uitvoeren van de schudtest



Figuur 13: Foto van de labo-opstelling gebruikt voor het uitvoeren van de kolomproeven

3.3.1.5 Schudtest evaluatie effect filtratie versus centrifugatie

Om het effect van filtratie versus centrifugatie werden bijkomende verkennende schudtesten uitgevoerd. Voor deze schudtesten werden substalen genomen van het bodemmateriaal van de oorspronkelijke stalen geselecteerd voor de uitvoering van de 1^e reeks schudtesten. Ook werden de bodemconcentraties voor en na de schudtest bepaald. Voor de afscheiding van de vaste fractie en het eluaat werd er voor een batch van 5

bodemstalen zowel gefiltreerd (reeks A) als gecentrifugeerd (reeks B). Eluaatstalen werden in drievoud aan het labo aangeleverd.

De opzet van de bijkomende schudtesten is opgenomen in Tabel 17.

Tabel 17: Opzet bijkomende schudtesten (reeks A, conform CMA/2/II/A.19; Reeks B afwijking op CMA/2/II/A.19: centrifugatie i.p.v. filtratie)

Parameter	Waarde
Bodemmateriaal	
- Korrelgrootte	< 4 mm
- Voorbehandeling	Homogeniseren & kwarteren
- Hoeveelheid schudproef	~90 g
Vochtigheid	luchtvochtig
L/S	10
Contacttijd	24 uur +/- 0,5
Temperatuur	20 ± 5 °C
Recipiënten Schudtest	HDPE:
Uitloogvloeistof	ultrapuur water
Schudtoestel	
- Type	Overkopmenger GFL 3040
- Frequentie omwentelingen	5 omwentelingen per minuut
Filtratie	Reeks A
- Methode	Drukfiltratie
- Type filter	0,45 µm membraanfilters (mixed cellulose ester)
Centrifugeren	Reeks B
- Recipiënten	HDPE
- Frequentie	3000 rpm per 15 minuten
Staalname eluaat	In 3-voud
Parameters eluaat	pH, temperatuur en geleidbaarheid
Blanco's	Procedure blanco's
Analyse eluaat	Servaco

3.3.1.6 Effect sorptie

Om na te gaan in hoeverre er sprake is van sorptie van PFAS-componenten aan de recipiënten gehanteerd voor de schudtest werden de zogenaamde "schudpotten (recipiënten schudtest)" van reeks A overgemaakt aan het labo waar ze werden nagespoeld met 30 ml methanol.

3.3.2 Resultaten & Discussie

De eluaten werden geanalyseerd door het VITO labo en door Servaco (schudtesten filtratie versus centrifugatie en mogelijke sorptie) volgens de vigerende WAC-procedure WAC/IV/A/025. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in respectievelijk bijlage 7.7 (Blanco's) en bijlage 7.8 (schudtesten en kolomproeven).

3.3.2.1 Blanco's

Een samenvattend overzicht van de resultaten van de verschillende blanco's is opgenomen in Tabel 18. De grijze markering geeft verhoogde rapportagegrenzen weer in vergelijking tot de in de WAC-procedure WAC/IV/A/025 opgelegde rapportagegrenzen.

Op basis van de materiaal blanco's blijkt dat er geen PFAS-componenten teruggevonden worden in de onderdelen van schud- en kolomopstellingen. Omwille van de verhoogde rapportagegrenzen werd echter besloten om voorafgaand aan de eigenlijke schud- en kolomproeven bijkomend een blanco kolomproef uit te voeren. De analyseresultaten van het bekomen eluaat blanco kolomproef "voor" geeft verhoogde concentraties weer voor PFBA, PFOS en PFOSA. Voor 6:2 FTS werd 13 ng/L waargenomen. Navraag bij het labo gaf aan dat licht verhoogde concentraties niet uit te sluiten zijn. 6:2 FTS blijkt bij verschillende labo's regelmatig problemen te geven. De reden hiervan kon nog niet worden achterhaald.

De procedure blanco van de kolomproef vertoont, met uitzondering van PFOS en 6:2 FTS, noch verhoogde rapportagegrenzen, noch verhoogde concentraties. De verhoogde rapportagegrenzen voor PFOS worden verklaard door de noodzaak tot verdunning van de eluaten geanalyseerd in de batch.

In de procedure blanco voor de schudproef werden verhoogde waarden waargenomen voor PFHxS totaal en EtPFOSAA. De reden hiervoor kon niet achterhaald worden. De rapportagegrens voor PFOS is opnieuw verhoogd alsook deze van PFBA. De eluaatconcentraties PFHxS, EtPFOSAA en PFOS bekomen bij de schudtest zullen bijgevolg niet in rekening gebracht worden voor de berekening van Kd-waarden (zie 3.3.3.4), tenzij de concentraties voldoende hoog zijn.

De (procedure) blanco's van de schudtesten ter evaluatie van mogelijke sorptie en het effect van filtratie vertonen verhoogde rapportagegrenzen voor PFOS, 6:2 FTS en T-PFOSA.

Tabel 18: Blanco's, samenvattend overzicht van de analyseresultaten bekomen voor het eluaat (enkel de parameters waar concentraties boven de rapportagegrens worden waargenomen of parameters met verhoogde rapportagegrenzen / meetwaarden (grijze markering) zijn opgenomen)

Staal ID	PFBA	PFHxA	T-PFHxS	PFHpS	L-PFOS	T-PFOS	4:2FTS	6:2FTS	L-PFOA	T-PFOA	T-EtPFOSAA	HFPO-DA	ADONA	PFECHS
Rapportagegrens WAC	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
"Materiaal" blanco														
Test 1	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<30	<1.9	<1.9
Test 2	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<31	<1.9	<1.9
Test 3	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<31	<1.9	<1.9
Test 4	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<31	<1.9	<1.9
Test 5	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<31	<1.9	<1.9
Test 6	<20	<14	<1.9	<1.9	<24	<34	<23	<120	<1.9	<1.9	<1.9	<31	<1.9	<1.9
Blanco kolomproef voor														
BL Kolom voor	2,2	<2	<2	<2	3	5,8	<2	13	2,3	2,4	<2	<4	<2	<2
Blanco kolomproef														
BL Kolom K1	<2	<0,9	<2	<2	<20	<50	<1	<7	<5	<5	<1	<3	<1	<1
BL Kolom K2	<2	<1	<1	<1	<20	<50	<0,9	<6	<5	<5	<1	<3	<1	<1
BL Kolom K3	<2	<1	<1	<1	<20	<50	<1	9,3	<5	<5	<1	<3	<1	<1
BL Kolom K4	<10	<2	<1	<1	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<6	<3	<2	<1
BL Kolom K5	<10	<2	<1	<1	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<6	<3	<2	<1
BL Kolom K6	<10	<2	<1	<1	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<6	<3	<2	<1
BL Kolom K7	<10	<2	<0,9	<0,9	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<6	<3	<2	<0,9
Blanco Schudproef														
BL Schudproef	<30	<5	78	<2	<90	<90	<5	<5	5,3	6,4	42	<7	<5	<2
Blanco schudproef invloed filtratie & mogelijke sorptie														
Blanco/A*	<9,9	<9,9	<9,9	<9,9	<9,9	<25	<9,9	<25	<9,9	<25	12	<9,9	<9,9	<9,9
Blanco/B 13/12**	<9,9	<9,9	<9,9	<9,9	<9,9	<25	<9,9	<25	<9,9	<25	<9,9	<9,9	<9,9	<9,9
Blanco/MQ 12/12***	<9,8	<9,8	<9,8	<9,8	<9,8	<25	<9,8	<25	<9,8	<25	<9,8	<9,8	<9,8	<9,8

* Reeks A: filtratie

***: analyseresultaat uitloogvloeistof

** Reeks B: centrifugatie

Verhoogde rapportagegrens / meetwaarde

3.3.2.2 Mogelijke sorptie van PFAS aan recipiënten schudtest

Tabel 19 illustreert dat enkel PFAS-componenten met een ketenlengte > 8 worden aangetroffen in methanol gebruikt voor het naspoelen van de recipiënten gebruikt bij de schudtest. In 3 van de 5 recipiënten worden PFAS-componenten in de spoelvloeistof aangetroffen. De reden hiervan is niet duidelijk. In hoeverre er effectief sprake is van sorptie van PFAS aan de wanden van het recipiënt dan wel van verhoogde concentraties omwille van achtergebleven bodemmateriaal is niet duidelijk.

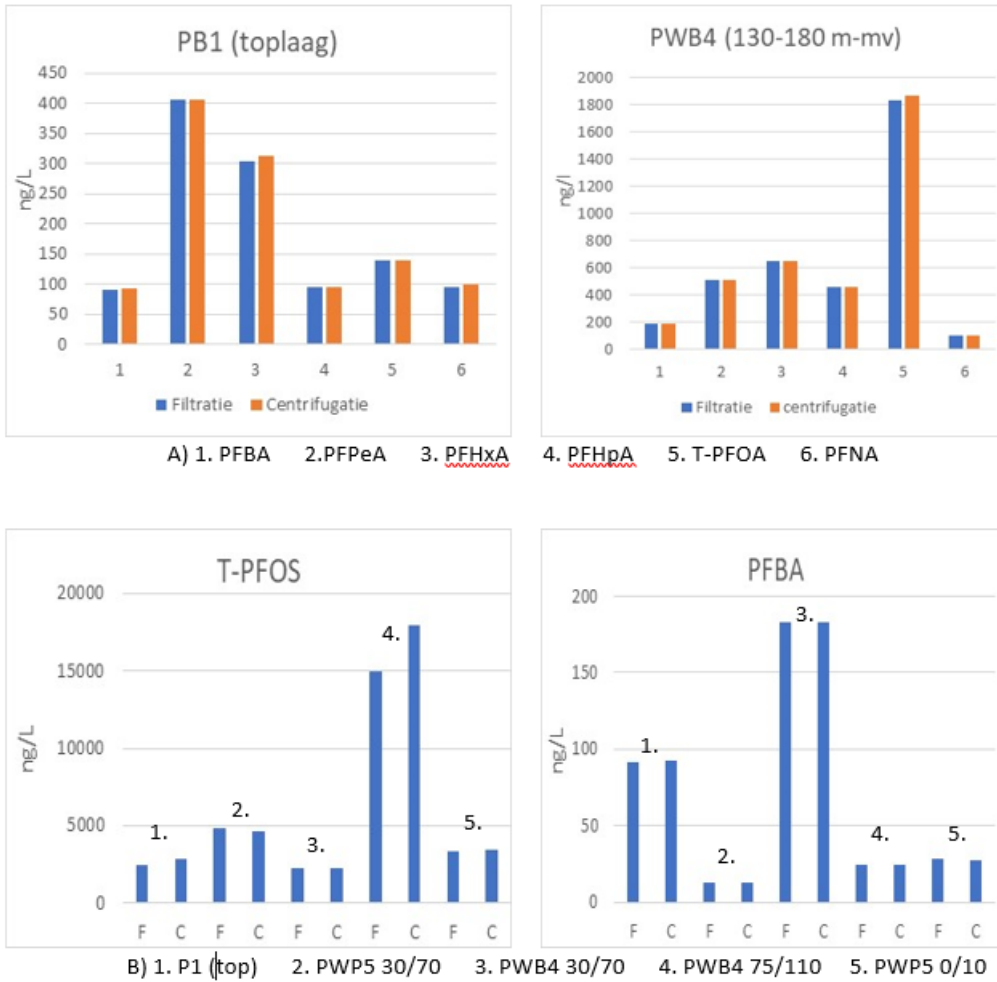
Tabel 19: Overzicht waargenomen PFAS-concentraties in methanol, na uitspoeling recipiënten schudtesten

Staal Id	#C's	CV PB1, toplaag	Willebroek PWP5, 30/70	Willebroek PWB4,130/180	Willebroek PWB4, 75/110	Willebroek PWP5, 0/10
Analyse ID		2253281-01	2253281-02	2253281-03	2253281-04	2253281-05
Concentratie		ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol
PFOA lineair	8	<RG	16	<RG	<RG	<RG
PFOA totaal	8	<RG	17	<RG	<RG	<RG
PFDA	10	<RG	<RG	<RG	18	18
PFDoDA	12	<RG	78	<RG	<RG	<RG
PFOS lineair	8	<RG	28	<RG	54	54
PFOS totaal	8	<RG	33	<RG	66	17
PFOSA lineair	8	<RG	72	<RG	138	102
PFOSA totaal	8	<RG	99	<RG	219	132
EtPFOSA totaal	10	<RG	23	<RG	25	33
EtPFOSAA	12	<RG	7.140*	24	1.110	900
8:2 diPAP	16	<RG	29	<RG	<RG	<RG
6:2 diPAP	18	<RG	57	<RG	<RG	<RG
6:2/8:2diPAP	20	<RG	129	<RG	<RG	<RG

* Resultaat indicatief; buiten lineair bereik.

3.3.2.3 Filtratie versus centrifugeren

Op basis van Tabel 20 en Figuur 14 blijkt er weinig verschil te zijn tussen de eluaatconcentraties bekomen na filtratie en centrifugatie. De eluaatconcentraties bij centrifugatie liggen over het algemeen iets hoger dan de eluaatconcentraties bekomen na filtratie. Voor EtPFOSAA werden sterk afwijkende waarden waargenomen tussen filtratie enerzijds en centrifugatie anderzijds.



Figuur 14: Eluaatconcentraties na filtratie en centrifugatie. A) Weergave filtratie versus centrifugatie voor verschillende componenten in eenzelfde staal; B) Weergave filtratie versus centrifugatie voor PFOS-totaal en PFBA in de 5 verschillende stalen onderworpen aan de schudtest

Tabel 20: Bijkomende schudtesten, gemiddelde eluaatconcentraties filtratie (F) versus centrifugatie (C)

Vito-ID	F/C	PFBA ng/L	PFPeA ng/L	PFHxA ng/L	PFHpA ng/L	T-PFOA ng/L	PFNA ng/L
Campus Vesta, PB1	F	91	407	303	94	140	95
Campus Vesta, PB1	C	92	407	313	94	140	99
Willebroek - PWP5 - 30/70	F	13	36	43	64	490	55
Willebroek - PWP5 - 30/70	C	12	35	43	61	473	56
Willebroek - PWB4 - 130/180	F	183	513	647	453	1833	103
Willebroek - PWB4 - 130/180	C	183	513	653	453	1867	103
Willebroek - PWB4 - 75/110	F	24	46	56	74	707	213
Willebroek - PWB4 - 75/110	C	25	48	59	80	770	240
Willebroek PWP5 - 0/10	F	28	45	46	54	470	24
Willebroek PWP5 - 0/10	C	27	42	47	56	460	24

Vito-ID	F/C	PFDA ng/L	PFUnDA ng/L	T-PFHxS ng/L	PFHpS ng/L	T-PFOS ng/L	PFHxSA ng/L
Campus Vesta, PB1	F	91	<RG	170	11	2433	31
Campus Vesta, PB1	C	92	<RG	153	10	2867	35
Willebroek - PWP5 - 30/70	F	337	38	13	16	4867	<RG
Willebroek - PWP5 - 30/70	C	283	21	10	18	4600	<RG
Willebroek - PWB4 - 130/180	F	200	<RG	<RG	24	2200	<RG
Willebroek - PWB4 - 130/180	C	187	<RG	25	22	2233	<RG
Willebroek - PWB4 - 75/110	F	1567	45	<RG	27	15000	<RG
Willebroek - PWB4 - 75/110	C	1733	41	<RG	29	18000	<RG
Willebroek PWP5 - 0/10	F	58	<RG	<RG	14	3333	<RG
Willebroek PWP5 - 0/10	C	45	<RG	<RG	14	3467	<RG

Vito-ID	F/C	T-PFOSA ng/L	T-EtPFOSA ng/L	T-MePFOSAA ng/L	T-EtPFOSAA ng/L	Gemeten PFAS
Campus Vesta, PB1	F	11	<RG	<RG	<RG	6226
Campus Vesta, PB1	C	11	<RG	<RG	16	7056
Willebroek - PWP5 - 30/70	F	1600	25	25	4833	17450
Willebroek - PWP5 - 30/70	C	1467	21	16	2633	14543
Willebroek - PWB4 - 130/180	F	69	<RG	<RG	387	9623
Willebroek - PWB4 - 130/180	C	48	<RG	<RG	33	9354
Willebroek - PWB4 - 75/110	F	970	<RG	<RG	1267	32812
Willebroek - PWB4 - 75/110	C	950	<RG	<RG	1833	39122
Willebroek PWP5 - 0/10	F	987	<RG	<RG	750	9520
Willebroek PWP5 - 0/10	C	870	<RG	<RG	1077	9985

3.3.2.4 Schudtesten: Kd-waardes

De berekende Kd-waardes op basis van de schudproeven voor de vier belangrijkste PFAS-families zijn weergegeven in Tabel 21. De tabel toont voor iedere individuele schudtest (n=5) de afgeleide Kd-waarde (kolommen aangeduid met 1 tot 5). De gemiddeld Kd-waarde per PFAS is aangeduid in de grijze kolom. Voor de berekening van de Kd-waardes werden volgende criteria toegepast:

- Gemeten concentratie in eluaat (Tabel 22) moest minstens 5x hoger zijn dan de blanco-concentraties van de schudproef (Tabel 18).
- Concentraties in zowel bodem- als eluaatconcentratie moesten hoger zijn dan de rapportagegrens
- Gemiddelde Kd-waardes werden enkel berekend indien meer dan 2 individuele Kd-waardes konden berekend worden.
- Merk op dat Kd-waardes werden berekend op basis van de totale concentratie, en geen onderscheid werd gemaakt tussen lineaire en vertakte PFAS-moleculen.

Merk op dat voor de berekening van de Kd-waardes gebruik is gemaakt van de bodemconcentraties gemeten voor de schudtest. De PFAS-concentraties in de bodem werden na de schudtest immers niet meer opnieuw geanalyseerd.

Voor de PFCAs valt op dat de Kd toeneemt met de lengte van de C-keten. Zo bedraagt de Kd voor PFBA (4 C-atomen) gemiddeld 9,8, voor PFUnDA (11 C-atomen) bedraagt de Kd 10,5. Merk op dat de toename in Kd niet lineair toeneemt met het aantal C-atomen: vanaf PFDA en PFUnDA (10 en 11 C-atomen) stijgt de Kd veel sterker dan voor kortere ketens.

Gelijkaardig aan de PFCAs, zien we ook voor de PFSA's een toename van de Kd in functie van het aantal C-atomen al is het aantal berekende waardes relatief beperkt.

Ook de PFASAs tonen een gestage toename van de Kd in functie van het aantal C-atomen: Kd varieert tussen 16,4 voor PFHxSA (6 C-atomen) en 68,6 voor EtPFOSAA (12 C-atomen).

Gezien de relatief lage concentraties van n:2 FTS in de bodemstalen was het niet mogelijk om betrouwbare Kd-waardes af te leiden. Het aantal betrouwbare stalen is niet significant genoeg om harde conclusies te trekken.

Tabel 21: Overzicht van de berekende Kd-waardes op basis van de 5 uitgevoerde schudproeven

PFCA							PFSA								
PFAS	#C	Gemiddeld	1	2	3	4	5	PFAS	#C	Gemiddeld	1	2	3	4	5
PFPrA	3							PFBS	4	7.5					
PFBA	4	9.8	8.8		8.9	10.6	11.0	PFPeS	5	10.3					
PFPeA	5	12.1	9.0	16.7	11.2	11.9	11.6	PFHxS	6						
PFHxA	6	12.4	7.9	17.4	11.1	11.0	14.7	PFHpS	7	17.9	13.8	27.9	14.5	15.0	18.2
PFHpA	7	11.7	8.6	17.9	10.3	10.5	11.5	PFOS	8	26.7	22.0	37.1	18.7	27.7	28.0
PFOA	8	15.1	8.8	19.1	13.6	16.2	17.6	PFNS	9				11.1		
PFNA	9	17.1	10.9	24.0	13.3	20.0	17.5	PFDS	10						
PFDA	10	30.3	20.9	28.0	19.3	60.4	22.7	PFDoS	12						
PFUnDA	11	103.5	95.5	41.7	37.9	312.5	29.7								
PFDoA	12			122.7	155.6										
PFTrDA	13				70.0										
PFTeDA	14				105.0										
PFHxDA	16														
PFODA	18														
n:2 FTS															
4:2FTS	6							PFHxSA	6	16.4	11.5	23.9		13.9	
6:2FTS	8		13.0					PFOSA	8	32.7		32.0		37.5	28.6
8:2FTS	10		21.6					MePFOSA	9				23.8		
10:2FTS	12							PFOSAA	10			30.7	63.2		
								EtPFOSA	10						
								MePFOSAA	11	57.9		46.9	16.5	110.3	
								EtPFOSAA	12	68.6		61.9	28.6	115.4	

Tabel 22: Schudtesten, samenvattend overzicht eluaat concentraties (parameters met concentraties > rapportagegrens)

Staal ID	PFPrA ng/L	PFBA ng/L	PFPeA ng/L	PFHxA ng/L	PFHpA ng/L	L-PFOA ng/L	T-PFOA ng/L	PFNA ng/L
Campus Vesta PB1	9,9	98	390	380	110	160	170	110
Willebroek-PWP5-30/70	<3	<10	24	42	56	380	440	50
Willebroek-PWB4-75/110	9,1	19	42	63	80	570	670	240
Willebroek-PWB4-130/180	<3	210	510	580	540	1600	1700	120
Willebroek PWP5 0/10	24	31	53	60	66	340	420	23

Staal ID	PFDA ng/L	PFUnDA ng/L	PFDoDA ng/L	PFBS ng/L	PFPeS ng/L	L-PFHxS ng/L	T-PFHxS ng/L	PFHpS ng/L
Campus Vesta PB1	110	8,8	<2	20	6,1	170	290	9,4
Willebroek-PWP5-30/70	300	36	22	<1	<2	8,3	75	14
Willebroek-PWB4-75/110	1500	58	9	<1	<2	3,6	120	29
Willebroek-PWB4-130/180	220	3,7	<2	3,7	3,3	32	120	28
Willebroek PWP5 0/10	53	3,2	<2	<1	<2	<1	200	14

Staal ID	L-PFOS ng/L	T-PFOS ng/L	PFNS ng/L	6:2FTS ng/L	8:2FTS ng/L	PFHxSA ng/L	L-PFOSA ng/L	T-PFOSA ng/L
Campus Vesta PB1	1800	2000	3,1	100	74	46	8,6	11
Willebroek-PWP5-30/70	2400	3500	<2	4,9	<2	6,7	710	1000
Willebroek-PWB4-75/110	11000	15000	6,3	<2	2,8	4,3	550	960
Willebroek-PWB4-130/180	1100	2000	<2	4	<2	<2	48	70
Willebroek PWP5 0/10	2000	2600	<2	<2	<2	4,4	440	640

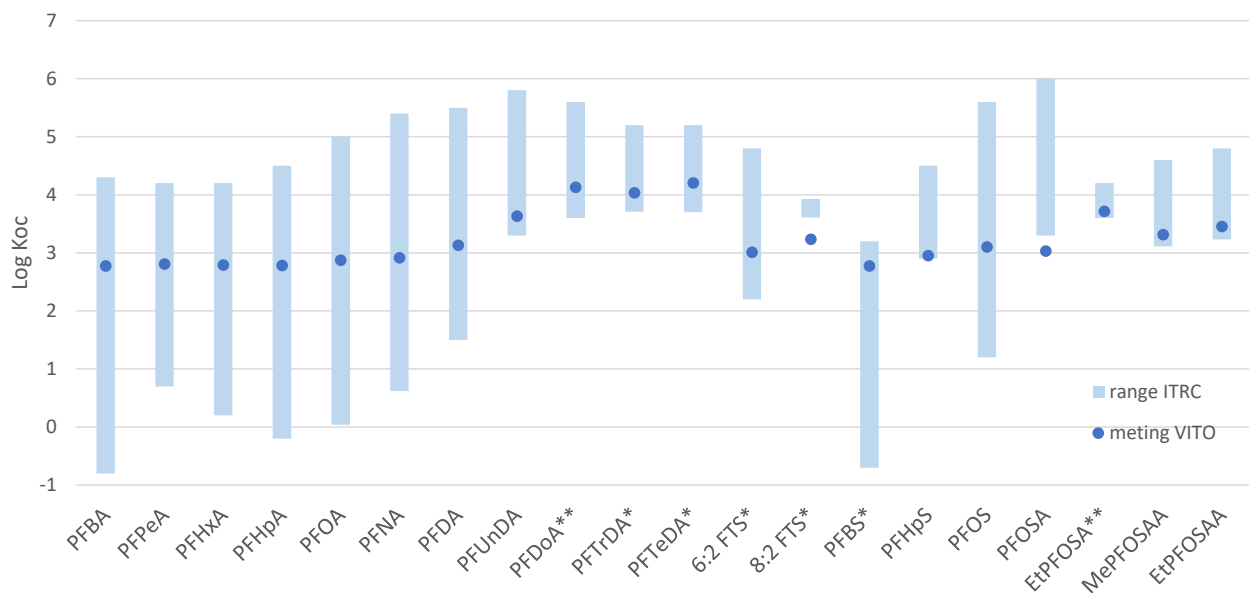
Staal ID	T-MePFOSA ng/L	L-EtPFOSA ng/L	T-EtPFOSA ng/L	PFOSAA ng/L	L-MePFOSAA ng/L	T-MePFOSAA ng/L	L-EtPFOSAA ng/L	T-EtPFOSAA ng/L
Campus Vesta PB1	<2	<2	<2	5,5	<2	<2	20	34
Willebroek-PWP5-30/70	2,6	17	88	1000	21	32	5200	6300
Willebroek-PWB4-75/110	3,7	<2	19	290	8	17	2500	3500
Willebroek-PWB4-130/180	<2	<2	<2	28	<2	<2	89	150
Willebroek PWP5 0/10	<2	<2	<2	370	<2	2,9	980	1300

Naast het effect van de lengte van de C-keten en functionele groep op de Kd, toont Tabel 22 ook aan dat er een aanzienlijke verschillen bestaan in afgeleide Kd-waardes tussen de verschillende schudtesten. Om na te gaan wat deze verschillen kan verklaren, werden bijkomende eigenschappen van de bodemstalen geanalyseerd, zoals weergegeven in Tabel 14.

Gezien de kleine set van uitgevoerd schudproeven is het moeilijk om relaties te leggen met bodemeigenschappen. Het gehalte organische stof lijkt een rol te spelen maar voor het staal met het hoogst gemeten organische stofgehalte (staal 5) gaat dit niet op. Verder onderzoek en meer metingen zijn nodig om dit beter in beeld te krijgen.

In

Figuur 15 worden de gemeten waarden vergeleken met literatuurwaarden. De gemeten Kd-waarden zijn omgerekend naar een Koc-waarde door te delen door de gemeten fractie organische koolstof en per PFAS-component is de gemiddelde Koc-waarde bepaald en daarvan de log Koc berekend. Die waarden zijn weergegeven in de grafiek samen met de range van Koc-waarden zoals gerapporteerd in https://pfas-1.itrcweb.org/wp-content/uploads/2022/01/ITRC_PFAS_PhysChemProp_Table_4-1_Oct2021.xlsx.



Figuur 15: Gemeten log Koc waarden en ranges gerapporteerd op de ITRC-website (een asterisk duidt erop dat de gemeten Koc-waarde voor deze stof gebaseerd is op slechts één (*) of twee (**) waarden).

Uit Figuur 15 blijkt dat bijna alle metingen liggen in het bereik verwacht op basis van literatuur. Enkel voor 8:2 FTS, PFOSA en EtPFOSAA ligt de gemeten waarde lager. Voor 8:2 FTS is de gemiddelde gemeten log Koc slechts gebaseerd op 1 meting en wordt op de ITRC-website ook slechts 1 waarde (met foutenmarge gerapporteerd) waardoor de vergelijking moeilijk is. Voor PFOSA en EtPFOSAA zijn er meer waarden

beschikbaar en ligt de gemeten waarde iets lager dan de range in de literatuur. Algemeen kan gesteld worden dat de gemeten waarden realistisch zijn vergeleken met ranges gerapporteerd in literatuur.

3.3.2.5 Kd-waardes Servaco

Ter verificatie werden de PFAS-concentraties in de bodemstalen voor- en na de schudtest, samen met de eluaten, geanalyseerd door een extern laboratorium (Servaco).

Op basis van deze resultaten werden Kd-waardes berekend gebruik makend van eluaatconcentraties gemeten na filtratie en centrifugatie. Figuur 14 leerde al dat er weinig verschil bestaat tussen de concentraties gemeten na filtratie en na centrifugatie. Dit laat zich ook weerspiegelen in de berekende Kd-waardes zoals weergegeven in Tabel 23: per schudtest zijn twee Kd-waardes bepaald, na filtratie en na centrifugatie (respectievelijk kolommen aangeduid met 'a' en 'b' in Tabel 23). De tabel toont aan dat het filtreren weinig impact heeft op de afgeleide Kd-waardes voor de kortere ketens. Door de hoge detectielimiet die wordt gehanteerd bij Servaco (0,47 µg/kg ds voor bodemmateriaal, en tussen de 0,011 en 0,026 µg/l in water) kon voor slechts een beperkt aantal PFAS een Kd-waarde worden afgeleid.

Tabel 23: Overzicht van de berekende Kd-waardes op basis van de 5 uitgevoerde schudproeven (analyseresultaten Servaco). Per schudtest werden de concentraties in het eluaat bepaald na filtratie en centrifugatie en gebruikt voor de bepaling van de Kd (respectievelijk kolom a en b)

Kd-waardes op basis van bodemconcentraties gemeten na schudtest												
		PFCA										
PFAS	#C	Gemiddeld	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
<u>PFPrA</u>	<u>3</u>											
<u>PFBA</u>	<u>4</u>											
<u>PFPeA</u>	<u>5</u>	1,7									1,7	1,7
<u>PFHxA</u>	<u>6</u>	5,1			11,0						2,2	2,1
<u>PFHpA</u>	<u>7</u>	2,6									2,6	2,6
<u>PFOA</u>	<u>8</u>	3,5			2,4	2,5	1,3	1,2	6,2	6,1	4,0	3,9
<u>PFNA</u>	<u>9</u>	6,7									6,7	6,7
<u>PFDA</u>	<u>10</u>	15,9	8,8	8,7	3,0	3,5	2,4	2,1	48,0	62,7	9,5	10,2
<u>PFUnDA</u>	<u>11</u>	15,3					14,6	16,0				
<u>PFDoA</u>	<u>12</u>	41,3			41,3							
<u>PFTrDA</u>	<u>13</u>											
<u>PFTeDA</u>	<u>14</u>											
<u>PFHxDA</u>	<u>16</u>											
<u>PFODA</u>	<u>18</u>											
n:2 FTS												
<u>4:2FTS</u>	<u>6</u>											
<u>6:2FTS</u>	<u>8</u>											
<u>8:2FTS</u>	<u>10</u>	12,9	13,6	12,2								
<u>10:2FTS</u>	<u>12</u>											

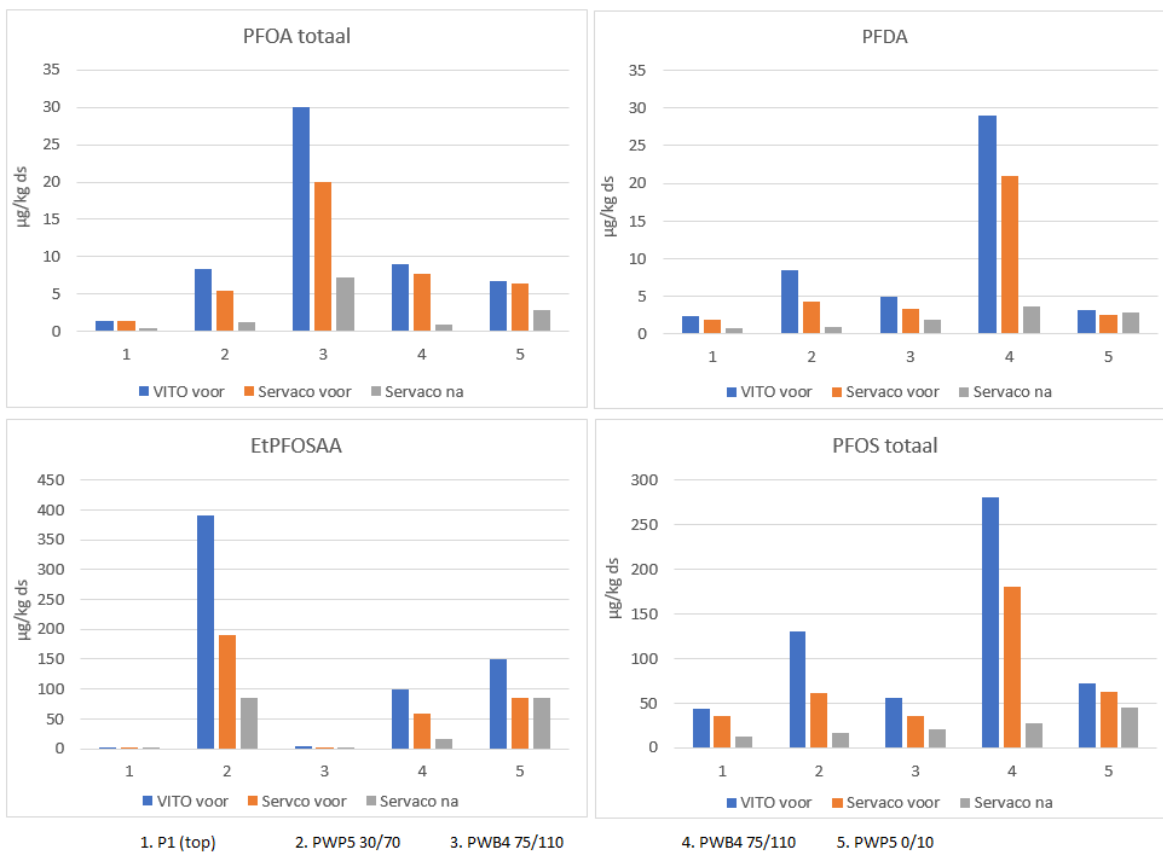
Kd-waardes op basis van bodemconcentraties gemeten na schudtest												
		PFSA										
PFAS	#C	Gemiddeld	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
<u>PFBS</u>	<u>4</u>											
<u>PFPeS</u>	<u>5</u>											
<u>PFHxS</u>	<u>6</u>											
<u>PFHpS</u>	<u>7</u>											
<u>PFOS</u>	<u>8</u>	6,5	4,9	4,2	3,3	3,5	1,9	1,6	13,5	13,0	9,5	9,4
<u>PFNS</u>	<u>9</u>											
<u>PFDS</u>	<u>10</u>											
<u>PFDoS</u>	<u>12</u>											
		PFASA										
<u>PFHxSA</u>	<u>6</u>											
<u>PFOSA</u>	<u>8</u>	7,7			2,6	2,8	1,9	1,9	13,2	14,9	10,0	14,3
<u>MePFOSA</u>	<u>9</u>											
<u>PFOSAA</u>	<u>10</u>											
<u>EtPFOSA</u>	<u>10</u>	26,5			24,0	29,0						
<u>MePFOSAA</u>	<u>11</u>											
<u>EtPFOSAA</u>	<u>12</u>	32,0			17,6	32,3	13,4	9,3		79,9	5,7	66,0

Er dient te worden opgemerkt dat er een groot verschil bestaat tussen de gerapporteerde Kd-waardes in Tabel 21 en Tabel 23. Dit komt doordat in Tabel 23 de Kd-waardes zijn berekend op basis van de bodemconcentraties gemeten na de schudtest. Zoals vermeld in paragraaf 3.3.3.4 werden geen PFAS-concentraties gemeten in de bodem na de schudtest in de VITO-analyses, waardoor de Kd's weergegeven in Tabel 21 zijn berekend op bodemconcentraties gemeten voor de schudtest. Doordat de bodemconcentraties na de schudtest lager zijn dan voor de schudtest (zie Figuur 16), zijn ook de afgeleide Kd-waardes in Tabel 23 beduidend lager dan deze in Tabel 21.

Er werd ook nagegaan in welke mate de Kd-waardes afgeleid via de Servaco-analyses verschillen van de Kd-waardes berekend op basis van de VITO-analyses, indien de bodemconcentraties gemeten voor de schudtest gebruikt worden. Daarvoor werden de Servaco-Kd's opnieuw berekend, maar op basis van de bodemconcentraties gemeten voor de schudtest. Deze Kd-waardes worden weergegeven in Tabel 24 (merk op dat in de tabel enkel gemiddelde Kd-waardes worden weergegeven, en dus geen rekening wordt gehouden met de grote spreiding op gemeten waardes). De tabel toont aan dat bij de kortere ketens de afgeleide Kd's vrij gelijkaardig zijn. Vanaf een ketenlengte van 10 C-atomen is het verschil tussen de Kd's hoog. De oorzaak hiervoor is dat deze langere ketens relatief beperkt aanwezig zijn in de geanalyseerde stalen (aanleunend tegen de detectielimiet). Bij het bepalen van de Kd waarde kan een klein verschil in gemeten concentraties, leiden tot grote verschillen in Kd. Daarenboven toont Figuur 16 aan dat de PFAS-concentraties in de bodem gemeten in het VITO-labo beduidend hoger liggen dan de concentraties gemeten door Servaco (wat resulteert in hogere Kd-waardes op basis van metingen uitgevoerd door VITO).

Tabel 24: Vergelijking tussen de Kd's afgeleid van de concentraties gemeten in het Servaco-labo en het VITO-labo

PFCA	#C	Servaco	VITO	PFSA	#C	Servaco	VITO	PFASA	#C	Servaco	VITO
PFPrA	3			PFBS	4			PFHxSA	6		16.4
PFBA	4	10.0	9.8	PFPeS	5			PFOSA	8	13.4	32.7
PFPeA	5	10.7	12.1	PFHxS	6	10.5		MePFOSA	9		
PFHxA	6	10.9	12.4	PFHpS	7		17.9	PFOSAA	10		
PFHpA	7	11.4	11.7	PFOS	8	14.5	26.7	EtPFOSA	10	101.6	
PFOA	8	11.4	15.1	PFNS	9			MePFOSAA	11	49.5	57.9
PFNA	9	11.7	17.1	PFDS	10			EtPFOSAA	12	59.7	68.6
PFDA	10	23.3	30.3	PFDoS	12						
PFUnDA	11	35.2	103.5	n:2 FTS	#C	Servaco	VITO				
PFDoA	12			4:2FTS	6						
PFTTrDA	13			6:2FTS	8	11.7					
PFTeDA	14			8:2FTS	10	23.1					
PFHxDA	16			10:2FTS	12						
PFODA	18										



Figuur 16: Vergelijking waargenomen PFAS-concentraties in bodem respectievelijke voor (VITO en Servaco) en na (Servaco) uitvoering van de schudtesten

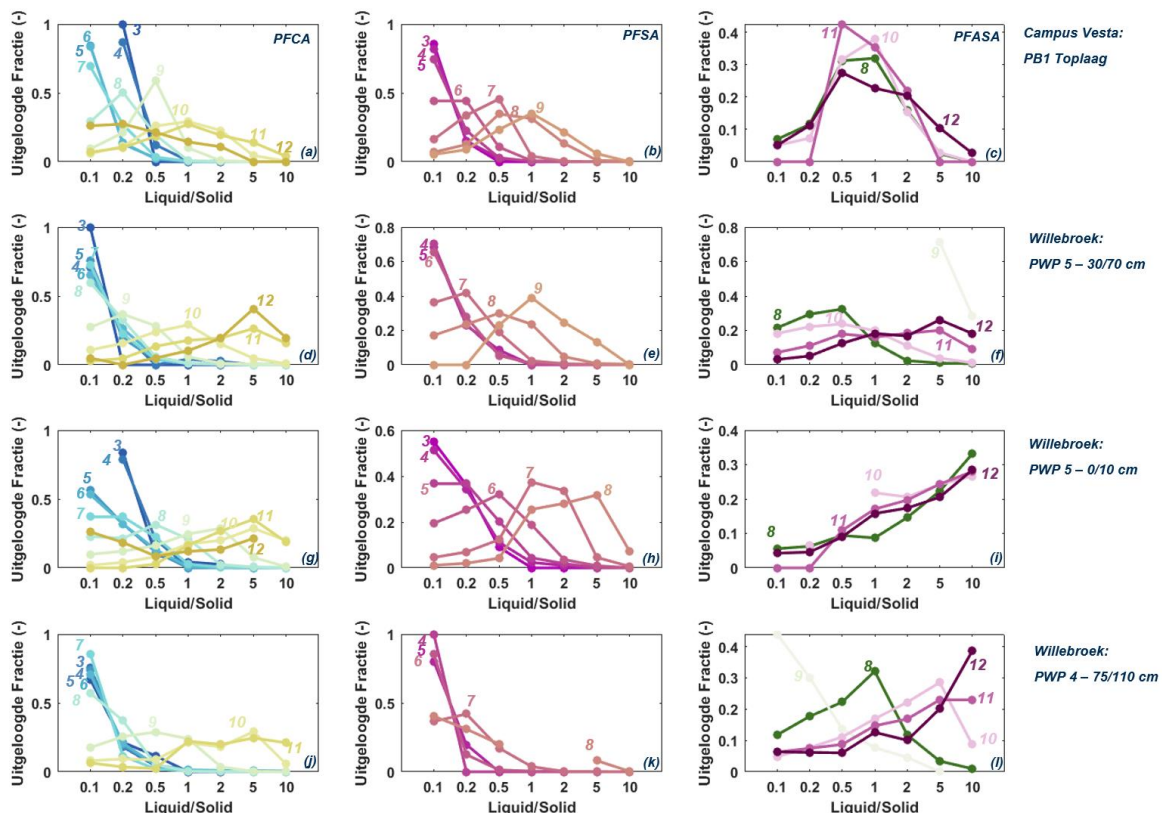
3.3.2.6 Kolomproeven: Uitloggedrag

De resultaten van de kolomproeven zijn weergegeven in Figuur 17. De analysesresultaten zijn opgenomen in bijlage 7.8.4.

Voor elk van de uitgevoerde kolomproeven (n=4) wordt het uitloggedrag van de drie dominante families weergegeven. Merk op dat de concentraties niet in absolute waarden zijn uitgedrukt, maar in fractie van de totale uitgeloopte concentratie. De figuur maakt twee zaken duidelijk.

Bij de PFCAs en PFSA's is duidelijk dat korte ketens veel makkelijker uitlogen dan de langere ketens. Bij een Liquid/Solid ratio van 0.5 tot 1 zijn zo goed als alle korte ketens al uitgeloopt. De uitlogingspiek van de langere ketens komt voor bij hogere L/S-ratios. Naarmate de lengte van C-keten toeneemt, schuift ook de uitlogingspiek op naar hogere L/S-ratios. Dit toont opnieuw het effect aan van de C-ketenlengte op desorptie en uitloging van PFAS's, zoals waargenomen in andere laboratoriumkolomstudies.

Waar het gedrag van PFCAs en PFSA's heel gelijkaardig is tussen de 4 kolomproeven, is het opvallend dat bij de PFASAs het verloop van de eluatcurves sterk verschilt tussen de kolomproeven. Specifieke redenen voor deze variabiliteit zijn tot op heden nog niet achterhaald.

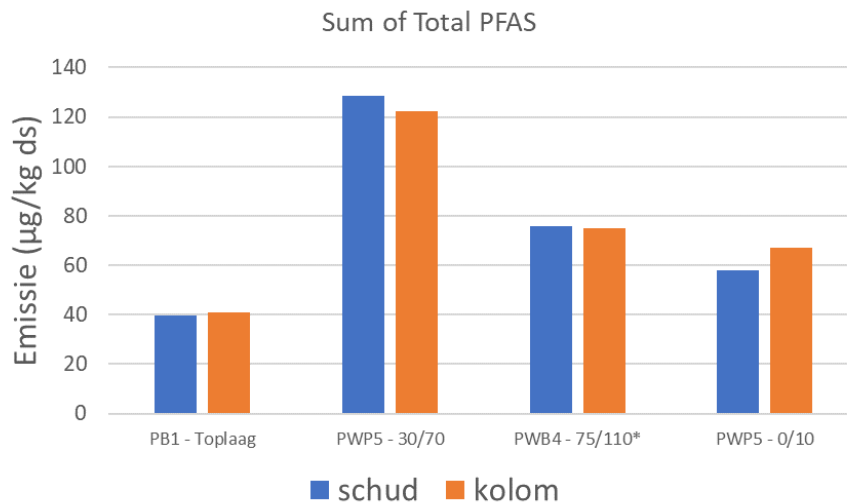


Figuur 17: Uitlog-curves van de 4 kolomproeven voor drie PFAS-families. Het cijfer naast elke curve geeft de C-ketenlengte weer voor iedere specifieke PFAS (in Tabel 24 wordt per C-ketenlengte de specifieke PFAS weergegeven)

3.3.2.7 Vergelijking emissies kolomproeven en schudtesten

Figuur 18 toont de berekende cumulatieve emissiewaarde voor de som van PFAS op basis van de schudproef en op basis van de kolomproef weergegeven voor de 4 bodemstalen waarop beide types uitloogproef zijn uitgevoerd. Voor staal PWB4-75/110 is PFOS niet opgenomen in de som van PFAS als gevolg van het feit dat er voor de fracties K4 en K5 van de kolomproef geen gemeten PFOS concentraties in het eluaat gerapporteerd zijn (omwille van een te lage terugvinding van de standaard). Voor dit staal is de getoonde cumulatieve emissie een onderschatting van de totale cumulatieve emissie maar de berekende emissie laat wel toe de vergelijking te maken tussen schudproef en kolomproef.

Op basis van de resultaten voor deze beperkte dataset kan gesteld worden dat de resultaten van beide types uitloogproef vergelijkbaar zijn.



Figuur 18: Cumulatieve emissie berekend op basis van de enkelvoudige schudtest en op basis van de kolomproef (voor staal PWB4-75/110 is PFOS niet opgenomen in de som).

4 EVALUATIE TOEPASBAARHEID F-LEACH

4.1 EVALUATIE TOEPASSING HYDRUS MET PFAS-MODULE

Zoals aangetoond in hoofdstuk 1 is de adsorptie van PFAS aan het lucht-water grensvlak mogelijk een belangrijk retentieproces dat de uitloging van PFAS aanzienlijk kan vertragen. Doel van dit hoofdstuk is om na

te gaan in welke mate er rekening moet worden gehouden met dit retentieproces bij de risicobeoordeling van uitlooggedrag voor PFAS.

Voor de klassieke parameters (zware metalen, minerale oliën, PAKs,..) wordt bij een risico-evaluatie in Vlaanderen gebruik gemaakt van F-LEACH (een door VITO ontwikkelde rekentool waarmee het risico op uitloging en de evolutie van de bodemkwaliteit ingeschat kunnen worden; OVAM, 2015). In de huidige versie van F-LEACH is adsorptie aan het lucht-water grensvlak echter niet meegenomen, wat kan resulteren in een overschatting van uitgelogde concentraties.

Het onderzoek naar het adsorptie-gedrag van PFAS in de onverzadigde zone is nog volop bezig, waardoor het simuleren van PFAS- uitlooggedrag een complexe oefening blijft.

Uit hoofdstuk 1 is gebleken dat Hydrus het best in staat is om het uitlooggedrag van PFAS te simuleren. In 2020 werd immers een specifieke PFAS-module ontwikkeld voor Hydrus, die naast adsorptie aan de vaste fase, ook adsorptie aan het lucht-water grensvlak in rekening brengt.

In dit hoofdstuk wordt eerst dieper ingegaan op de PFAS-module in Hydrus en hoe adsorptie aan het lucht-water gesimuleerd wordt. In een tweede deel wordt een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de verschillende parameters in de PFAS-module. In het laatste deel wordt nagegaan in welke mate adsorptie aan het lucht-water grensvlak een belangrijke impact heeft voor de geselecteerde locaties door het uitlooggedrag te simuleren met en zonder PFAS-module.

4.1.1 Modelbeschrijving Hydrus PFAS-module

Adsorptie aan het lucht-water grensvlak wordt in belangrijke mate bepaald door het beschikbare oppervlak van het grensvlak (A_{ai}), wat op zijn beurt afhankelijk is van de hoeveelheid bodemvocht aanwezig in de poriën, bodemtextuur (d.w.z. percentages klei-, silt- en zanddeeltjes) en de hydraulische eigenschappen van de bodem.

In de PFAS-module wordt het oppervlak van het lucht-water grensvlak als volgt berekend:

$$\frac{dA_{ai}(\theta)}{d\theta} = \frac{P_{aw}}{\sigma_{aw}} = \frac{\rho_w g h}{\sigma_{aw}}$$

met σ_{aw} de lucht-water oppervlaktespanning, P_{aw} de capillaire druk, ρ_w de waterdichtheid en g de gravitationele versnelling.

De geadsorbeerde PFAS-concentratie per oppervlakte-eenheid van het grensvlak (Γ) wordt als volgt berekend, gebruik makend van de Freundlich-Langmuir adsorptie-isotherm:

$$\Gamma = \frac{\Gamma_{max} K_L C^\beta}{1 + K_L C^\beta}$$

met Γ_{max} de maximum concentratie dat kan geadsorbeerd worden aan het grensvlak. K_L en β zijn empirische coëfficiënten.

Op basis van Γ en A_{ai} wordt vervolgens de totale geadsorbeerde concentratie bepaald:

$$\frac{\partial a_v g}{\partial t} = \frac{\partial \Gamma A_{ai}}{\partial t}$$

Met a_v het volume lucht (m^3/m^3) en g de PFAS-concentratie in de bodematmosfeer.

4.1.2 Uitgevoerde simulaties

4.1.2.1 Sensitiviteitsanalyse

Om inzicht te krijgen in het effect van de PFAS-module op het uitlooggedrag van PFAS werden verschillende sensitiviteits-experimenten uitgevoerd.

In een eerste reeks analyses werd het PFOS-uitlooggedrag in drie verschillende bodemtypes bepaald: klei, zand en leem. Daarbij werd voor elk bodemtype het uitlooggedrag voor 40 jaar gesimuleerd in een bodemprofiel van 1,5m onderaan begrensd door de grondwatertafel. De initiële vervuiling bedroeg 100 $\mu g/kg$ in de eerste halve meter van het bodemprofiel. Voor ieder bodemtype werden 2 simulaties uitgevoerd: een simulatie zonder en met de PFAS-module.

De simulaties werden uitgevoerd met neerslag-data bekomen via waterinfo.be. Het station Herentals werd geselecteerd waarbij gegevens met dagelijkse neerslag werden gedownload vanaf 1 januari 2005 tot 2022. Naast neerslag-data heeft Hydrus ook potentiële evaporatie-input nodig. Via waterinfo werd de potentiële evapotranspiratie gedownload voor de periode 1 januari 2005 tot september 2022 (station Herentals). De potentiële evapotranspiratie werd herrekend naar potentiële evaporatie door middel van een correctiefactor.

Voor de simulaties werd dus gewerkt met historische neerslag- en evaporatiedata die een periode dekken van 18 jaar. Na 18 jaar werd de neerslagreeks herhaald tot in totaal 40 jaar werd gesimuleerd. Het voordeel van deze methode is dat zowel extreem natte en droge jaren in rekening worden gebracht.

In een tweede reeks van sensitiviteitsanalyses werd geëxperimenteerd met de impact van parameter $\Gamma_{max}K_L$ op het uitlooggedrag. Deze parameter bepaalt in belangrijke mate hoe makkelijk PFAS kan adsorberen aan lucht-water grensvlak en wordt in sterke mate bepaald door het bodemtype en specifieke PFAS-eigenschappen (ketenlengte, functionele groep). Er is echter nog maar één studie gepubliceerd (Silva et al., 2020) waar waardes vermeld worden voor deze parameter (enkel voor PFOS en PFOA). In de sensitiviteitsanalyse werden 4 simulaties uitgevoerd, telkens met een verhoogde waarde voor $\Gamma_{max}K_L$.

4.1.2.2 Toetsing veldcampagne: Predicties

In de predictie-simulaties werden de geobserveerde PFOS- en PFOA-concentraties te Ranst (metingen nabij blusplaat) en Willebroek (ter hoogte van de nieuwe wijk) gebruikt als startpunt van de simulaties. Vervolgens

werd Hydrus gebruikt om het transport en uitlooggedrag te simuleren voor de komende 40 jaar. Om na te gaan in welke mate adsorptie aan het lucht-water grensvlak een belangrijke rol speelt ter hoogte van de geselecteerde sites, werden model-simulaties uitgevoerd zonder en met de PFAS-module. Voor iedere locatie werd getracht om de lokale condities zo goed als mogelijk te implementeren in Hydrus.

Op basis van veldverslagen genoteerd tijdens de staalnames werd in Hydrus het bodemprofiel gereconstrueerd. Daarbij werd de bodemtextuur in rekening gebracht, samen met de diepte tot de grondwatertafel.

Op Campus Vesta werden op de locatie naast de blusplaat bodems met een zandige textuur en een grondwatertafel op 3,2 m diepte waargenomen. Te Willebroek werd ook een zandige bodemtextuur waargenomen, met een grondwatertafel op 2,3 m diepte.

De gebruikte neerslag en evaporatie-data zijn dezelfde als deze gebruikt in de sensitiviteitsanalyse (station Herentals). Voor PFOS is een K_d -waarde van 15,6 L/kg toegepast en voor PFOA 3,4 L/kg. De waarden voor $\Gamma_{max}K_L$ bedragen respectievelijk 0.047 en 0.0037 voor PFOS en PFOA. Zowel voor K_d en $\Gamma_{max}K_L$ werden de waarden bekomen uit Silva et al. (2020) gehanteerd. De initiële PFOS- en PFOA-concentraties zijn gebaseerd op de veldmetingen.

4.1.2.3 Toetsing veldcampagne: Reconstructie

In deze set van simulaties werd getracht de historische evolutie van de PFOS-verontreiniging na te bootsen. Op basis van eerdere bodemonderzoeken en beschikbare informatie werd de PFAS-vervuilingshistoriek nagegaan. Op basis van deze info werden Hydrus-simulaties uitgevoerd waarbij getracht werd op het einde van de simulatie-periode de PFOS-concentraties gemeten tijdens de veldcampagne te benaderen. Op basis van de beschikbare info was het niet mogelijk om de exacte verontreinigings-historiek voor de specifieke locaties te achterhalen. Deze simulaties werden voornamelijk uitgevoerd om zicht te krijgen in welke mate de geobserveerde concentraties kunnen verklaard worden door uitloging, of eerder door diffuse verontreiniging. Deze simulaties werden enkel uitgevoerd voor Campus Vesta, aangezien de geobserveerde PFAS-concentraties in Willebroek wijzen op 'omwoeling' van de bovenste bodemhorizonten. De resultaten hiervan zijn opgenomen in Bijlage 7.9.

4.1.3 Resultaten Hydrus: sensitiviteitsanalyses en toetsing cases / veldstudie

4.1.3.1 Sensitiviteitsanalyse

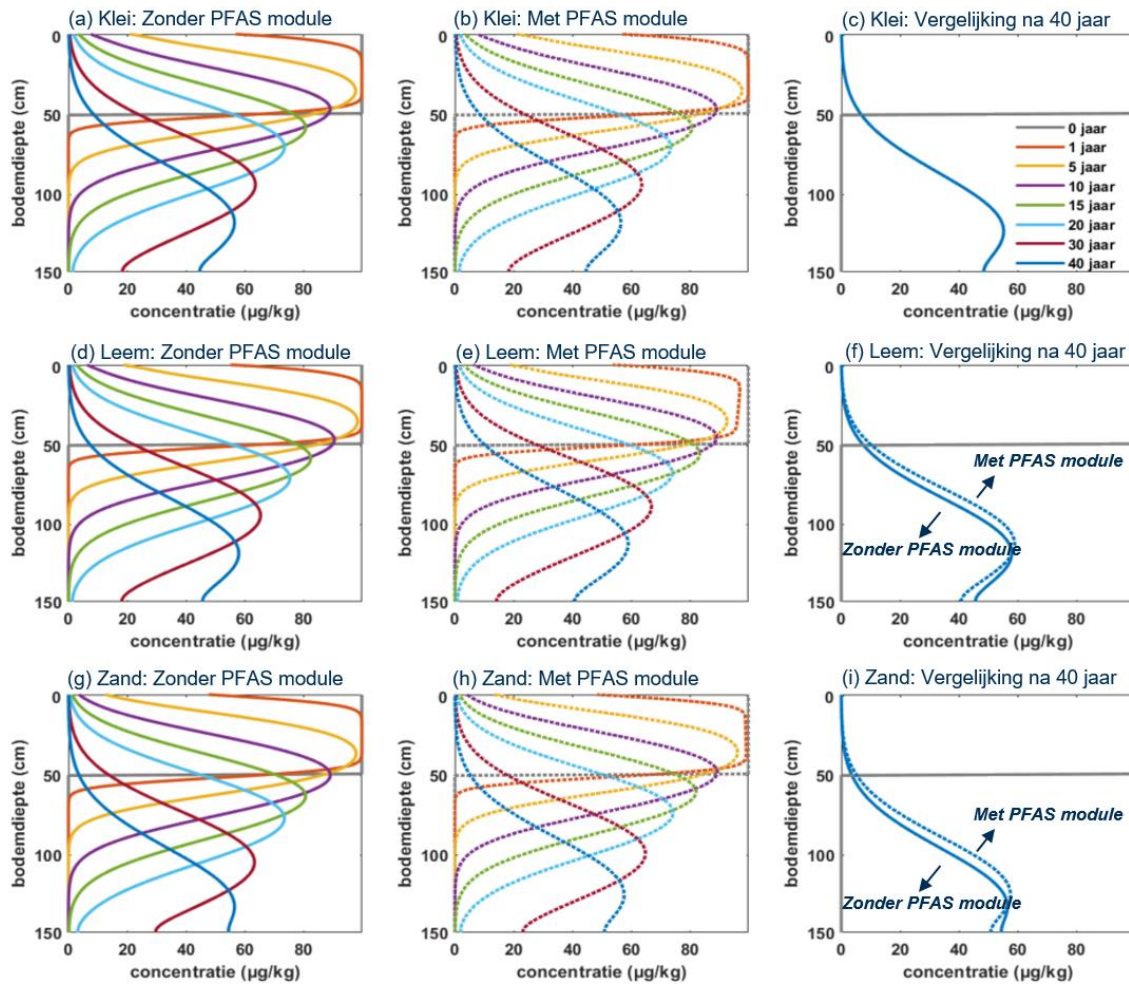
4.1.3.1.1 Impact van bodemtextuur

Figuren 19 en 20 tonen de resultaten van de sensitiviteitsexperimenten waarbij het PFOS-uitlooggedrag is gesimuleerd in 3 verschillende bodemtypes voor een periode van 40 jaar.

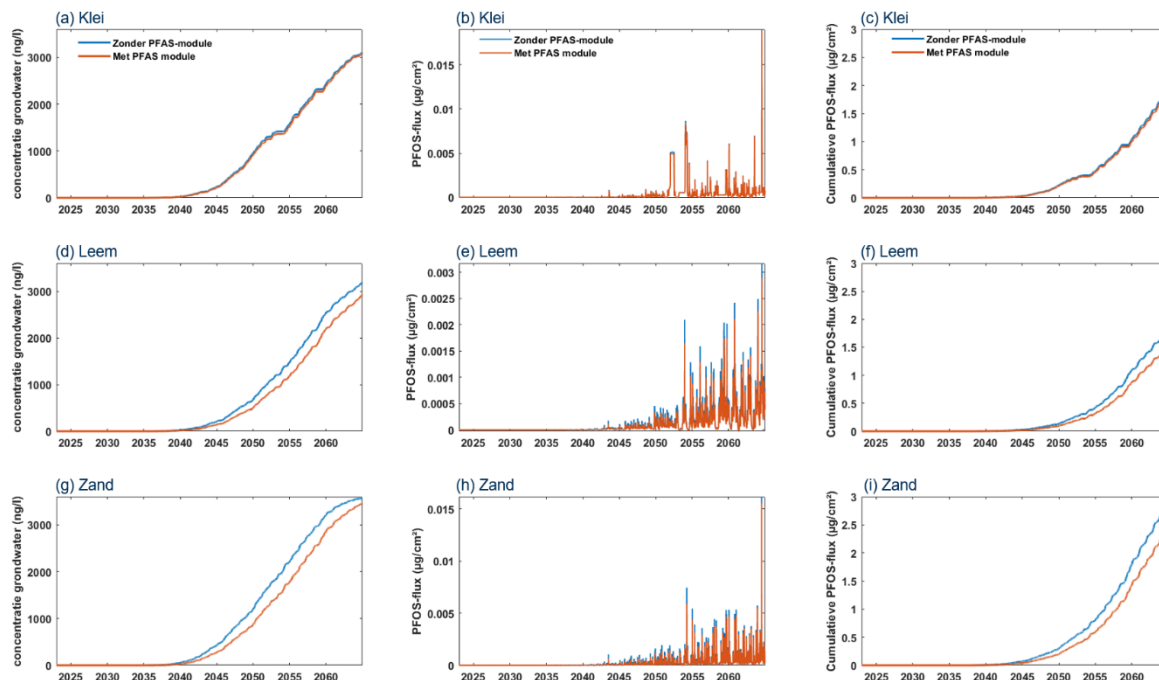
Figuren 19 a-d-g tonen het uitlooggedrag gesimuleerd voor een periode van 40 jaar met Hydrus zonder de PFAS-module (dus zonder adsorptie aan het lucht-water grensvlak) voor respectievelijk een klei, leem en

zandprofiel. Figuren b-e-h tonen de resultaten van de simulaties met PFAS-module. Figuren 19 c-f-i tonen de vergelijking tussen de simulaties met en zonder PFAS-module in de bodemprofielen na 40 jaar uitloging. De figuur maakt twee zaken duidelijk:

- Ten eerste valt op dat de bodemtextuur in belangrijke mate het uitloggedrag bepaalt. In het klei-profiel is de PFOS-piek minder ver gemigreerd dan in het leem- en zandprofiel. Dit is ook weerspiegeld in de PFOS-concentratie in het grondwater zoals weergegeven in Figuur 20. Waar de concentratie PFOS in grondwater 3.100 ng/l na 40 jaar is in het klei-profiel (cumulatieve PFOS-flux van 1,8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), is dit 3.600 ng/l in het zandprofiel (cumulatieve PFOS-flux van 2,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Dit toont aan dat de hydraulische parameters in belangrijke mate het PFOS-uitloggedrag bepalen.
- Ten tweede maakt de figuur ook duidelijk dat de impact van de PFAS- module, en dus adsorptie aan het luchtwater-grensvlak, het grootst is in het zandprofiel (Figuur 19i). De impact van de PFAS-module is praktisch nihil in het kleiprofiel (Figuur 19c). Dit effect is ook duidelijk waar te nemen in de cumulatieve PFOS-fluxen en grondwaterconcentraties onderaan de bodemprofielen zoals aangetoond in Figuur 20.



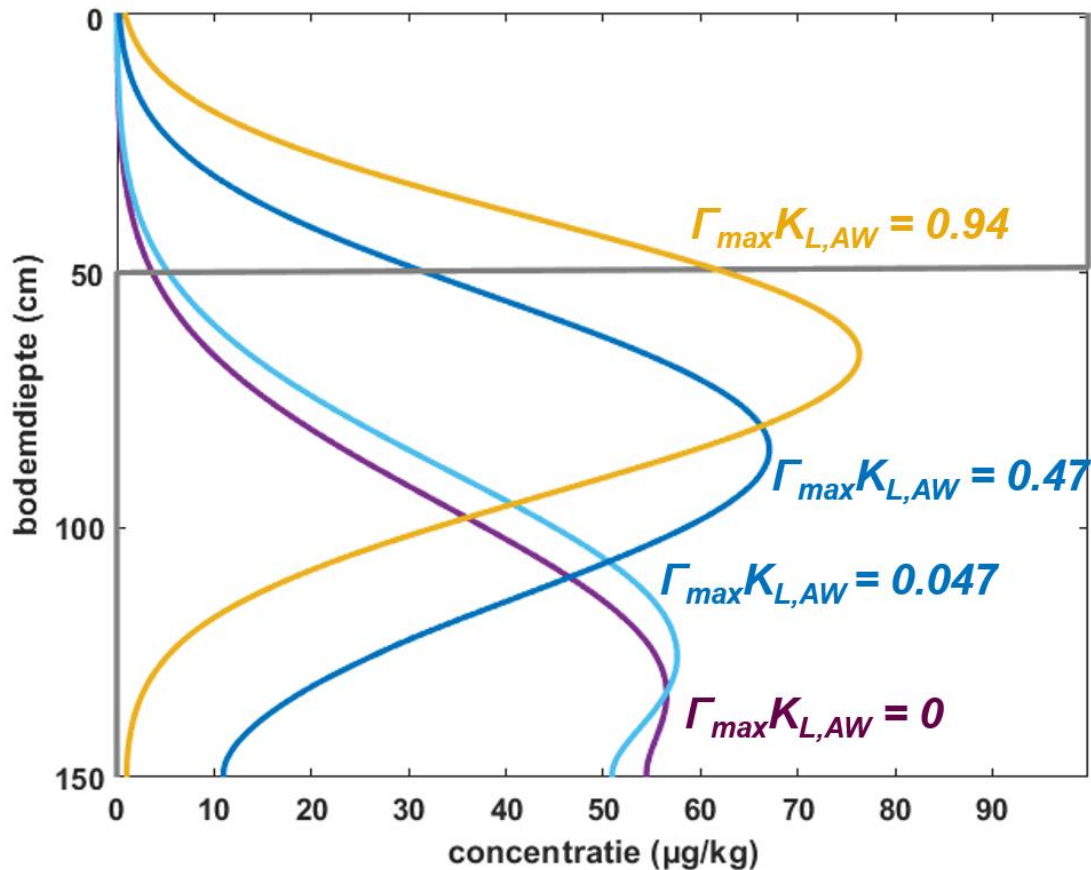
Figuur 19: Evolutie van PFOS-uitloggedrag voor 40 jaar in een fictief zand- (a-c), leem- (d-f) en zand- (g-i) bodemprofiel. Simulaties werden uitgevoerd in Hydrus zonder (a-d-g) en met de PFAS-module (b-e-h)



Figuur 20: Evolutie van PFOS-concentraties in het grondwater (a-d-g), PFOS-flux onderaan het bodemprofiel (b-e-h) en cumulatieve PFOS-flux (c-f-i) in de fictieve klei, leem en zand-profielen

4.1.3.1.2 Impact van $\Gamma_{max}K_L$

Zoals in elk model is een calibratie van parameters van belang om realistische en bruikbare output te bekomen. In de PFAS-module is $\Gamma_{max}K_L$ de belangrijkste parameter die gekalibreerd moet worden. Zowel Γ_{max} (de maximum PFAS-concentratie die kan adsorberen per eenheid luchtwater-grensvlak) als K_L (empirische parameter) zijn afhankelijk van bodemtextuur en specifieke PFAS-eigenschappen. In Silva et al. (2020) werd op basis van kolomproeven een eerste schatting gemaakt van deze parameter voor zowel PFOS als PFOA waarbij de respectievelijke gekalibreerde waarden voor $\Gamma_{max}K_L$ 0,047 en 0,0037 bedragen. Zoals aangegeven door de auteurs van de studie, is het aantal experimenten waarop deze waarden zijn vastgelegd beperkt. Om een beter zicht te krijgen op de gevoeligheid van deze parameter werden 4 simulaties uitgevoerd, telkens met een andere waarde voor $\Gamma_{max}K_L$ (0; 0,047; 0,47 en 0,94). Figuur 21 maakt duidelijk dat een correcte calibratie van de belangrijkste parameter in de PFAS-module van belang is, waarbij de uitloging van PFOS aanzienlijk vertraagt naarmate $\Gamma_{max}K_L$ toeneemt. Gezien het bepalen van de parameter complex is, is het van belang in het achterhoofd te houden dat er vrij veel onzekerheid gepaard gaat met het simuleren van PFOS-adsorptie aan het lucht-water-grensvlak.

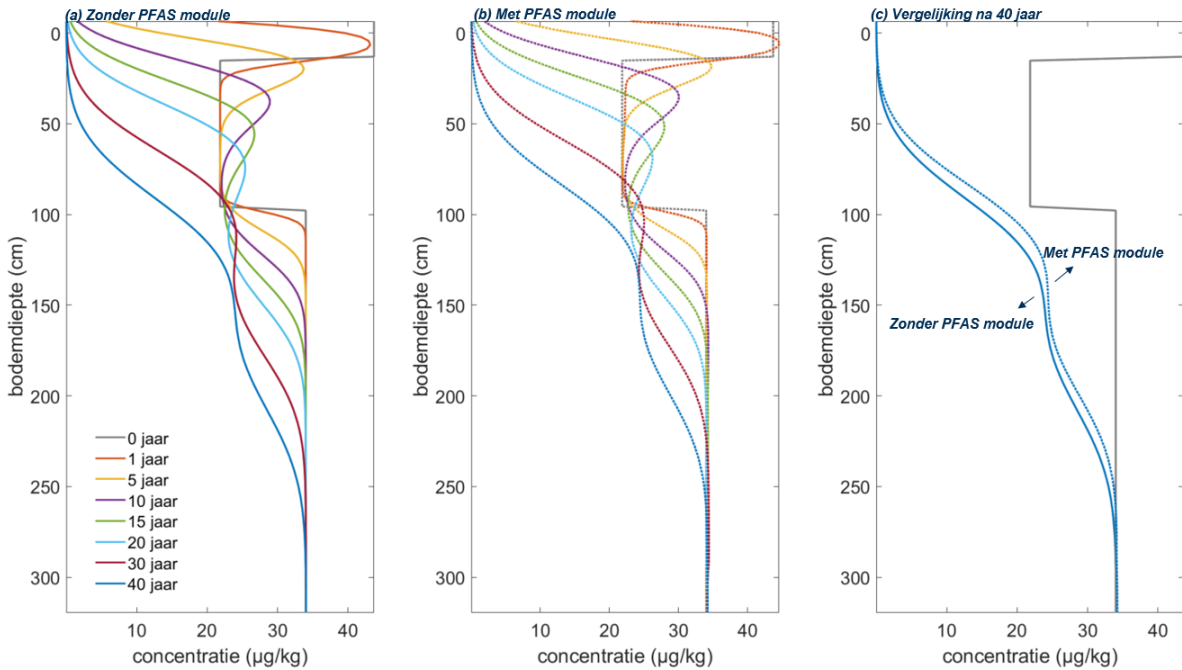


Figuur 21: Gesimuleerde PFOS concentraties in een fictief zandprofiel van 1,5m diep. Voor de vier uitgevoerde simulaties werd parameter $\Gamma_{max} K_L$ systematisch verhoogd

4.1.3.2 Toetsing cases

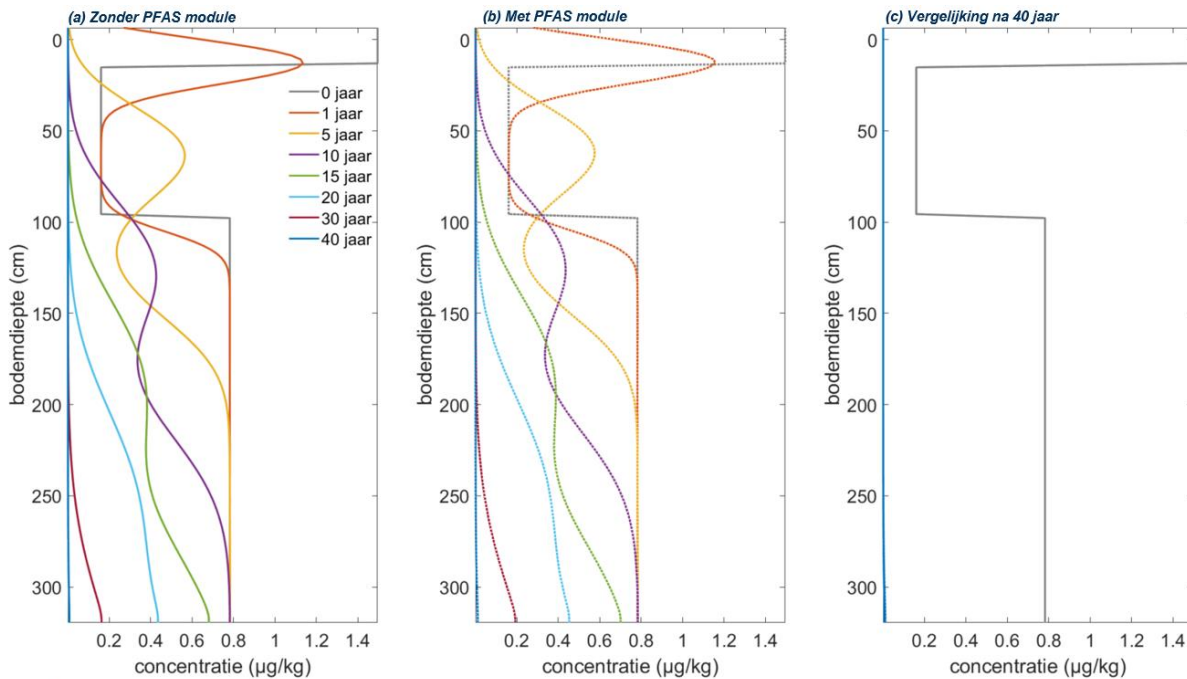
4.1.3.2.1 Campus Vesta Ranst

Figuur 22 toont hoe de PFOS-concentraties waargenomen nabij de blusplaat (Campus Vesta) de komende 40 jaar zullen evolueren. Daarbij werden de simulaties uitgevoerd zonder (Figuur 22a) en met de PFAS-module (Figuur 22b). Beide figuren maken duidelijk dat uitloging plaatsvindt in de eerste 2,5 m van het bodemprofiel. De eerste 30 cm zijn na 30 jaar volledig uitgeloozd. Vanaf 2,50 m blijft de PFOS-concentratie stabiel over de gesimuleerde periode. Een periode van 40 jaar is niet genoeg om het volledige bodemprofiel te laten uitlogen. De impact van de PFAS-module blijft relatief beperkt zoals aangetoond in Figuur 22c.



Figuur 22: Gesimuleerde evolutie van de PFOS-concentraties in de bodem voor 40 jaar nabij de blusplaat te Campus Vesta. (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFOS-concentraties na 40 jaar.

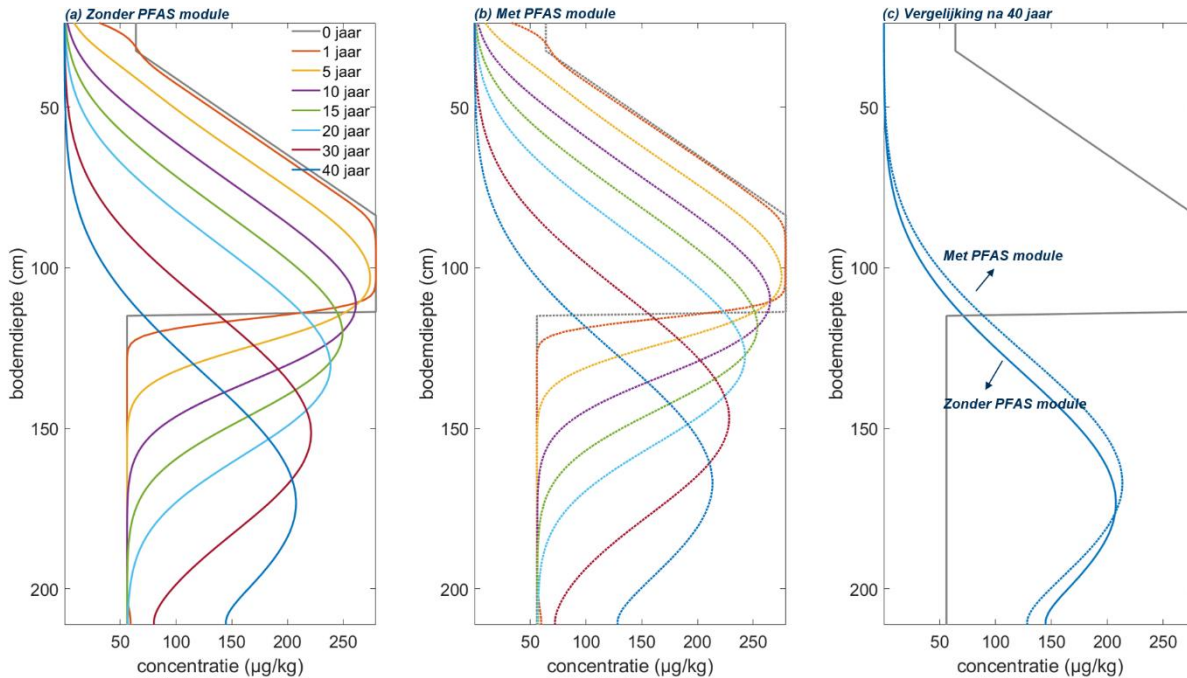
Gelijkaardig aan Figuur 22, toont Figuur 23 de gesimuleerde PFOA-concentraties voor een periode van 40 jaar. In tegenstelling tot PFOS, is PFOA veel mobieler (lagere K_d) en zijn de initiële concentraties volledig uitgeloozd na 40 jaar, zowel in de simulaties zonder en met de PFAS-module.



Figuur 23: Gesimuleerde evolutie van de PFOA-concentraties in de bodem voor 40 jaar nabij de blusplaat te Campus Vesta. (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFOA-concentraties na 40 jaar

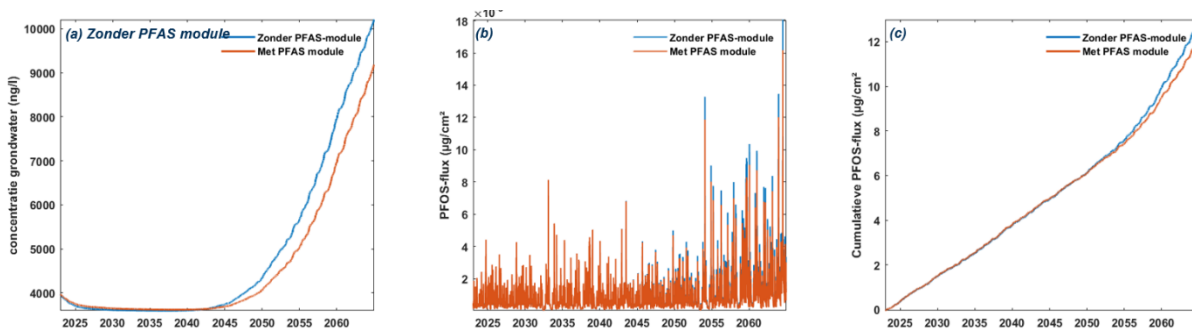
4.1.3.2.2 Willebroek

Figuur 24 toont de evolutie van de PFOS-concentraties ter hoogte van de 'nieuwe wijk' te Willebroek. Ook hier werden de waargenomen PFOS-concentraties tijdens de veldcampagne als startpunt genomen voor de simulaties. De simulatie met Hydrus toont aan dat de PFOS-piek, die in 2022 rond 1 m zat, in een tijdsperiode van 40 jaar zal zakken naar 1,70 m. De PFOS-concentratie ter hoogte van de piek daalt daarbij van $280 \mu\text{g}/\text{kg}$ naar $207 \mu\text{g}/\text{kg}$. Figuur 24c toont aan dat de PFAS-module het uitloggedrag vertraagt, maar dat het effect relatief beperkt blijft.



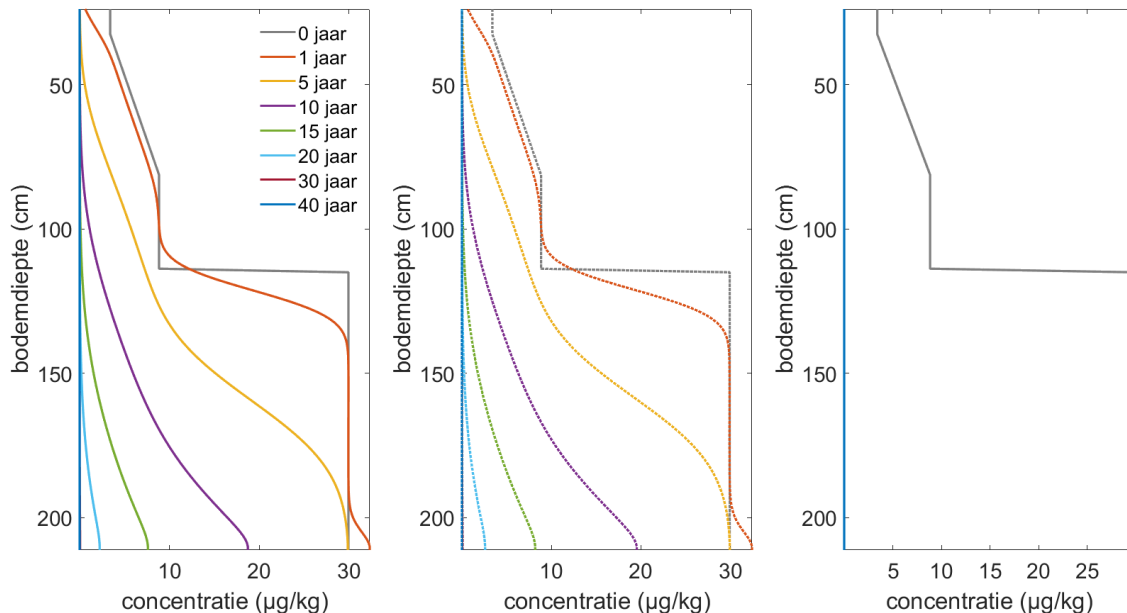
Figuur 24: Gesimuleerde evolutie van de PFOS-concentraties in de bodem voor 40 jaar ter hoogte van de nieuwe wijk (Willebroek): (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFOS-concentraties na 40 jaar

Figuur 25 toont het effect van de PFAS-module op de grondwater-concentraties (25a) en PFOS-flux onderaan het bodemprofiel (25b en 25c). Door het licht-vertraagde uitlooggedrag met de PFAS-module is ook de PFOS-concentratie in het grondwater lager t.o.v. de simulaties zonder PFAS-module (respectievelijk 9.200 en 10.000 ng/l). Dit verschil laat zich ook merken in de cumulatieve PFOS-flux: 12,20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ versus 12,98 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.



Figuur 25: (a) Evolutie van PFOS-concentraties in het grondwater, (b) PFOS-flux onderaan het bodemprofiel (c) en cumulatieve PFOS-flux ter hoogte van de nieuwe wijk (Willebroek) voor simulaties zonder (blauwe lijnen) en met (oranje lijnen) PFAS-module

De evolutie van de PFOA-concentraties wordt weergegeven in Figuur 26. In tegenstelling tot PFOS, is PFOA veel mobieler (lagere K_d) en zijn de initiële concentraties volledig uitgelooft na 40 jaar, zowel in de simulaties zonder en met de PFAS-module.



Figuur 26: Gesimuleerde evolutie van de PFOA-concentraties in de bodem voor 40 jaar ter hoogte van de nieuwe wijk (Willebroek): (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFOA-concentraties na 40 jaar

4.2 HYDRUS-PFAS VERSUS F-LEACH

In deze sectie wordt nagegaan of een inschatting van het risico op uitloging uitgevoerd met F-LEACH vergelijkbaar is met de berekeningen uitgevoerd met Hydrus.

Uit de literatuurstudie in het eerste hoofdstuk bleek dat Hydrus, en in het bijzonder met de specifieke PFAS-module, als een zeer geschikt model gezien wordt om uitloging van PFAS te simuleren. Hydrus brengt waterstroming in dynamische omstandigheden in rekening en beschouwt sorptie aan de vaste fase, sorptie aan het lucht-water grensvlak (in de PFAS-module), diffusie in water en eventuele vervluchtiging of afbraak in rekening.

F-LEACH is de uitloogsoftware ontwikkeld voor risicoanalyse uitloging in bodemonderzoeken (OVAM, 2015). F-LEACH is een analytisch model dat stationaire waterstroming berekent en brengt sorptie aan de vaste fase en eventuele vervluchtiging of afbraak in rekening. De grootste verschillen met Hydrus zijn dat F-LEACH geen rekening kan houden met sorptie aan het lucht-water grensvlak en dat F-LEACH uitgaat van de gemiddelde waterstroming (netto-neerslag op jaarbasis) en geen rekening houdt met de dynamische veranderingen van bodemvochtgehalte gedurende het jaar.

Om de impact van de verschillen in de modellen op de risico-inschatting na te gaan, is voor de beide onderzochte veldsites het risico op uitloging en de evolutie van de bodemkwaliteit berekend met F-LEACH

uitgaande van de huidige situatie. De resultaten worden vergeleken met de resultaten bekomen met Hydrus, zoals besproken in de vorige sectie.

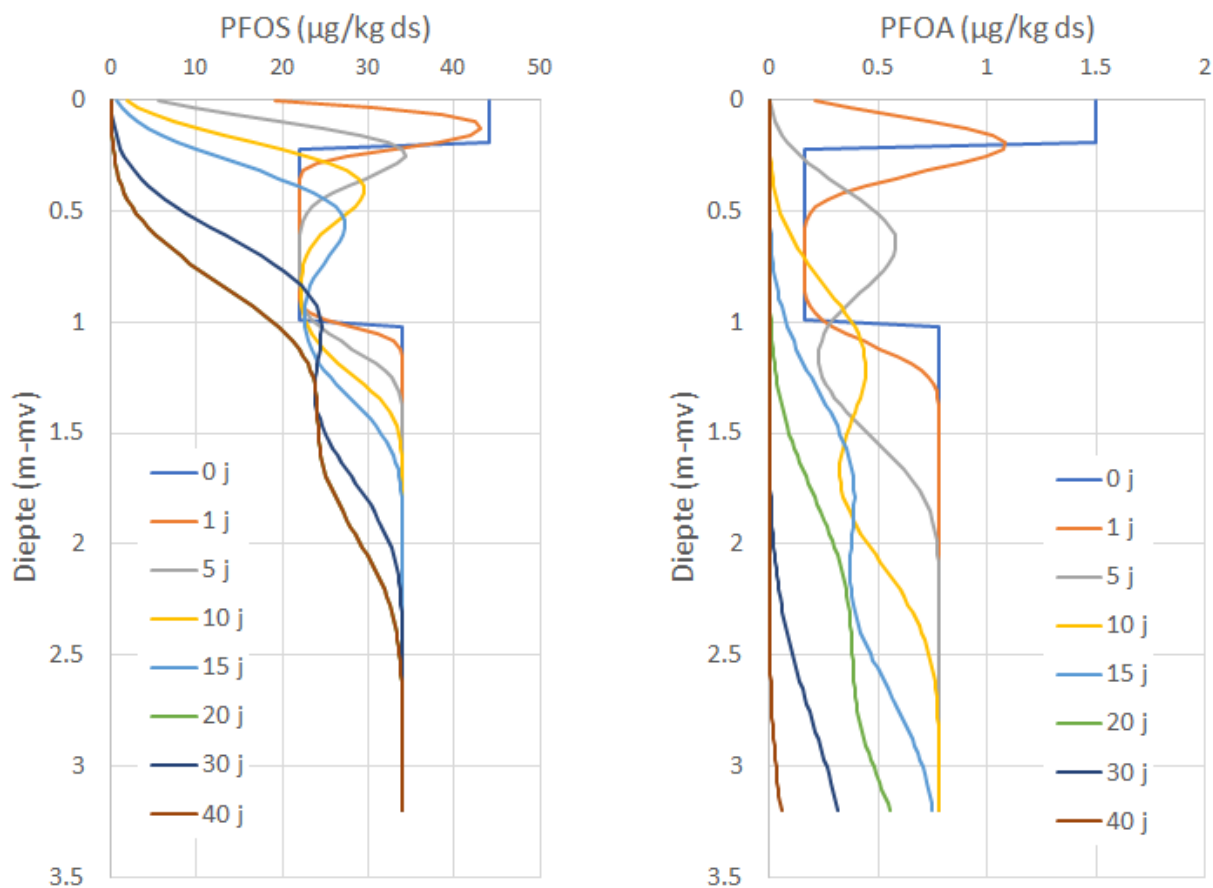
4.2.1 Scenario's

De rekenscenario's zijn zoveel mogelijk dezelfde als in Hydrus. F-LEACH rekt met de jaargemiddelde netto-neerslag overeenstemmend met de dynamische tijdsreeks van neerslag en ET-reeks in de Hydrus-scenario's. Voor PFOS is een Kd-waarde van 15,6 L/kg toegepast en voor PFOA 3,4 L/kg (Silva et al., 2020). De initiële concentraties zijn gebaseerd op de veldmetingen en zijn dezelfde als gebruikt in de Hydrus-berekeningen. De simulaties werden gerund voor een periode van 250 jaar.

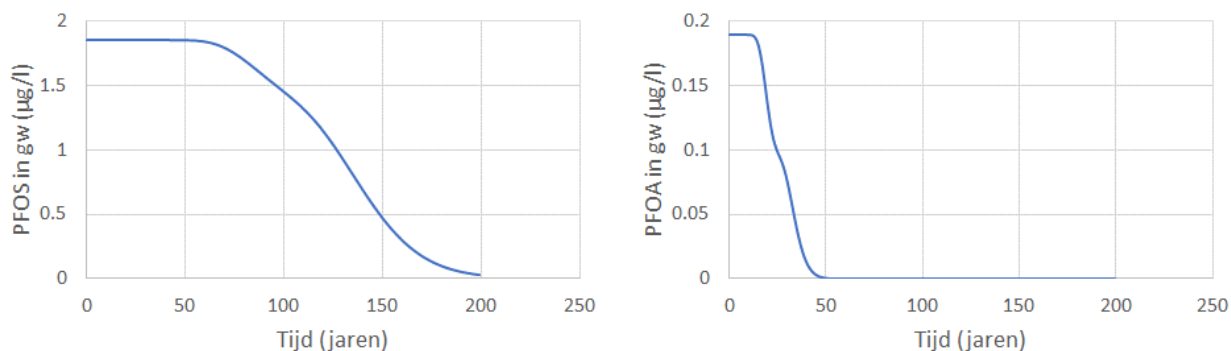
4.2.2 Resultaten F-LEACH

4.2.2.1 Campus Vesta Ranst

In Figuur 27 worden de berekende concentratieprofielen voor PFOS en PFOA in de huidige toestand en na 1, 5, 10, 15, 20, 30 en 40 jaar getoond. Uit de figuur blijkt dat voor PFOS er na 40 jaar nog steeds hoge concentraties in het bodemprofiel aanwezig zijn terwijl voor PFOA de concentraties na 40 jaar bijna gelijk zijn aan nul. In Figuur 28 staat de berekende concentratie in grondwater net onder het bodemprofiel en uitgaande van een verdunningsfactor DF van 1,17 (locatiespecifieke verdunningsfactor op basis van NGI topografische kaartbladen (OVAM, 2005a, OVAM, 2005b)). Voor PFOS blijft de berekende concentratie in grondwater hoog met een waarde van 1,85 µg/l gedurende 60 jaar, waarna een afname berekend wordt tot na 200 jaar wanneer de uitloging volledig gestopt is. Voor PFOA is de berekende concentratie initieel gelijk aan 0,19 µg/l met na 14 jaar een snelle daling en na 40 jaar is de uitloging afgelopen. Dit verschil tussen PFOS en PFOA komt overeen met de verwachting op basis van de verschillen in Kd-waarde.



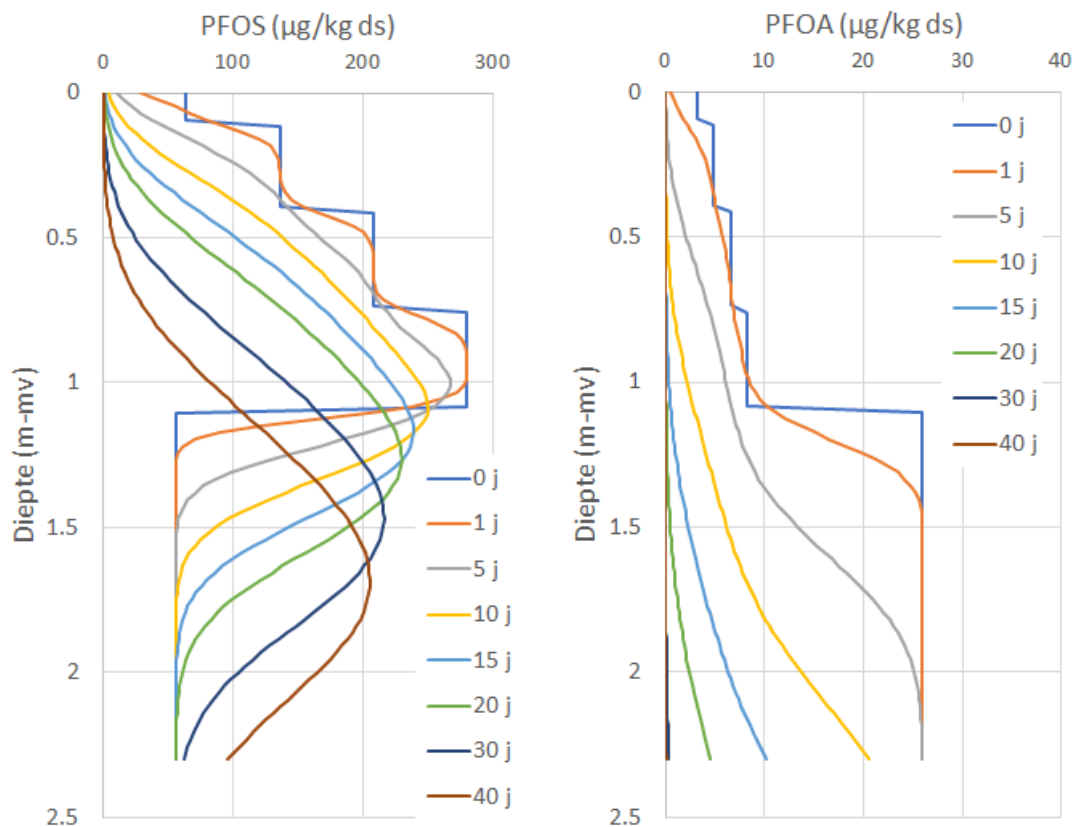
Figuur 27: Berekende concentratieprofielen voor PFOS (links) en PFOA (rechts) op verschillende tijdstippen voor Campus Vesta



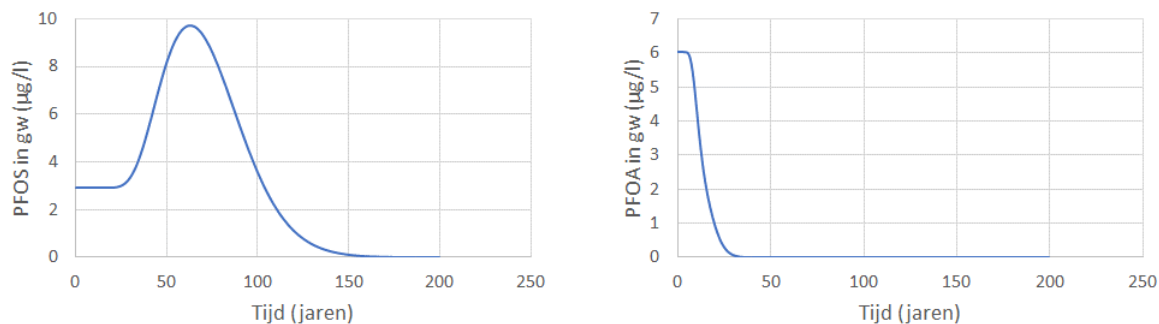
Figuur 28: Berekende concentratie in grondwater voor PFOS (links) en PFOA (rechts) voor Campus Vesta

4.2.2.2 Willebroek

In Figuur 29 worden de berekende concentratieprofielen voor PFOS en PFOA in de huidige toestand en na 1, 5, 10, 15, 20, 30 en 40 jaar getoond. Hoewel de initiële concentraties verschillen, komt er voor uitloging hetzelfde beeld naar voren als voor Campus Vesta: voor PFOA verloopt de uitloging sneller en zijn de concentraties na 40 jaar gelijk aan nul. Voor PFOS is het een trager proces en zijn de piekconcentraties na een periode van 40 jaar ongeveer 70-80 cm dieper in het bodemprofiel gezakt (van 90 cm-mv naar 170 cm-mv). In Figuur 30 staat de berekende concentratie in grondwater net onder het bodemprofiel en uitgaande van een verdunningsfactor DF van 1,22 (locatiespecifieke verdunningsfactor op basis van NGI topografische kaartbladen (OVAM, 2005a, OVAM, 2005b)). Voor PFOS berekent F-LEACH een piekconcentratie van 9,7 µg/l na 63 jaar. Voor PFOA is de berekende concentratie initieel gelijk aan 6 µg/l met na 7 jaar een snelle daling en na 35 jaar is de uitloging afgelopen.



Figuur 29: Berekende concentratieprofielen voor PFOS (links) en PFOA (rechts) op verschillende tijdstippen voor Campus Vesta

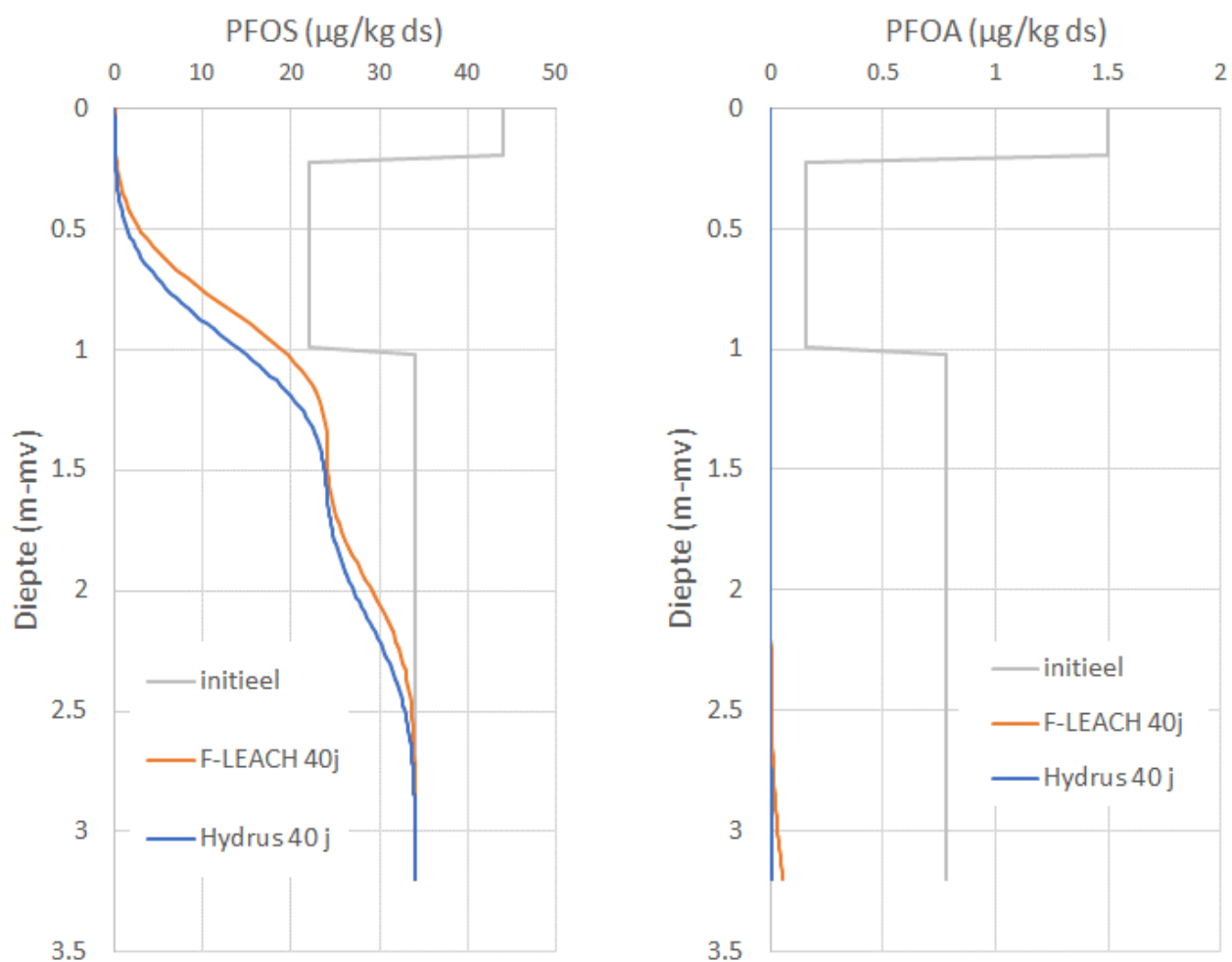


Figuur 30: Berekende concentratie in grondwater voor PFOS (links) en PFOA (rechts) voor Campus Vesta

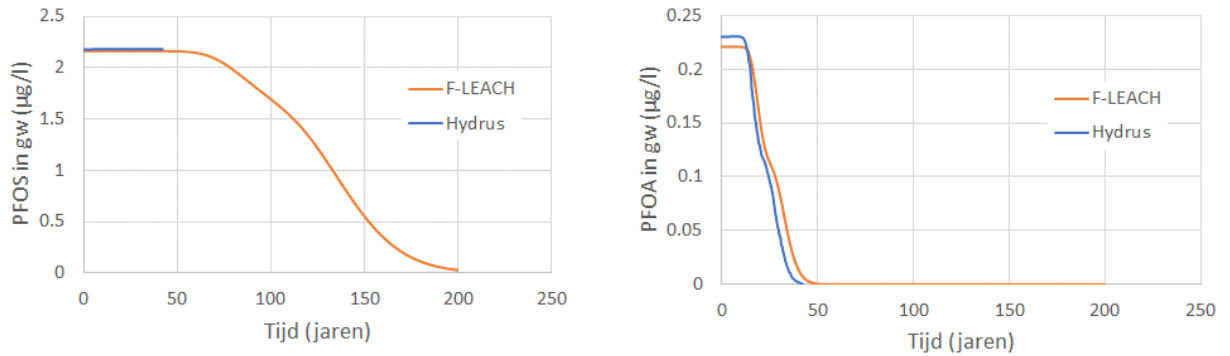
4.2.3 Vergelijking met Hydrus

4.2.3.1 Campus Vesta Ranst

De berekende concentratieprofielen voor PFOS en PFOA na 40 jaar worden samen met de initiële waarden getoond in Figuur 31. De verschillen tussen beide modellen zijn zeer klein. De voorspelde uitloging met Hydrus (zonder PFAS-module) verloopt iets sneller. In Figuur 32 staan de berekende concentraties ter hoogte van het grondwater (zonder toepassing van verdunningsfactor omdat dat in Hydrus niet wordt toegepast). De resultaten voor F-LEACH en Hydrus zijn bijna identiek, zowel naar voorspelde concentratie als tijdsverloop van de uitloging.



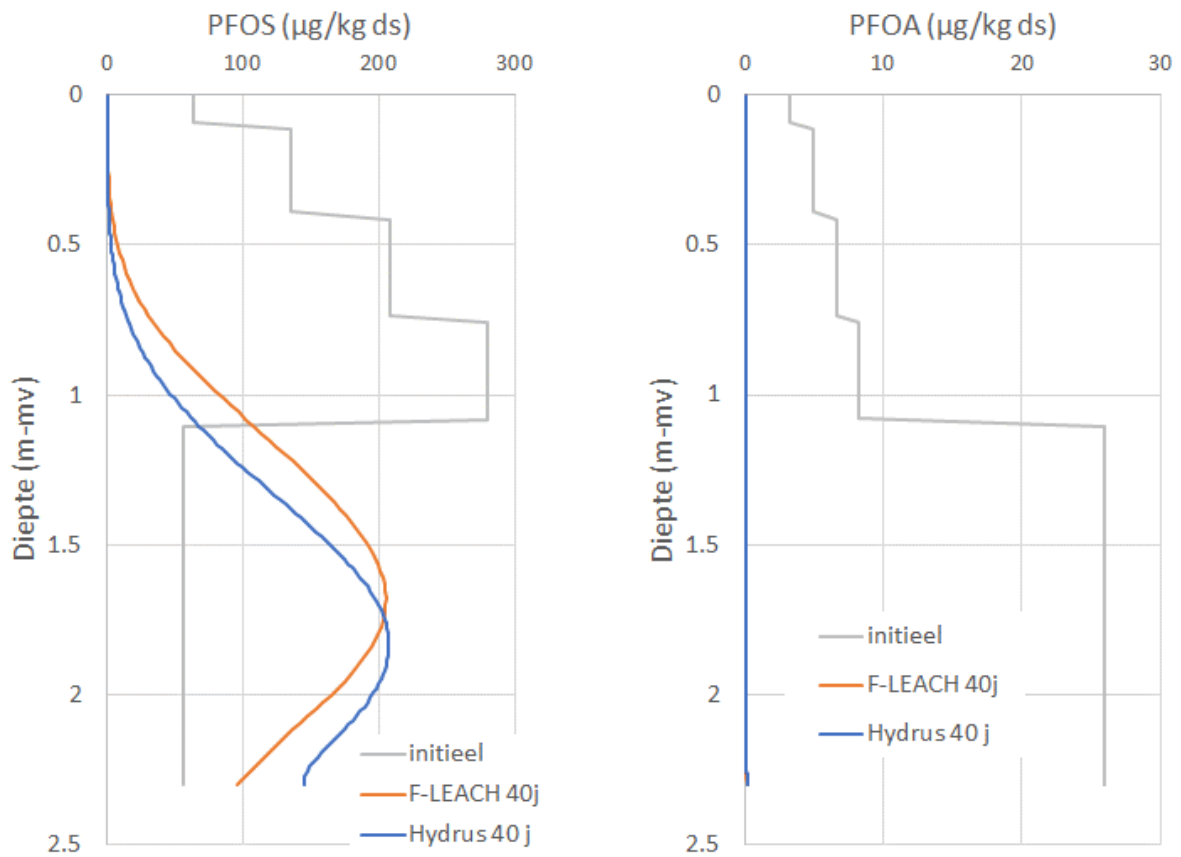
Figuur 31: Berekende concentratieprofielen voor PFOS (links) en PFOA (rechts) na 40 jaar met F-LEACH en met Hydrus voor Campus Vesta



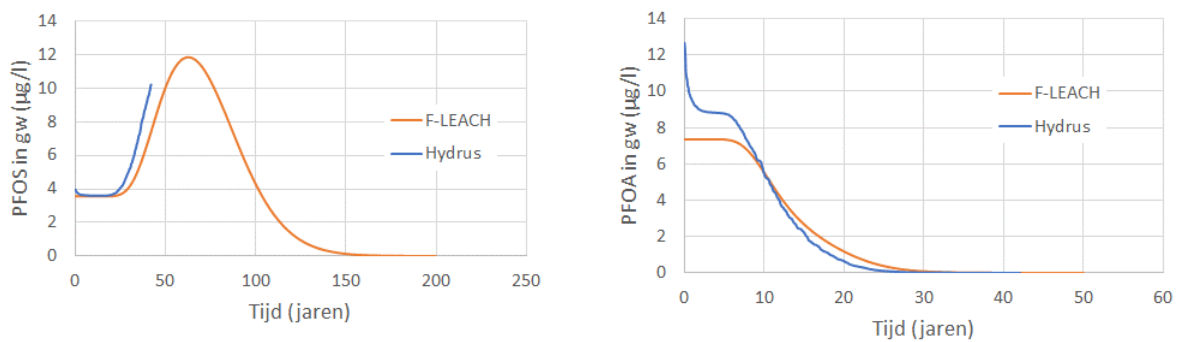
Figuur 32: Berekende concentratie ter hoogte van het grondwater voor PFOS (links) en PFOA (rechts) met F-LEACH en met Hydrus voor Campus Vesta

4.2.3.2 Willebroek

In Figuur 33 worden de berekende concentratieprofielen met F-LEACH en Hydrus voor PFOS en PFOA na 40 jaar getoond en in Figuur 34 de berekende concentraties ter hoogte van het grondwater onder het bodemprofiel (zonder rekening te houden met verdunning). De resultaten voor PFOS zijn voor beide modellen gelijkaardig: de berekende concentraties komen overeen terwijl F-LEACH een iets tragere uitloging voorspelt maar de verschillen zijn klein. Voor PFOS berekenen beide modellen een volledige uitloging uit het bodemprofiel na 40 jaar. In grondwater is het voorspelde tijdsverloop zeer gelijkaardig. Bij de Hydrus-resultaten liggen de initiële concentraties hoger.



Figuur 33: Berekende concentratieprofielen voor PFOS (links) en PFOA (rechts) na 40 jaar met F-LEACH en met Hydrus voor Willebroek



Figuur 34: Berekende concentratie ter hoogte van het grondwater voor PFOS (links) en PFOA (rechts) met F-LEACH en met Hydrus voor Willebroek

5 BESLUIT / RICHTLIJNEN

PFAS heeft specifieke sorptie-eigenschappen, die het uitloggedrag van PFAS aanzienlijk kunnen beïnvloeden ten opzichte van klassieke pollutanten. Doel van deze studie was om na te gaan in welke mate de bestaande methodiek in zake uitloging van pollutanten moet bijgesteld worden voor PFAS. In deze studie werd daarom het uitloggedrag van PFAS onder de loep genomen aan de hand van een literatuurstudie, velddata, labo-experimenten en numerieke modellen. Door de toepassing van deze integrale methode werden volgende conclusies bekomen:

Literatuurstudie

In het eerste deel van deze studie werd de huidige stand van zaken m.b.t. PFAS-uitloging van naderbij bekeken door middel van een literatuurstudie. Daaruit bleek dat de fysische en chemische eigenschappen van PFAS uniek zijn door hun specifieke opbouw. Ze bestaan uit een hydrofiele kop en hydrofobe staart die oppervlakte actieve eigenschappen verlenen bij verhoogde concentraties en accumulatie op het lucht-water grensvlak stimuleren. Met dit gedrag moet rekening gehouden worden bij de selectie van numerieke modellen die het uitloggedrag van PFAS simuleren.

Velddata

Op twee met PFAS-vervuilde sites (Campus Vesta te Ranst en voormalige papierfabriek te Willebroek) werden bodem- en grondwaterstalen genomen en geanalyseerd op PFAS-concentraties. De resultaten tonen aan dat de karakteristieken van de PFAS-verontreiniging (type PFAS en grootteorde aangetroffen concentraties) verschillend zijn voor beide sites. Te Campus Vesta werden in het grondwater vooral PFOS en PFHxS aangetroffen. PFOS werd ook in verhoogde concentraties gemeten in de bodem, maar de concentraties aan PFHxS waren laag.

In Willebroek werden in het grondwater PFAS-concentraties boven de 90.000 ng/l aangetroffen (voornamelijk PFOS en PFOA). In tegenstelling tot Campus Vesta, werden in Willebroek naast PFOS ook beduidend hoge concentraties van EtPFOSAA en PFOSA aangetroffen.

Labo-experimenten

Verschillende bodemstalen genomen tijdens de veldcampagne werden geselecteerd voor de uitvoering van zowel schudproeven (n = 5) als kolomproeven (n = 4). De resultaten van de labo-experimenten zijn tweevoudig:

- Ten eerste werd meer inzicht verkregen in het uitloggedrag van PFAS. In lijn met de literatuur illustreren de experimenten dat PFAS met de relatief korte C-ketens veel makkelijker uitloggen dan PFAS met langere ketens: dit werd zowel bevestigd door de berekening van de K_d-waardes (hoe langer de C-keten, hoe hoger de K_d) en kolomproeven. Wel dient opgemerkt te worden dat er voor de langere ketens een veel grotere variabiliteit werd waargenomen tussen de afgeleide K_d-waarden dan voor de kortere ketens. In verder onderzoek moet zeker meer aandacht gaan naar het uitloggedrag van deze langere ketens. Daarnaast werden er ook verschillen waargenomen in uitloggedrag tussen de

verschillende PFAS-families. De functionele kopgroep bepaalt immers in belangrijke mate de sorptie-eigenschappen. PFCAs en PFSA's logen in het algemeen makkelijker uit dan PFASAs. Waar de kolomproeven een heel gelijkaardig uitlooggedrag vertonen voor PFCAs en PFSA's, was het opvallend dat bij de PFASAs het verloop van de eluaatcurves sterk verschilt tussen de kolomproeven.

- Ten tweede werd ook aandacht besteed aan de methodologie van de schudtesten. Zo werd (i) de invloed van filtratie op sorptie nagegaan door de vaste fractie van het eluaat te scheiden door zowel filtratie als centrifugatie, (ii) het spoelwater geanalyseerd op PFAS om na te gaan in hoeverre er sorptie van PFAS-componenten aan de recipiënten optreedt en (iii) de mogelijke vrijgave van PFAS door gebruikte materialen getest door analyse van blanco's. De resultaten van deze drie experimenten waren als volgt:
 - Op basis van de resultaten van de schudtesten waarbij een onderscheid werd gemaakt tussen filtreren en centrifugeren blijkt er geen noodzaak te zijn om filtratie te verbieden en te vervangen door centrifugatie.
 - Effect naspoeling: Enkel PFAS componenten met een ketenlengte > 8 worden aangetroffen in methanol bij naspoelen van de recipiënten gebruikt bij de schudtest. Op basis van de beperkte proefopzet is het niet duidelijk in hoeverre dit een gevolg is van achtergebleven bodempartikels dan wel het gevolg van sorptie is van de PFAS-componenten aan de recipiënten.
 - Op basis van de verschillende blanco's (materiaal- en procedure blanco's) kan gesteld worden dat er geen PFAS-componenten worden vrijgezet uit onderdelen van schud- en kolomopstellingen. Verhoogde rapportagegrenzen worden verklaard als gevolg van de noodzaak tot verdunning bij analyse.

Modellering: Hydrus en F-LEACH

De gemeten bodemconcentraties in de veldstudies zijn gebruikt om het verloop van de uitloging op deze sites te berekenen met Hydrus en met F-LEACH. Hydrus is een state-of-the-art model dat rekening kan houden met het specifieke sorptiegedrag van PFAS. F-LEACH is de uitloogtool ontwikkeld binnen de OVAM-uitloogmethodiek.

De modellering met Hydrus met en zonder gebruik van de PFAS-module gaf lichtjes verschillende resultaten: toepassing van de PFAS-module leidde tot een iets tragere uitloging door het in rekening brengen van een extra sorptie term, maar de verschillen voor de veldsites waren klein. Uit een beperkte gevoeligheidsanalyse bleek dat de impact in andere situaties met bv. een andere textuur groter zou kunnen zijn. Ook zijn er nog een aantal parameters in de PFAS-module waarvan de waarden in veldsituaties nog niet goed gekend zijn.

De berekeningen met F-LEACH voor de veldsites gaven zeer vergelijkbare resultaten als met Hydrus. De risico-inschatting voor uitloging op basis van beide modellen is niet verschillend en F-LEACH is op dit moment nog steeds een geschikte tool om de risico-inschatting uitloging uit te voeren. De belangrijkste onzekerheden in

het uitvoeren van de risicoanalyse situeren zich op het vlak van de karakterisatie van de PFAS-concentraties ter plaatse en het bepalen van de Kd-waarden in uitloogtesten.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

Hoewel er op basis van het uitgevoerde onderzoeken reeds bijkomende inzichten bekomen werden m.b.t. de uitgevoerde schud- & kolomproeven en modellering zijn er nog onzekerheden die verder dienen onderzocht te worden waaronder:

- meest geschikte uitloogvloeistof (ultrapuur water, gedemineraliseerd water, CaCl₂ oplossing);
- mogelijke sorptie van lange keten PFAS componenten;
- toepassing van uitloogproeven op veldvochtig of luchtdroog / gedroogd bodemmateriaal
- onzekerheden met betrekking tot beschikbare Kd data.

Verder onderzoek naar de invloed van bovenstaande elementen moet toelaten om de procedure voor de bepaling van PFAS uit bodems en bodemmateriaal verder te verfijnen.

Voor de modellering van uitloging zijn representatieve Kd-waarden nodig. Verdere uitloogtesten op een uitgebreidere set van Vlaamse bodems verschillend in bodemeigenschappen en PFAS-concentraties kunnen dienen om een dataset op te bouwen en relaties van Kd met andere parameters te onderzoeken. Daarnaast kan in een verdere sensitiviteitsanalyse de impact van de onzekerheden op karakterisatie van PFAS-concentraties, analytische onzekerheden en onzekerheden op de bepaling van de Kd-waarde op de uiteindelijke risico-inschatting beter in kaart gebracht worden.

6 LITERATUURLIJST

- Abesim (2005). Beschrijvend bodemonderzoek, Mechelsesteenweg 19 2930 Willebroek (Antwerpen). Rapport d.d. 25 januari 2005, met als referentie E04/255.
- AECOM (2020). Review of Available Software for PFAS Modeling Within the Vadose Zone. Review prepared for Michigan Department of Environment, Great Lakes, and Energy (EGLE), 16 juli 2020.
- Arcadis (2020). Review of Models for Evaluating Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Land Applied Residuals and Biosolid. juni 2020
- Ahrens, L. (2011). Polyfluoroalkyl compounds in the aquatic environment: a review of their occurrence and fate. *Journal of Environmental Monitoring*, 13(1), 20-31.
- Bradford, S. A., Wang, Y., Torkzaban, S., & Šimůnek, J. (2015). Modeling the release of E. coli D21g with transients in water content. *Water Resources Research*, 51(5), 3303-3316.
- Brusseau, M. L. (1990). Mass transfer processes and field-scale transport of organic solutes (No. AECL--10308 (V. 2)).

- Brusseau, M. L., Peng, S., Schnaar, G., & Costanza-Robinson, M. S. (2006). Relationships among air-water interfacial area, capillary pressure, and water saturation for a sandy porous medium. *Water Resources Research*, 42(3).
- Brusseau, M. L., Peng, S., Schnaar, G., & Murao, A. (2007). Measuring air– water interfacial areas with x-ray microtomography and interfacial partitioning tracer tests. *Environmental science & technology*, 41(6), 1956-1961.
- Brusseau, M. L., Janousek, H., Murao, A., & Schnaar, G. (2008). Synchrotron X-ray microtomography and interfacial partitioning tracer test measurements of NAPL-water interfacial areas. *Water Resources Research*, 44(1).
- Brusseau, M. L., Narter, M., Schnaar, G., & Marble, J. (2009). Measurement and estimation of organic liquid/water interfacial areas for several natural porous media. *Environmental science & technology*, 43(10), 3619-3625.
- Brusseau, M. L. (2018). Assessing the potential contributions of additional retention processes to PFAS retardation in the subsurface. *Science of the Total Environment*, 613, 176-185.
- Brusseau, M. L., & Van Glubt, S. (2019). The influence of surfactant and solution composition on PFAS adsorption at fluid-fluid interfaces. *Water research*, 161, 17-26.
- Brusseau, M. L., Yan, N., Van Glubt, S., Wang, Y., Chen, W., Lyu, Y., Holguin, F. O. (2019). Comprehensive retention model for PFAS transport in subsurface systems. *Water research*, 148, 41-50.
- Buck, R. C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J. M., Cousins, I. T., De Voogt, P., van Leeuwen, S. P. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integrated environmental assessment and management*, 7(4), 513-541.
- Bungeneers J. (2010) Sint-Barbarakapel. Agentschap Onroerend Erfgoed.
<https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/210149> - geraadpleegd op 20/02/2023.
- Cai, W., Navarro, D. A., Du, J., Ying, G., Yang, B., McLaughlin, M. J., & Kookana, R. S. (2022). Increasing ionic strength and valency of cations enhance sorption through hydrophobic interactions of PFAS with soil surfaces. *Science of The Total Environment*, 817, 152975.
- Campus Vesta (2017). Geschiedenis Campus Vesta. Web publicatie, geraadpleegd op 20/02/2023.
https://www.campusvesta.be/content/dam/campusvesta/over-ons/GeschiedenisCampusVesta_web.pdf
- Campus Vesta (2022). Resultaten bodemonderzoek. Nieuwsbericht d.d. 4 maart 2022.
https://www.campusvesta.be/nieuws.masterdetail.html/p_detail_url/nl/doe/campus-vesta/nieuws/resultaten-bodemonderzoek.html - geraadpleegd op 20/02/2023
- Campus Vesta (2023) Provincie Antwerpen gaat 18 miljoen liter drinkwater per jaar besparen.
<https://www.campusvesta.be/over-ons/milieu.html>, geraadpleegd op 20/02/2023.
- Carmosini, N., & Lee, L. S. (2008). Partitioning of fluorotelomer alcohols to octanol and different sources of dissolved organic carbon. *Environmental science & technology*, 42(17), 6559-6565.
- Costanza-Robinson, M. S. (2003). Correction to “Air-water interfacial areas in unsaturated soils: Evaluation of interfacial domains” by MS Costanza-Robinson and ML Brusseau. *Water Resources Research*, 39(4), 1091.
- Chen, H., Chen, S., Quan, X., Zhao, Y., & Zhao, H. (2009). Sorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on oil and oil-derived black carbon: influence of solution pH and [Ca²⁺]. *Chemosphere*, 77(10), 1406-1411.
- Chen, H., Zhang, C., Yu, Y., & Han, J. (2012). Sorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on marine sediments. *Marine pollution bulletin*, 64(5), 902-906.

- Dalla, E., Hilpert, M., & Miller, C. T. (2002). Computation of the interfacial area for two-fluid porous medium systems. *Journal of contaminant hydrology*, 56(1-2), 25-48.
- De Rynck P. & Verhoeven E. (2011) Koude oorlog in de Kempen. Operatie Gondola en de Britse vasis in de provincie Antwerpen. *Prov. Antwerpen. Erfgoedgids* 13
- Ding, G., & Peijnenburg, W. J. (2013). Physicochemical properties and aquatic toxicity of poly- and perfluorinated compounds. *Critical reviews in environmental science and technology*, 43(6), 598-678.
- DN (1960) Brochure 100^{ste} verjaardag papierfabriek De Naeyer.
https://www.willebroek.info/doc/ARCH/VAR/DN100/DeNaeyer_100-jaar-A5.pdf
- Du, Z., Deng, S., Bei, Y., Huang, Q., Wang, B., Huang, J., & Yu, G. (2014). Adsorption behavior and mechanism of perfluorinated compounds on various adsorbents—A review. *Journal of hazardous materials*, 274, 443-454.
- Ellis, D. A., Martin, J. W., Mabury, S. A., Hurley, M. D., Sulbaek Andersen, M. P., & Wallington, T. J. (2003). Atmospheric lifetime of fluorotelomer alcohols. *Environmental science & technology*, 37(17), 3816-3820.
- EurEau (2022) Sludge and the circular economy, the impact of PFAS. Briefing note, July 2022.
<https://www.eureau.org/resources/briefing-notes/6718-briefing-note-on-sludge-and-the-circular-economy-the-impact-of-pfas/file>
- Ferrey, M. L., Wilson, J. T., Adair, C., Su, C., Fine, D. D., Liu, X., & Washington, J. W. (2012). Behavior and fate of PFOA and PFOS in sandy aquifer sediment. *Groundwater Monitoring & Remediation*, 32(4), 63-71.
- Gao, X., & Chorover, J. (2012). Adsorption of perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid to iron oxide surfaces as studied by flow-through ATR-FTIR spectroscopy. *Environmental Chemistry*, 9(2), 148-157.
- Goss, K. U., Bronner, G., Harner, T., Hertel, M., & Schmidt, T. C. (2006). The partition behavior of fluorotelomer alcohols and olefins. *Environmental science & technology*, 40(11), 3572-3577.
- Guelfo, J. L., & Higgins, C. P. (2013). Subsurface transport potential of perfluoroalkyl acids at aqueous film-forming foam (AFFF)-impacted sites. *Environmental science & technology*, 47(9), 4164-4171.
- Guo, B., Zeng, J., & Brusseau, M. L. (2020). A mathematical model for the release, transport, and retention of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the vadose zone. *Water resources research*, 56(2), e2019WR026667.
- Hellsing, M. S., Josefsson, S., Hughes, A. V., & Ahrens, L. (2016). Sorption of perfluoroalkyl substances to two types of minerals. *Chemosphere*, 159, 385-391.
- HEPA (2022). Draft National Environmental Management Plan on PFAS, vs. 3.0. Draft prepared for public consultation. Australian Government.
<https://haveyoursay.agriculture.gov.au/80376/widgets/385062/documents/243196>
- Higgins, C. P., & Luthy, R. G. (2006). Sorption of perfluorinated surfactants on sediments. *Environmental science & technology*, 40(23), 7251-7256.
- Higgins, C. P., & Luthy, R. G. (2007a). Modeling sorption of anionic surfactants onto sediment materials: an a priori approach for perfluoroalkyl surfactants and linear alkylbenzene sulfonates. *Environmental science & technology*, 41(9), 3254-3261.
- Higgins, C. P., & Luthy, R. G. (2007b). Modeling sorption of anionic surfactants onto sediment materials: an a priori approach for perfluoroalkyl surfactants and linear alkylbenzene sulfonates. *Environmental science & technology*, 41(9), 3254-3261.

- Høisæter, Å., Pfaff, A., & Breedveld, G. D. (2019). Leaching and transport of PFAS from aqueous film-forming foam (AFFF) in the unsaturated soil at a firefighting training facility under cold climatic conditions. *Journal of contaminant hydrology*, 222, 112-122.
- IGEAN (2010) Gemeente Ranst Gemeentelijk ruimtelijk uitvoeringsplan "Campus Vesta" Toelichtingsnota (inclusief verzoek tot raadpleging). Dossier RAN132 <https://www.ranst.be/download.ashx?id=10511>
- Jing, P., Rodgers, P. J., & Amemiya, S. (2009). High lipophilicity of perfluoroalkyl carboxylate and sulfonate: Implications for their membrane permeability. *Journal of the American Chemical Society*, 131(6), 2290-2296.
- Johnson, R. L., Anschutz, A. J., Smolen, J. M., Simcik, M. F., & Penn, R. L. (2007). The adsorption of perfluorooctane sulfonate onto sand, clay, and iron oxide surfaces. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 52(4), 1165-1170.
- Kim, H., Annable, M. D., & Rao, P. S. C. (1998). Influence of air–water interfacial adsorption and gas-phase partitioning on the transport of organic chemicals in unsaturated porous media. *Environmental science & technology*, 32(9), 1253-1259.
- Kwadijk, C. J. A. F., Korytar, P., & Koelmans, A. A. (2010). Distribution of perfluorinated compounds in aquatic systems in the Netherlands. *Environmental science & technology*, 44(10), 3746-3751.
- Kwon, Y. N., Shih, K., Tang, C., & Leckie, J. O. (2012). Adsorption of perfluorinated compounds on thin-film composite polyamide membranes. *Journal of Applied Polymer Science*, 124(2), 1042-1049.
- Li, F., Fang, X., Zhou, Z., Liao, X., Zou, J., Yuan, B., & Sun, W. (2019). Adsorption of perfluorinated acids onto soils: Kinetics, isotherms, and influences of soil properties. *Science of the total environment*, 649, 504-514.
- Liu, J., & Lee, L. S. (2005). Solubility and sorption by soils of 8: 2 fluorotelomer alcohol in water and cosolvent systems. *Environmental science & technology*, 39(19), 7535-7540.
- Liu, J., & Lee, L. S. (2007). Effect of fluorotelomer alcohol chain length on aqueous solubility and sorption by soils. *Environmental science & technology*, 41(15), 5357-5362.
- Lyu, Y., Brusseau, M. L., Chen, W., Yan, N., Fu, X., & Lin, X. (2018). Adsorption of PFOA at the air–water interface during transport in unsaturated porous media. *Environmental science & technology*, 52(14), 7745-7753.
- Milinic, J., Lacorte, S., Vidal, M., & Rigol, A. (2015). Sorption behaviour of perfluoroalkyl substances in soils. *Science of the Total Environment*, 511, 63-71.
- Nguyen, T. V., Reinhard, M., Chen, H., & Gin, K. Y. H. (2016). Fate and transport of perfluoro- and polyfluoroalkyl substances including perfluorooctane sulfonamides in a managed urban water body. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(11), 10382-10392.
- Nordanstorm, N. (2021). Evaluation of distribution coefficients (KOC and Kd) for per- and polyfluoroalkyl substances (Dissertation). Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:Inu:diva-101693>.
- Oliver, D. P., Li, Y., Orr, R., Nelson, P., Barnes, M., McLaughlin, M. J., & Kookana, R. S. (2019). The role of surface charge and pH changes in tropical soils on sorption behaviour of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs). *Science of the total environment*, 673, 197-206.
- Oostrom, M., White, M. D., & Brusseau, M. L. (2001). Theoretical estimation of free and entrapped nonwetting–wetting fluid interfacial areas in porous media. *Advances in water resources*, 24(8), 887-898.

- OVAM (2005a). Bepaling van risico's door uitloging en beschrijving evolutie van de bodemkwaliteit - Deel 1: Opstellen methodiek. 154pp.
- OVAM (2005b). Bepaling van risico's door uitloging en beschrijving evolutie van de bodemkwaliteit - Deel 2: handleiding uitloging. 73pp.
- OVAM (2015). F-LEACH 3.0: handleiding bij de software – update 2015. 80pp.
- OVAM (2021). Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en enkele andere 'emerging contaminants'. Rapport d.d. 5 maart 2021.
- Pan, G., Jia, C., Zhao, D., You, C., Chen, H., & Jiang, G. (2009). Effect of cationic and anionic surfactants on the sorption and desorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on natural sediments. *Environmental Pollution*, 157(1), 325-330.
- Paul, A. G., Jones, K. C., & Sweetman, A. J. (2009). A first global production, emission, and environmental inventory for perfluorooctane sulfonate. *Environmental science & technology*, 43(2), 386-392.
- Peng, S., & Brusseau, M. L. (2005). Impact of soil texture on air-water interfacial areas in unsaturated sandy porous media. *Water Resources Research*, 41(3).
- Pereira, H. C., Ullberg, M., Kleja, D. B., Gustafsson, J. P., & Ahrens, L. (2018). Sorption of perfluoroalkyl substances (PFASs) to an organic soil horizon—Effect of cation composition and pH. *Chemosphere*, 207, 183-191.
- Röhler, K., Haluska, A. A., Susset, B., Liu, B., & Grathwohl, P. (2021). Long-term behavior of PFAS in contaminated agricultural soils in Germany. *Journal of Contaminant Hydrology*, 241, 103812.
- Sertius (2021). Aanzet risico-evaluatie – PFAS-verontreiniging. Siteonderzoeken 2830 Willebroek. Rapport d.d. 14 oktober 2021, met als referentie SOL18110275.
- Sertius (2021). Historiek papierfabriek De Naeyer, Gemeente Willebroek. Presentatie d.d. oktober 2021.
- Sharifan, H., Bagheri, M., Wang, D., Burken, J. G., Higgins, C. P., Liang, Y., ... & Blotvogel, J. (2021). Fate and transport of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in the vadose zone. *Science of The Total Environment*, 771, 145427.
- Shin, H. M., Vieira, V. M., Ryan, P. B., Detwiler, R., Sanders, B., Steenland, K., & Bartell, S. M. (2011). Environmental fate and transport modeling for perfluorooctanoic acid emitted from the Washington Works Facility in West Virginia. *Environmental science & technology*, 45(4), 1435-1442.
- Silva, J. A. K., Šimůnek, J., & McCray, J. E. (2020). A modified HYDRUS model for simulating PFAS transport in the vadose zone. *Water*, 12(10), 2758.
- Steyaert R. (1995) Fabrieksgebouwen SA Denaeyer N.V.
<https://inventaris.onroerendergoed.be/erfgoedobjecten/1746>
- Tauw (2021). Verkennend bodemonderzoek PFAS: Campus Vesta - Oostmalsesteenweg 75 te 2520 Ranst. Rapport d.d. 28 september 2021, met als referentie R001-1479148THO-V01.
- Wang, F., Liu, C., & Shih, K. (2012). Adsorption behavior of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) on boehmite. *Chemosphere*, 89(8), 1009-1014.
- Wang, F., & Shih, K. (2011). Adsorption of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) on alumina: Influence of solution pH and cations. *Water Research*, 45(9), 2925-2930.
- Weber, A. K., Barber, L. B., LeBlanc, D. R., Sunderland, E. M., & Vecitis, C. D. (2017). Geochemical and hydrologic factors controlling subsurface transport of poly- and perfluoroalkyl substances, Cape Cod, Massachusetts. *Environmental science & technology*, 51(8), 4269-4279.

- Wintersen A., Osté L., van der Meiracker R., Roskam G., Spijker J. (2020) Verschil in uitloging van PFAS uit grond en bagger. RIVM-briefrapport 2020-0102. DOI 10.21945/RIVM-2020-0102
- Xiao, F., Simcik, M. F., Halbach, T. R., & Gulliver, J. S. (2015). Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) in soils and groundwater of a US metropolitan area: migration and implications for human exposure. *Water research*, 72, 64-74.
- You, C., Jia, C., & Pan, G. (2010). Effect of salinity and sediment characteristics on the sorption and desorption of perfluorooctane sulfonate at sediment-water interface. *Environmental pollution*, 158(5), 1343-1347.
- Zhang, R., Yan, W., & Jing, C. (2015). Experimental and molecular dynamic simulation study of perfluorooctane sulfonate adsorption on soil and sediment components. *Journal of Environmental Sciences*, 29, 131-138.
- Zhao, L., Bian, J., Zhang, Y., Zhu, L., & Liu, Z. (2014). Comparison of the sorption behaviors and mechanisms of perfluorosulfonates and perfluorocarboxylic acids on three kinds of clay minerals. *Chemosphere*, 114, 51-58.
- Zhou, Q., Pan, G., & Zhang, J. (2013). Effective sorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on hexadecyltrimethylammonium bromide immobilized mesoporous SiO₂ hollow sphere. *Chemosphere*, 90(9), 2461-2466.

Overzicht Protocols

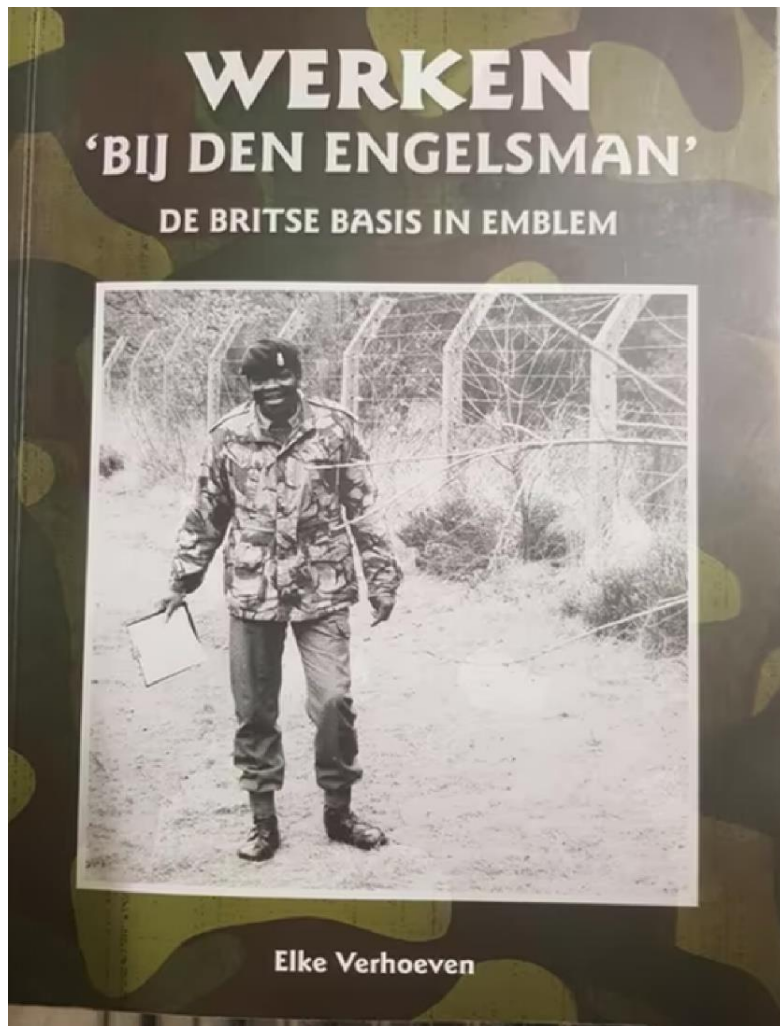
- AS 4439.3:2019, Australian standard. Wastes, sediments and contaminated Soils, Part 3: Preparation of leachates, bottle leaching procedure. https://infostore.saiglobal.com/en-gb/standards/as-4439-3-2019-121781_saig_as_as_2773575/
- CMA/2/II/A.9.1, Uitloging van anorganische componenten met de kolomproef voor bouwstof. <https://emis.vito.be/nl>
- CMA/2/II/A.9.4, Uitloging van anorganische componenten met de tweestapsschudtest. <https://emis.vito.be/nl>
- CMA/2/A.12, Uitloging van anorganische componenten uit granulaire materialen en slib met de enkelvoudige schudtest. <https://emis.vito.be/nl>
- CMA/2/II/A.19, Uitloging van anorganische componenten uit bodemmaterialen met de enkelvoudige schudproef. <https://emis.vito.be/nl>
- ISO 21268-1:2019, Soil quality — Leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soil and soil-like materials — Part 1: Batch test using a liquid to solid ratio of 2 l/kg dry matter. <https://www.iso.org/standard/68250.html>
- NEN-EN-12457, Characterisation of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges - Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction). <https://www.nen.nl/en/nen-en-12457-2-2002-en-82489>

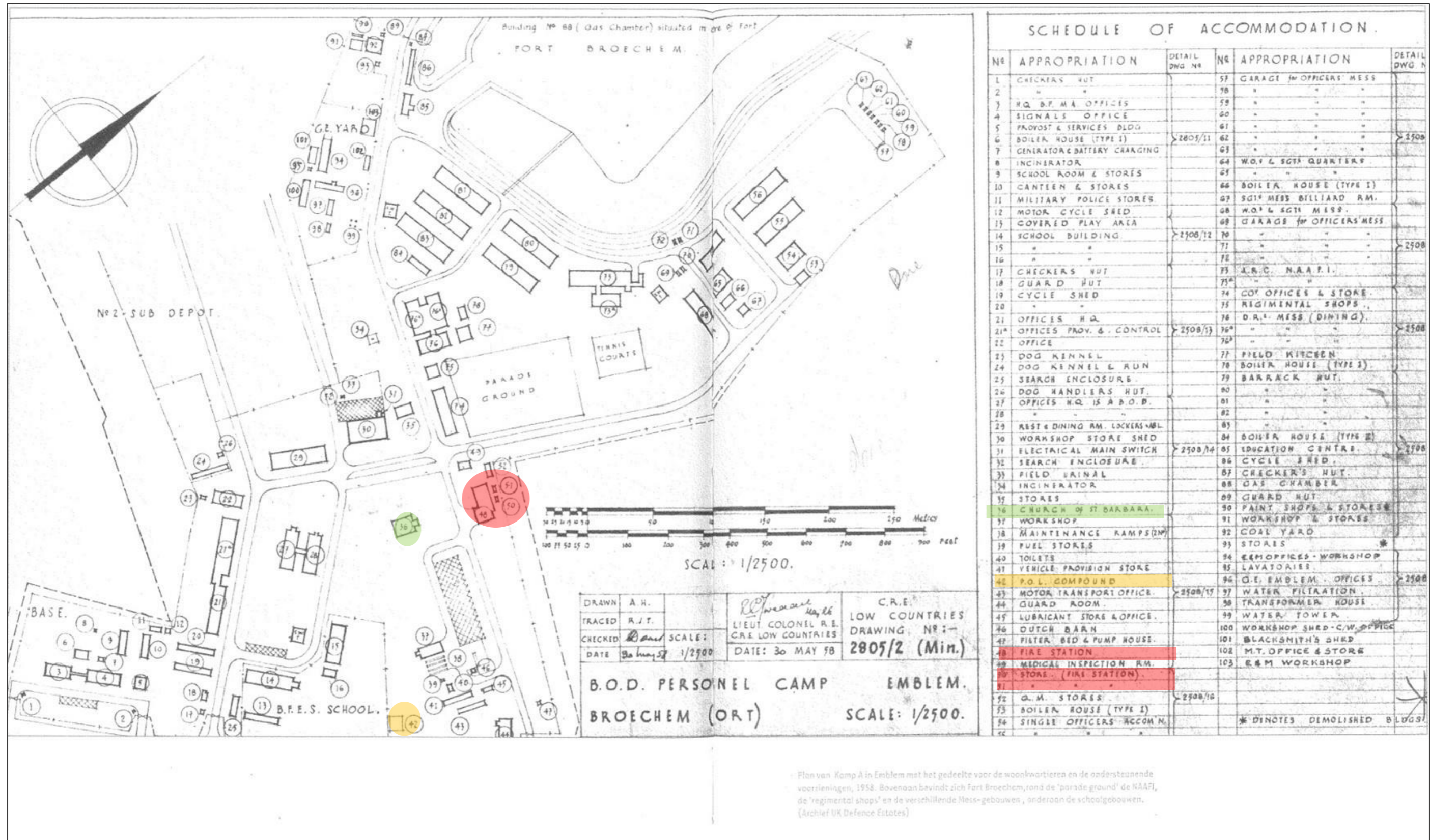
Webpagina's

F-leach: <https://ovam.vlaanderen.be/f-leach#>

7 BIJLAGEN

7.1 HISTORIEK BRANDWEERKAZERNE KAMP A TE EMBLEM





Figuur 7.1.1: Grondplan Britse basis te Emblem d.d. 1952 (De Rynck & Verhoeven, 2011) met aanduiding voormalige brandweerkazerne



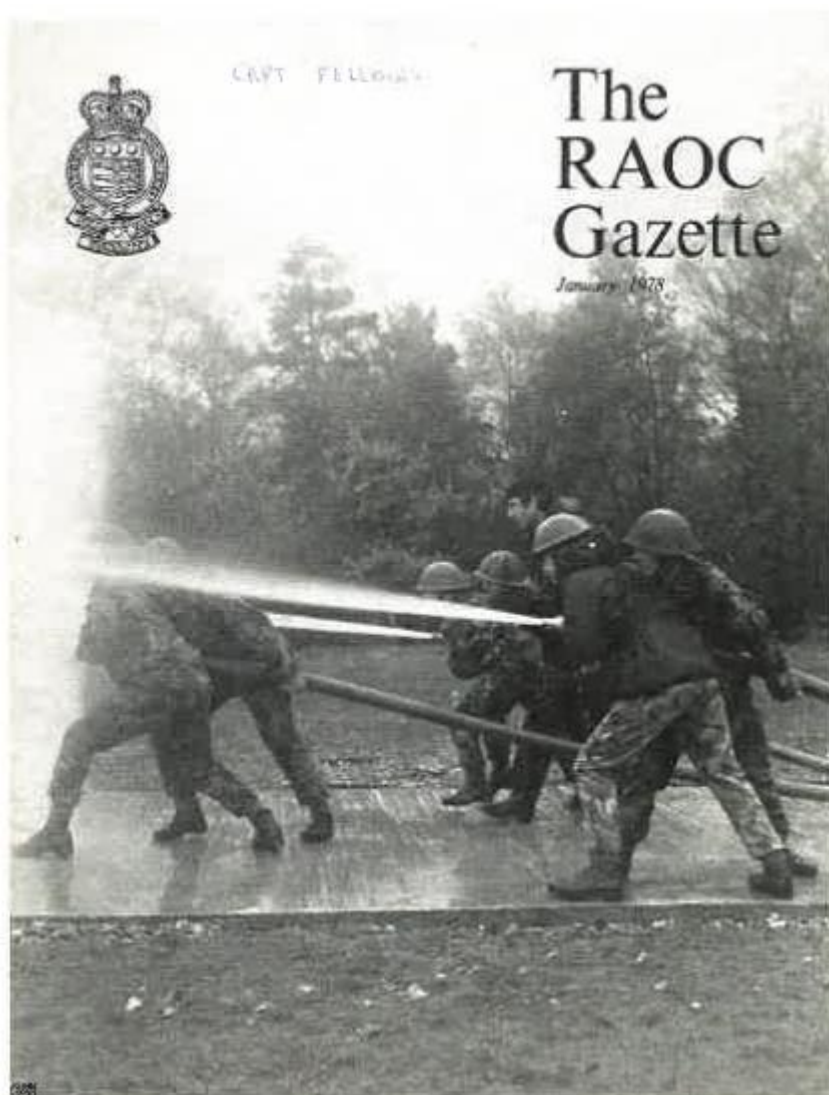
Plan van de Britse Basis van Emblem. Rechtsboven fort Broechem, één van de betonnen pantserforten uit het begin van de 20ste eeuw.

Figuur 7.1.2: Grondplan Britse basis te Emblem d.d. 12/04/1989 (Verhoeven, 2012) met aanduiding voormalige brandweerkazerne en locatie Kapel, zie eveneens <https://inventaris.onroerendergoed.be/erfgoedobjecten/210149>

OVAM

Angst voor brand

Een bijzonder facet van de veiligheid was het brandgevaar. Door de aanwezigheid van de vele bus- en petroleum en benzine hadden de Britse militairen een heilige schrik voor brand. Er werd dan ook streng toegezien op roken. Wie rondliep met een sigaret tussen de lippen op een plaats waar het niet mocht, kon meteen ophoepelen. De brandweermannen in het kamp kregen een stevige opleiding. In de beginjaren bestond het korps uit militairen, maar vanaf 1959 werden ze vervangen door burgers. Geregeld werden in een kamp volgens een strikt schema brandoefeningen gehouden.



Figuur 7.1.3 Uittreksel De Ryck & Verhoeven (2011) p. 43 – 44

OVAM

7.2 CAMPUS VESTA, D.D. 2010



Figuur 7.2.1: Luchtfoto Campus Vesta met aanduiding van gebouwen en verhardingen (status 2010) (IGEAN, 2010)²; A-G: aanwezige verharding, 1 – 17: gebouwen

Legende:

A – G: Oefenplaten, met:

- A: meerdere oefenobjecten voor oefeningen i.f.v. brandbestrijding met kleine blusmiddelen en industriële brandbestrijding. Aan deze oefenplaat werd een bevoeiingssysteem gekoppeld voor de koeling van de plaat en de opvang en het bezinken van de verontreiniging in een reservoir
- B: Oefenplaat waarop zich verschillende containers bevinden voor simulatie van “backdraft” en “flashover”
- C-D: oefenplaten, niet gespecificeerd
- E: vliegtuigwrak
- F: oefenplaat voor de simulatie van evacuatie
- G: simulatie autosnelweg
- J: Kleinschalige wateropvangbekkens verspreid over het terrein

1 – 7: Voormalige militaire loodsen

8: Oefendorp voor brandweeroefeningen, voormalige militaire verblijfplaatsen

9: Dienstgebouw, opgericht in 2000

10: Logistiek gebouw

11: Bebouwing in functie van oefeningen voor de simulatie van huisbranden en binnenbranden

12: Tijdelijke modules

13: 1 gebouw zonder bestemming, 1 gebouw in gebruik door de dienst Exotenbestrijding

14 – 16: Gemeentelijke magazijnen

17: Oefengebouw voor het stutten van muren

² IGEAN (2010) Gemeente Ranst Gemeentelijk ruimtelijk uitvoeringsplan “Campus Vesta” Toelichtingsnota (inclusief verzoek tot raadpleging). Dossier RAN132.
<https://www.ranst.be/download.ashx?id=10511>

OVAM

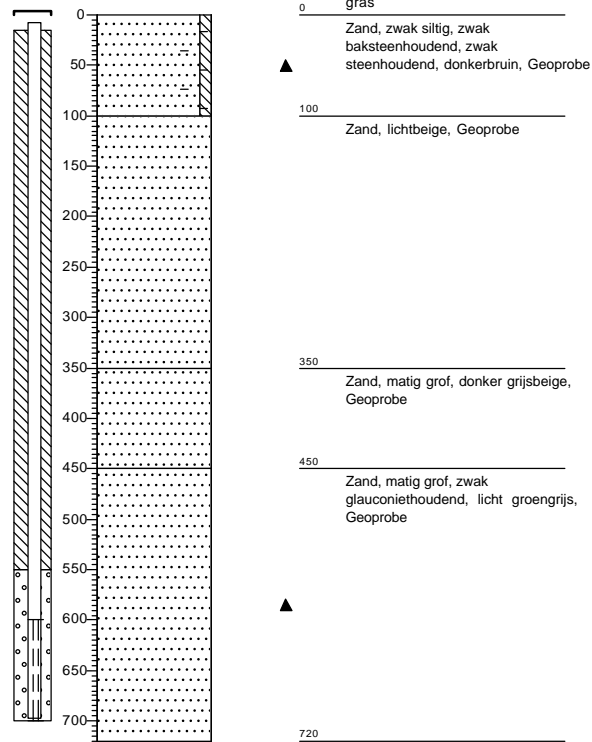
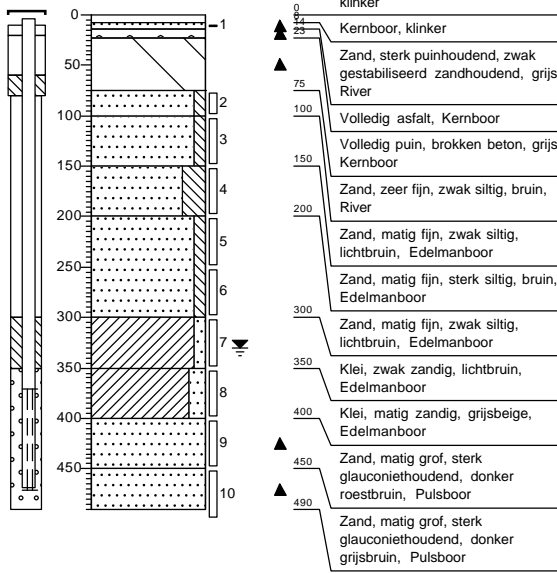
7.3 BOORPROFIELEN

Boring 2

Boring 800

Datum: 16-7-2021
 Boormeester: Stefan Kempeneers

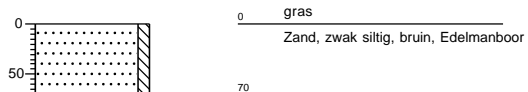
Datum: 1-9-2022
 Boormeester: Roel Vanhove



Boring 801

Datum: 1-9-2022

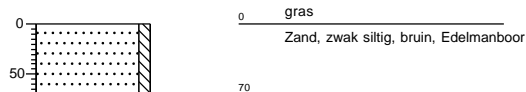
Opmerking: gestaakt op verharding



Boring 801 BIS

Datum: 1-9-2022

Opmerking: gestaakt op verharding



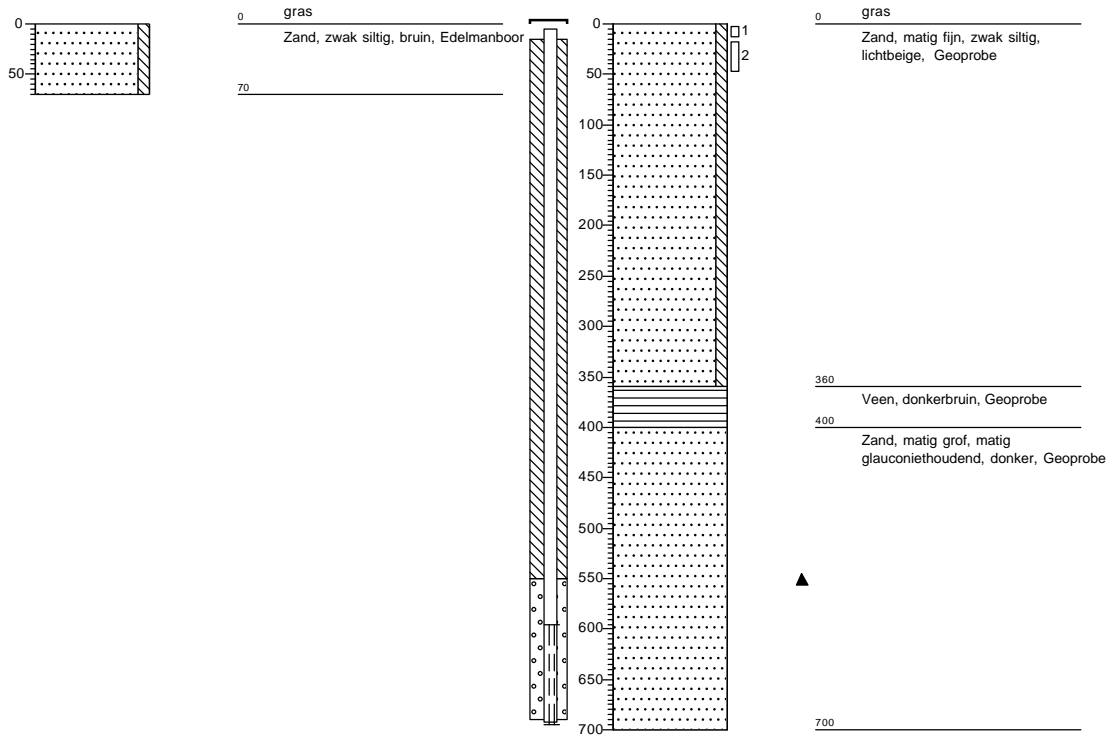
Boring 801 TRIS

Boring 802

Datum: 1-9-2022

Datum: 2-9-2022
Boormeester: Roel Vanhove

Opmerking: gestaakt op verharding

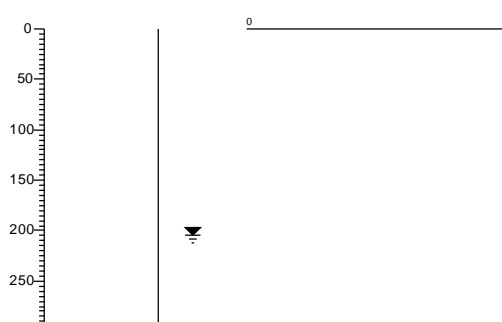
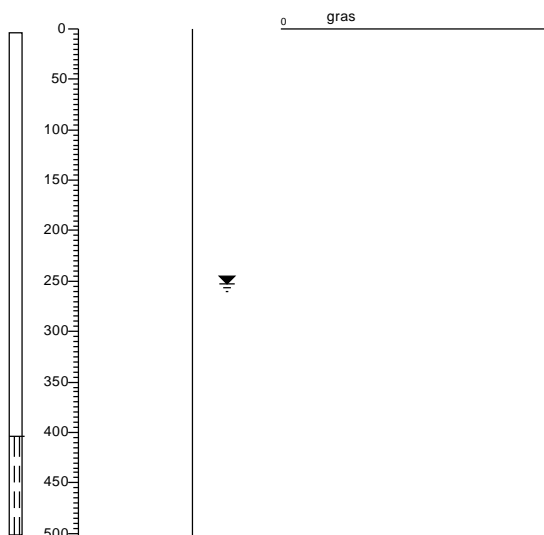


Boring 9005

Datum: 16-7-2021

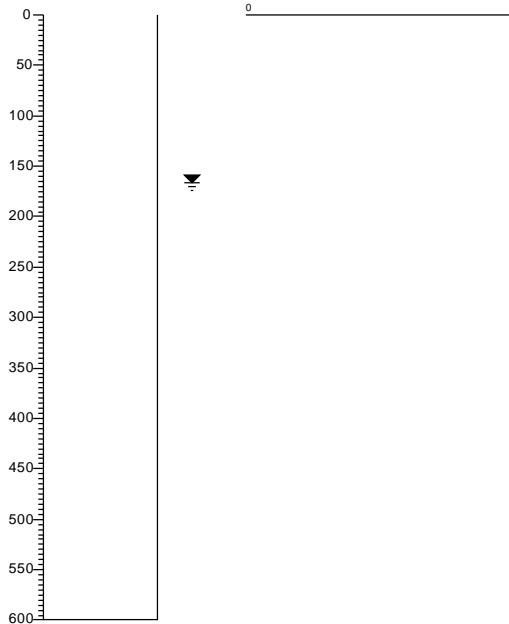
Boring PWP1

Datum: 22-9-2022



Boring PWP2

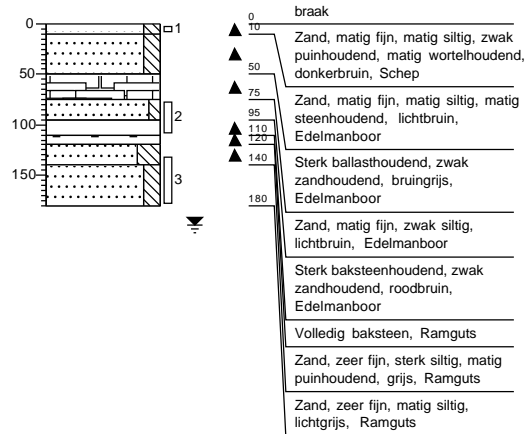
Datum: 22-9-2022



Boring PWB4

Datum: 8-9-2022

Opmerking: tussen bestaande pbn PW1-2en3

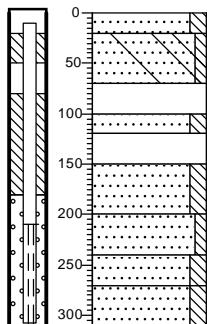


Boring PWP5

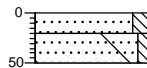
Datum: 8-9-2022

Boring PWP5a

Datum: 8-9-2022



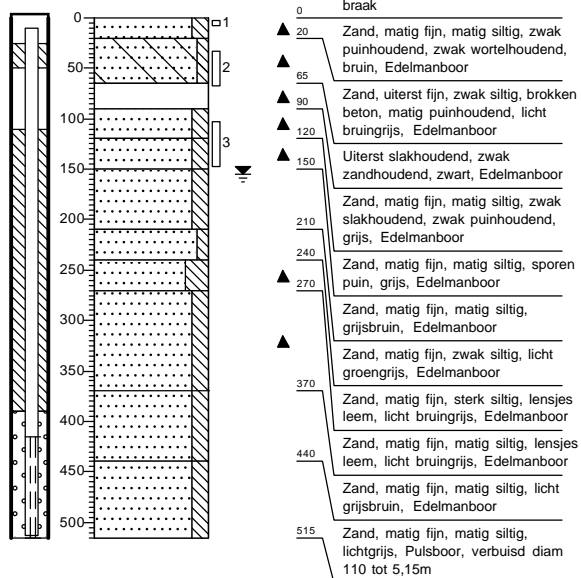
0	braak
▲ 20	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend, zwak wortelhoudend, bruin, Edelmanboor
▲ 70	
▲ 100	Zand, uiterst fijn, zwak siltig, brokken beton, matig puinhoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
▲ 120	
▲ 150	Uiterst slakhoudend, zwak zandhoudend, Edelmanboor
▲ 200	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak slakhoudend, zwak puinhoudend, grijs, Edelmanboor
▲ 240	
▲ 270	Sterk puinhoudend, matig zandhoudend, grijsrood, Edelmanboor
▲ 310	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht groengrijs, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, matig siltig, lensjes leem, zwak roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, matig siltig, licht bruingrijs, Edelmanboor, verbuisd diam 110 tot 3,1m



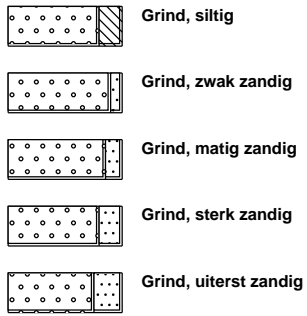
0	braak
▲ 20	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend, zwak wortelhoudend, bruin, Edelmanboor
▲ 50	Zand, uiterst fijn, zwak siltig, brokken beton, matig puinhoudend, Edelmanboor, gestaakt op ijzeren staaf (?)

Boring PWP6

Datum: 8-9-2022



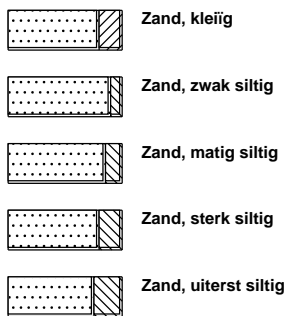
grind



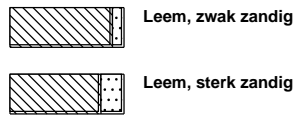
klei



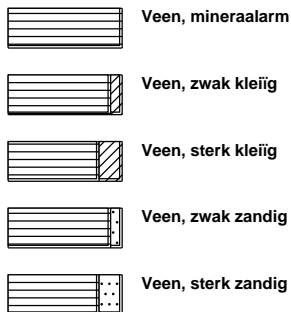
zand



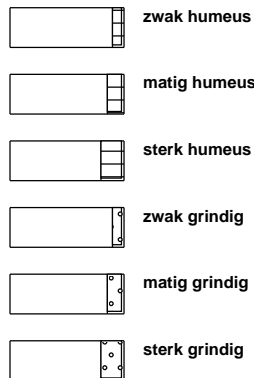
leem



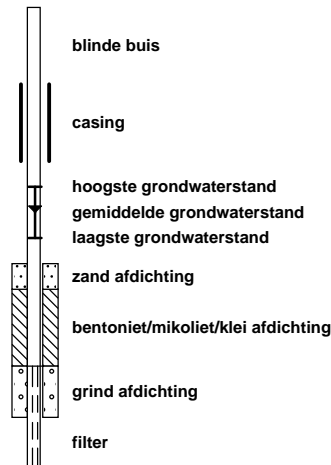
veen



overige toevoegingen



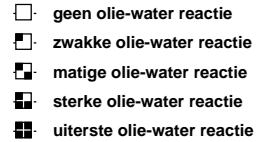
peilbuis



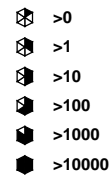
geur



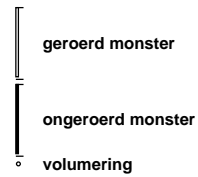
olie



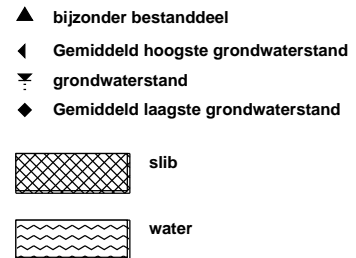
p.i.d.-waarde



monsters



overig



7.4 VELDRAPPORTAGE GRONDWATERSTAALNAME

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : 28/9/22
 Peilbuisnummer : 802

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtslijst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)

Peilbuis materie : HDPE
 Diameter peilbuis (mm) : 50
 Diameter boorgat (cm) : ?

Vershil maaiveld / top PB (cm) : -6
 Grondwaterstand (cm) : 254
 Diepte peilbuis (cm) : 695

Pompreferenties
 Type pomp : peristaltic
 Diepte v/d onttrekking (cm) : 645

Gespoeld volume (l) : 3,6 l
 Debiet staalname (ml/min) : 45

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende

Afwijkingen : NEE / JA

Criteria →	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		1,0 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm 1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid	0,2 mg/l bij < 2mg/l 0,4 mg/l bij > 4mg/l			
Tijd min	Volume opgepompt (l)	Pompedbiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
1515		45	254								
1610			265	11	5,90	307	16,20				
1614					5,89	309	16,10				
1621					5,88	312	15,90				
1628					5,86	311	15,80				
1635					5,86	313	15,7				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 opm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

129

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : 28/9/22
 Peilbuisnummer : 9205

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtslijst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepoint altijd tov top PB)

Peilbuis materie : HDPE
 Diameter peilbuis (mm) : 32
 Diameter boorgat (cm) : 1

Vershil maaiveld / top PB (cm) : -3
 Grondwaterstand (cm) : 285
 Diepte peilbuis (cm) : 400

Pompreferenties

Type pomp : pers
 Diepte v/d onttrekking (cm) : 350

Gespoeld volume (l) : 4 l
 Debiet staalname (ml/min) : 75

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende

Afwijkingen : NEE / JA

Criteria →	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		1,0 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm 1% bij >1000 µS/cm	0,2 mg/l bij < 2mg/l 0,2°C eenheid	0,4 mg/l bij > 4mg/l			
TUD min	Volume opgepompt (l)	Pompdebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
1515		75	285								
1530			286	1	5,87	337	15,3°				
1533					5,86	346	15,5°				
1538					5,84	346	15,6°				
1543					5,84	340	15,7°				
1546	2,5 l				5,85	336	15,9°				
1553					5,85	331	16,3°				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 ppm (sifflang, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)
 1602 5,85 330 16,4°
 5,84 330 16,8°

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :

Datum staalname :

Peilbuisnummer :

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)

Peilbuis materie :

Diameter peilbuis (mm) :

Diameter boorgat (cm) :

Pompreferenties

Type pomp :

Diepte v/d onttrekking (cm) :

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende

Afwijkingen : NEE JA

Bemonsterde parameters en flessen :

(zie overzichtslijst)

(barcodes kleven)

Verschil maaiveld / top PB (cm) :

Grondwaterstand (cm) :

Diepte peilbuis (cm) :

Gespoeld volume (l) :

Debiet staalname (ml/min) :

Criteria →	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		10 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid	0,2 mg/l bij < 2mg/l 0,4 mg/l bij > 4mg/l			
TUD min	Volume opgepompt (l)	Pompedebit (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
1059		67	186	186							
1120			198	198	7,09	1530	15,9°				
1126		↓	↓	↓	7,07	1507	16,3°				
1129		↓	↓	↓	7,06	1507	16,5°				
1136		↓	↓	↓	7,05	1490	16,3°				
1142	3	↓	↓	↓	7,04	1492	16,5°				
1145					7,05	1498	16,3°				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd

opm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : 28/9/20
 Peilbuisnummer : 6

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtslijst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)

Peilbuis materie : HDPE
 Diameter peilbuis (mm) : 50
 Diameter boorgat (cm) : 7,150

Verschil maaiveld / top PB (cm) : -9
 Grondwaterstand (cm) : 131
 Diepte peilbuis (cm) : 515

Pompreferenties
 Type pomp : perist
 Diepte v/d onttrekking (cm) : 465

Gespoeld volume (l) : 6,8
 Debiet staalname (ml/min) : 50

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende
 Afwijkingen : NEE / JA

Criteria	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		1,0 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm	1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid			
TUD min	Volume opgepompt (l)	Pompedebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
822		100	131								
1020	5		134	3	6,48	1332	16,7				
1023					6,50	1333	16,7				
1033					6,49	1329	16,5				
1038					6,48	1331	16,3				
1042	6,8				6,50	1334	16,5				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 pm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : 28/9/20
 Peilbuisnummer : 5

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)

Peilbuis materie : HDPE
 Diameter peilbuis (mm) : 50
 Diameter boorgat (cm) : 2150

Pomppreferenties
 Type pomp : peristaltic
 Diepte v/d onttrekking (cm) : 260

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende

Afwijkingen : NEE / JA

Bemonsterde parameters en flessen :

(zie overzichtslijst)

(barcodes kleven)

F: 210, 310

Verschil maaiveld / top PB (cm) : -8
 Grondwaterstand (cm) : 28
 Diepte peilbuis (cm) : 310
 Gespoeld volume (l) : 8l
 Debiet staalname (ml/min) : 250

Criteria →	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		1,0 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000µS/cm 1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid	0,2 mg/l bij < 2mg/l 0,4 mg/l bij > 4mg/l			
TUD min	Volume opgepompt (l)	Pompebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
808		100	28								
810		50	43	15							
817			41	13	7,01	1208	15,6				
			38	10							
835			36	8	7,29	1468	14,6				
839			36	8	7,31	1444	14,4				
851			36	8	7,31	1423	14,4				
			36	8	7,31	1404	14,4				
			36	8	7,31	1397	14,9				
910	4l		36	8	7,31	1397	14,9				
1001	7l		36	8	7,29	1396	14,10				
1008			36	8	7,30	1391	14,40				

opgegeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 ppm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname :
 Peilbuisnummer :

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtsljst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)

Peilbuis materie :
 Diameter peilbuis (mm) :
 Diameter boorgat (cm) :

Vershil maaiveld / top PB (cm) :
 Grondwaterstand (cm) :
 Diepte peilbuis (cm) :

Pompreferenties
 Type pomp :
 Diepte v/d onttrekking (cm) :

Gespoeld volume (l) :
 Debiet staalname (ml/min) :

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende

Afwijkingen : NEE / JA

gasbellen

Criteria →	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		1,0 tot 50 cm max	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm	0,2 mg/l bij < 2mg/l	0,1 pH eenheid	1% bij >1000 µS/cm			
TUD min	Volume opgepompt (l)	Pompebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
1102		70	249								
1152			259	10	8,60	1368	15,6°				
1156					8,59	1373	15,2°				
1159					8,60	1370	15,5°				
1202					8,58	1363	15,6°				
1205					8,58	1368	16,1°				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 opm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

Broedse

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : *28/9/20*
 Peilbuisnummer : *800*

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtslijst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)
 Peilbuis materie : *HDPE*
 Diameter peilbuis (mm) : *50*
 Diameter boorgat (cm) : *?*

Verschil maaiveld / top PB (cm) : *-8*
 Grondwaterstand (cm) : *364*
 Diepte peilbuis (cm) : *704*

Pompreferenties
 Type pomp : *pen*
 Diepte v/d onttrekking (cm) : *654*

Gespoeld volume (l) : *4l*
 Debiet staalname (ml/min) : *43*

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende
 Afwijkingen : NEE / JA

Criteria	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		10 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm	1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid			
Tijd min	Volume opgepompt (l)	Pompebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
<i>1318</i>		<i>65</i>	<i>364</i>								
<i>1330</i>		<i>65</i>	<i>380</i>	<i>16</i>	<i>5,85</i>	<i>797</i>	<i>15,9°</i>				
<i>1334</i>		<i>43</i>	<i>375</i>	<i>11</i>	<i>5,67</i>	<i>769</i>	<i>15,9°</i>				
<i>1347</i>		<i>↓</i>	<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,60</i>	<i>603</i>	<i>16,4°</i>				
<i>1411</i>		<i>↓</i>	<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,54</i>	<i>548</i>	<i>16°</i>				
<i>1423</i>			<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,52</i>	<i>526</i>	<i>16,1°</i>				
<i>1426</i>			<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,51</i>	<i>537</i>	<i>15,9°</i>				
<i>1430</i>			<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,51</i>	<i>537</i>	<i>15,6°</i>				
<i>1432</i>			<i>374</i>	<i>10</i>	<i>5,51</i>	<i>534</i>	<i>15,5°</i>				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 pmf : (erftraag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

Broedum

Veldregistraties staalname peilbuizen CMA Vlaanderen

Project nummer :
 Datum staalname : 28/9/22
 Peilbuisnummer : 2

Bemonsterde parameters en flessen :
 (zie overzichtslijst)
 (barcodes kleven)

Gegevens peilbuis (referentiepunt altijd tov top PB)
 Peilbuis materie : HDPE
 Diameter peilbuis (mm) : 32
 Diameter boorgat (cm) : 7

Verschil maaiveld / top PB (cm) : -4
 Grondwaterstand (cm) : 359
 Diepte peilbuis (cm) : 467

Pompreferenties
 Type pomp : perist
 Diepte v/d onttrekking (cm) : 417

Gespoeld volume (l) : 55 l
 Debiet staalname (ml/min) : 44

Toestroming : Goed / Matig / Traag / Slecht / Onvoldoende
 Afwijkingen : NEE / JA


Criteria >	Afhankelijk van de peilbuis karakteristieken				Stabiele waarden bij min doorstroomcel- en slangenvol doorgepompt				Redox (mV) *	Turb. (NTU)	Opmerkingen :
	min volume	0,1 tot 0,5 l/min		10 tot 50 cm max	0,1 pH eenheid	5 µD/cm bij ≤ 1000 µS/cm 1% bij >1000 µS/cm	0,2°C eenheid	0,2 mg/l bij < 2mg/l 0,4 mg/l bij > 4mg/l			
Tijd min	Volume opgepompt (l)	Pompedebiet (ml/min)	GWS (top PB) (cm)	Δ daling GWS (cm)	pH	Ec (µS/cm)	Temp (°C)	O2 (mg/l)			
1314		44	359								
1440			360	1	5,25	1386	15,9°				
1443					5,25	1391	15,8				
1448					5,24	1396	15,9°				
1453					5,24	1396	16°				
1458					5,24	1397	15,9°				

opgeven tov welke referentie electrode gemeten werd
 pm : (drijfslag, organoleptische waarnemingen, aanwezigheid zand-/slibvang, aanwezigheid oude PE-slang, conditie PB, omgevingsfactoren)

7.5 ANALYSEVERSLAGEN BODEM EN GRONDWATER

E.1 Bodem

Tabblad ingevuld door:						
Samara 4/10/2022						
Sample	Request	KlantCode	Contact Person	Project ID	Sub Project ID	Parent Sample
220915-0014	008988		Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	
220915-0015	008988	1) PB1 - Toplaag	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0016	008988	2) 801 - PB - Toplaag	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0017	008988	3) 802 - 0/15	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0018	008988	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0019	008988	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0020	008988	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0021	008988	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0022	008988	8) TAUW - PWB4 - 0/10	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0023	008988	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0024	008988	10) 802 - 120/240	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0025	008988	11) PB1 - 100/220	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0026	008988	12) PB1 - 20/100	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014
220915-0027	008988	13) 802 - 360/480	Griet Jacobs	2210075-05	WP10.4	220915-0014

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis									
Request	8988								
Reported:	04/10/2022								
Remarks:	EFSA PFAS = som van PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS/sum of PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS NA = niet geanalyseerd/not analysed (A) Buiten meetbereik/outside the calibration range (B) De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de opgelegde eisen/the recovery of the internal s (C) Mogelijks een coelutie van een interferent/possible coelution of an interferent								
					Methode volgens	NA	NA	CMA/3/D	CMA/3/D
					CAS no.	76-05-1	422-64-0	375-22-4	2706-90-3
Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances ΣPFASs µg/kg ds	sum of Total Perfluoroalkyl substances ΣPFASs µg/kg ds	sum of Linear (L) EFSA PFAS ΣPFASs µg/kg ds	sum of total (T) EFSA PFAS ΣPFASs µg/kg ds	TFA µg/kg ds	PFPrA µg/kg ds	PFBA µg/kg ds	PFPeA µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	65	72	42	49	NA	NA	0,86	3,5
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	2	3	2	2	NA	NA	0,052	0,056
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	42	49	14	17	NA	NA	0,63	2,4
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	446	606	92	140	NA	NA	0,10	0,40
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	95	124	62	89	NA	NA	2,3	5,9
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	330	464	192	292	NA	NA	0,17	0,47
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	230	284	62	79	NA	NA	0,33	0,63
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	93	123	52	68	NA	NA	0,62	0,43
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	25	27	4	6	NA	NA	<0.05	0,18
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	10	12	7	8	NA	NA	0,053	0,17
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	11	41	7	37	NA	NA	<0.05	0,14
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	16	25	14	23	NA	NA	<0.05	0,17
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	4	5	2	3	NA	NA	0,065	0,22
		CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D
		307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1	375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1
Vito-ID	Customer-ID	PFHxA µg/kg ds	PFHpA µg/kg ds	L-PFOA µg/kg ds	T-PFOA µg/kg ds	PFNA µg/kg ds	PFDA µg/kg ds	PFUnDA µg/kg ds	PFDoDA µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	3,0	0,95	1,4	1,5	1,2	2,3	0,84	0,95
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	0,10	0,057	0,12	0,12	0,077	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	1,6	0,67	1,1	1,2	0,56	2,2	1,5	2,1
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	0,73	1,0	7,3	8,4	1,2	8,4	1,5	2,7
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	8,5	6,2	26	30	2,1	5,0	0,11	<0.05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	0,70	0,82	8,2	9,1	3,2	29	2,2	1,4
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	0,66	0,69	6,0	6,8	0,46	3,2	1,0	3,0
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	0,20	0,22	3,2	3,5	0,31	1,1	0,13	0,37
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	0,38	0,56	2,7	3,4	0,057	0,066	<0.05	<0.05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	0,27	0,057	0,077	0,10	<0.05	0,20	<0.05	<0.05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	0,16	0,14	0,74	0,78	0,057	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	0,16	0,074	0,15	0,16	0,17	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	0,28	0,081	0,21	0,26	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

		CMA/3/D	CMA/3/D	NA	CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	UPLC-MS/MS	CMA/3/D	CMA/3/D
		72629-94-8	376-06-7	67905-19-5	67905-19-5	16517-11-6	423-41-6	375-73-5	2706-91-4
Vito-ID	Customer-ID	PFTrDA µg/kg ds	PFTeDA µg/kg ds	PFPeDA µg/kg ds	PFHxDA µg/kg ds	PFODA µg/kg ds	PFPrS µg/kg ds	PFBS µg/kg ds	PFPeS µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	0,20	0,47	NA	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,063
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	0,20	0,56	NA	<0,05	<0,05	<0,05	0,089	0,14
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	0,23	0,49	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	0,14	0,21	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	0,36	0,71	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	<0,05	0,094	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	<0,05	<0,05	NA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11
		CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	UPLC-MS/MS
		355-46-4	355-46-4	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3	749786-16-1
Vito-ID	Customer-ID	L-PFHxS µg/kg ds	T-PFHxS µg/kg ds	PFHpS µg/kg ds	L-PFOS µg/kg ds	T-PFOS µg/kg ds	PFNS µg/kg ds	PFDS µg/kg ds	PFUnDS µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	1,7	1,9	0,13	38	44	0,099	0,075	<0,05
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	0,060	0,067	<0,05	1,6	2,1	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	2,0	2,2	0,089	10	13	0,57	1,1	0,52
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	0,19	0,22	0,39	83	130	0,067	<0,05	<0,05
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	0,41	0,50	0,51	33	56	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	0,10	0,12	0,42	180	280	0,070	<0,05	<0,05
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	0,11	0,13	0,21	55	72	0,060	<0,05	<0,05
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	0,073	0,082	0,23	48	64	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	0,069	0,082	<0,05	1,2	2,1	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	0,18	0,20	<0,05	6,5	7,7	0,11	<0,05	<0,05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	1,7	1,9	1,5	4,1	34	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	0,35	0,39	0,13	13	22	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	1,3	1,6	0,050	0,40	1,1	<0,05	<0,05	<0,05
		Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	UPLC-MS/MS	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D
		79780-39-5	791563-99-8	757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	30334-69-1	68298-12-4
Vito-ID	Customer-ID	PFDoDS µg/kg ds	PFTrDS µg/kg ds	4:2FTS µg/kg ds	6:2FTS µg/kg ds	8:2FTS µg/kg ds	10:2FTS µg/kg ds	PFBSA µg/kg ds	MePFBSA µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	0,069	<0,05	<0,05	1,3	1,6	4,9	0,068	<0,05
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	0,17	<0,05	<0,05	0,52	0,76	1,1	0,13	<0,05
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	<0,05	<0,05	<0,05	7,8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	<0,05	<0,05	<0,05	<0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	<0,05	<0,05	<0,05	0,76	0,32	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	<0,05	<0,05	<0,05	0,76	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	<0,05	<0,05	<0,05	0,72	0,64	<0,05	<0,05	<0,05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	<0,05	<0,05	<0,05	0,85	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

		Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D
		159381-10-9	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	MePFBSAA µg/kg ds	PFHxSA µg/kg ds	L-PFOSA µg/kg ds	T-PFOSA µg/kg ds	L-MePFOSA µg/kg ds	T-MePFOSA µg/kg ds	L-EtPFOSA µg/kg ds	T-EtPFOSA µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	<0.05	0,53	0,11	0,14	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	<0.05	2,7	6,0	8,0	<0.05	0,093	0,082	1,2
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	<0.05	0,16	23	32	<0.05	<0.05	0,60	2,7
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	<0.05	<0.05	1,4	2,0	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	<0.05	<0.05	13	20	<0.05	0,088	0,16	1,2
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	<0.05	0,061	19	24	<0.05	0,059	0,32	2,2
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	<0.05	<0.05	6,3	8,8	<0.05	<0.05	0,055	0,65
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	<0.05	<0.05	0,17	0,28	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	<0.05	0,45	0,14	0,26	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	<0.05	1,5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	<0.05	0,054	0,069	0,094	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
		Niet geanalyseerd/Not Analyzed	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	UPLC-MS/MS	Niet geanalyseerd/Not Analyzed	Niet geanalyseerd/Not Analyzed
		2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0	57678-03-2
Vito-ID	Customer-ID	PFOSAA µg/kg ds	L-MePFOSAA µg/kg ds	T-MePFOSAA µg/kg ds	L-EtPFOSAA µg/kg ds	T-EtPFOSAA µg/kg ds	PFDSA µg/kg ds	6:2PAP µg/kg ds	8:2PAP µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	NA	<0.05	<0.05	0,75	0,89	<0.05	NA	NA
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	<0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	0,44	<0.05	<0.05	2,8	3,4	<0.05	-	-
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	NA	1,1	1,5	290	390	<0.05	NA	NA
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	<0.1	<0.05	<0.05	3,1	4,5	<0.05	-	-
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	0,086	0,16	0,28	75	100	<0.05	-	-
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	3,9	0,26	0,32	120	150	<0.05	-	-
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	0,46	<0.05	<0.05	31	42	<0.05	-	-
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	<0.06	<0.05	<0.05	0,37	0,46	<0.05	-	-
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	<0.06	<0.05	<0.05	0,84	1,0	<0.05	-	-
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	<0.1	0,11	0,13	0,048	0,06	<0.05	-	-
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	<0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
		Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	Indicatief resultaat/indicative result CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	CMA/3/D	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS
		57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
Vito-ID	Customer-ID	6:2diPAP µg/kg ds	6:2/8:2diPAP µg/kg ds	8:2diPAP µg/kg ds	HFPO-DA µg/kg ds	ADONA µg/kg ds	PFECHS µg/kg ds	9CI-PF3ONS µg/kg ds	11CI-PF3OUnDS µg/kg ds
R8988_220915-0015	1) PB1 - Toplaag	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0016	2) 801 - PB - Toplaag	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0017	3) 802 - 0/15	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0018	4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	6,6	8,6	8,5	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0019	5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0020	6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	12	0,97	1,3	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0021	7) TAUW 1481294 - PWP5 - 0/10	3,3	3,3	3,1	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0022	8) TAUW - PWB4 - 0/10	<2.8	0,19	0,27	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0023	9) TAUW 1481294 - PSP5 - 100-150	19	<0.05	0,072	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0024	10) 802 - 120/240	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0025	11) PB1 - 100/220	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0026	12) PB1 - 20/100	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
R8988_220915-0027	13) 802 - 360/480	<2.8	<0.05	<0.05	<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

E.2 Grondwater

sample	KlantCode	Request	Description	Due Date	Company Name	Contact Person	Project ID	Sub Project ID		Parent	Intern rapport
220930-0085	1505-802-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0086	1505-9005-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0087	1505-800-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0088	1505-2-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0089	1504-1-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0090	1504-2-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0091	1504-5-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y
220930-0092	1504-6-28/9	9090	waterige oplossing	30/10/2022 00:00	VITO	Johan Vos	2210075-05		2		Y

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis



Request: R9090
 Reported: 20/02/2023
 Unit: ng/L
 Opmerkingen/remarks: EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS
 T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS
 NA = niet geanalyseerd/not analysed

- (A) Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk over of onderschat/Out of measuring range, the result may be over or underestimated/
- (B1) **Geen resultaat, interne standaard recovery te laag/No result, internal standard recovery too low**
- (B2) **De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement**
- (B3) **De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement**
- (C) Indicatief resultaat, afwijkende ionenratio (mogelijk geïnterfereerd)/Indicative result, deviating ion ratio (possibly interfered)
- (D) Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit
- (E) Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion

						indicatief indicative					
						CAS no.	422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9
Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS ng/L	PFPrA ng/L	PFBA ng/L	PFPeA ng/L	PFHxA ng/L	PFHpA ng/L	
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	39098	48521	30830	40240	100	390	1700	1700	470	
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	20071	23764	13457	17147	92	270	1000	1100	320	
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	10697	12127	4498	5928	140	350	1500	1600	500	
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	14972	17259	6065	8345	170	400	1500	1700	490	
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	71691	91730	52060	71150	480	2000	4400	7100	2200	
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	23105	24822	8210	9714	100	1800	3600	8200	620	
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	4309	5607	2997	4143	62	120	230	320	300	
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	1469	1689	702	921	53	81	170	220	190	
			indicatief indicative				indicatief indicative				
		335-67-1	335-67-1	375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5	
Vito-ID	Customer-ID	L-PFOA ng/L	T-PFOA ng/L	PFNA ng/L	PFDA ng/L	PFUnDA ng/L	PFDODA ng/L	PFTrDA ng/L	PFTeDA ng/L	PFHxDA ng/L	
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	990	1100	240	190	1,7	<0.9	<0.9	<0.9	-	
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	660	750	97	120	<0.9	<0.9	<0.9	-	-	
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	380	410	18	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	-	-	
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	710	830	15	3,9	<0.9	<0.9	<0.9	-	-	
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	27000	30000	1600	1100	67	41	2,3	-	-	
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	6200	6400	340	260	1,4	<0.9	<0.9	<0.9	-	
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	2300	2600	82	33	<0.9	<0.9	<0.9	-	-	
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	640	740	11	<0.9	<0.9	-	-	-	-	

		indicatief indicative	indicatief indicative				indicatief indicative			indicatief indicative
		16517-11-6	423-41-6	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1
Vito-ID	Customer-ID	PFODA	PFPs	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS	L-PFOS	T-PFOS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	-	19	100	220	2600	2900	170	27000	36000
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	-	33	120	350	2700	3300	220	10000	13000
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	-	100	290	510	3700	4300	190	400	1200
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	-	130	310	560	5000	5800	400	340	1700
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	-	6,1	48	40	460	550	510	23000	39000
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	-	2	10	6,6	70	74	32	1600	2900
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	-	<0.9	13	4,1	55	61	40	560	1400
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	-	<0.9	10	4,1	24	30	6,8	27	140
				indicatief indicative	indicatief indicative	indicatief indicative				indicatief indicative
		68259-12-1	335-77-3	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8	757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0
Vito-ID	Customer-ID	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFDoDS	PFTrDS	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS	10:2FTS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	37	1,6	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	1200	440	<0.9
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	5,5	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,98	1900	260	<0.9
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	1,2	460	<0.9	<0.9
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	6,5	2400	1,3	<0.9
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	10	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<4	2,4	<0.9
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<80	1,5	<0.9
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	8,8	<0.9	<0.9
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	5,1	<0.9	<0.9
							indicatief indicative		indicatief indicative	
		30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA	PFHxSA	L-PFOA	T-PFOA	L-MePFOA	T-MePFOA	L-EtPFOA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	390	15	1,7	1100	4,4	11	-	-	-
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	290	7	4,5	520	<0.9	1,7	-	-	-
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	200	2,4	5,7	350	<0.9	<0.9	-	-	-
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	210	8,3	12	590	2,3	4	-	-	-
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	14	<0.9	<0.9	46	390	830	-	-	-
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	5,4	<0.9	1,2	16	130	300	-	-	-
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	14	1,4	8,8	34	94	230	-	-	-
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	10	1,1	9,7	6,4	<0.9	<0.9	-	-	-

		indicatief indicative	-	10	indicatief indicative	10	indicatief indicative	indicatief indicative	-	-
		4151-50-2	2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0	57678-03-2
Vito-ID	Customer-ID	T-EtPFOSA	PFOSAA	L-MePFOSAA	T-MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP	8:2PAP
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	-	9	<0.9	1,4	7,8	13	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	-	1	<0.9	<0.9	<0.9	1,2	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	-	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	-	3	<0.9	<0.9	10	15	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	-	460	5,7	15	700	1200	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	-	57	<0.9	1,2	52	94	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	-	14	<0.9	1,1	14	28	<0.9	<2	<0.9
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	-	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0,93	<0.9	<2	<0.9
		indicatief indicative	indicatief indicative					indicatief indicative	indicatief indicative	
		57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9	
Vito-ID	Customer-ID	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUnds	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
R9090_220930-0085	1505-802-28/9	-	-	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0086	1505-9005-28/9	-	-	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0087	1505-800-28/9	<0.9	<0.9	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0088	1505-2-28/9	<0.9	<0.9	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0089	1504-1-28/9	<0.9	<0.9	<0.9	<2	<0.9	8,2	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0090	1504-2-28/9	<0.9	<0.9	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0091	1504-5-28/9	<0.9	<0.9	-	<2	<0.9	1,3	<0.9	<0.9	
R9090_220930-0092	1504-6-28/9	-	-	-	<2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	

OVAM

7.6 OVERZICHT RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOEREN VAN SCHUDTESTEN I.K.V. DE UITLOGING VAN PFAS

Protocol Versie	Type	Toepassingsgebied	L/S	Duur	Temperatuur	Staal*	Schudtoestel	Receptiënt	Uitloogvloeistof	Afscheiden	Directe meting eluaat	Duplo	Procedure blanco	Controlemonster
										vast residu (fractie < 45 µm)				
			L/kg	u	uitvoering									
CMA/2/II/A.9.4 oktober 2018	2-staps	- vaste stoffen - slibs - % DS > 33% - anorganische componenten	Stap 1: 2 Stap 2: 8	Stap 1: 2 - 6 Stap 2: 8 - 18	20 ± 5°C	veldvochtig	Overkopmenger (5 O/min)	. PE	ultrapuur water - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- vacuümfiltratie - drukfiltratie	pH, EC	nvt	zowel stap 1 als stap 2	nvt
CMA/2/A.12 november 2020	enkelvoudig	- vaste stoffen, KG < 4 mm - granulaire materialen - afvalstoffen met %DS > 10% - baggerspecie - ruimingspecie - waterbodem - pasteuze afvalstoffen - uitloging anorganische componenten	10	24	20 ± 5°C	veldvochtig	Overkopmenger (5 O/min)	. Afluitbare PE . Glas met inerte afsluiting (eg. PTFE)	ultrapuur water: - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- drukfiltratie	- pH - EC	facultatief	per meetreeks / meetdag	per meetweek
CMA/2/II/A.19 november 2020	enkelvoudig	- bodem - bodemmaterialen - KG < 4 mm - Uitloging anorganische comp.	10	24	20 ± 5°C	veldvochtig	- Overkopmenger (5 O/min) - Rollerbank (10 O/min)	- afsluitbare HDPE - PP - Borosilicaatglazen met inerte afsluiting (eg. PTFE)	ultrapuur water: - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- drukfiltratie	- pH - EC - Redox (facultatief)	facultatief	per meetreeks / meetdag	per meetweek
ISO 21268-1:2019 EN ISO 21268-1:2019 NBN EN ISO 21268-1:2019 28/11/2019	enkelvoudig	- bodem - bodemmaterialen - KG < 2 mm - Uitloging anorganische comp. - Uitloging organische comp.	2	24	22 ± 3°C	veldvochtig	- Overkopmenger (5-10 O/min) - Rollerbank (10 O/min)	- afsluitbare HDPE - PP - Borosilicaatglazen met inerte afsluiting (eg. PTFE)	- 0,001 M CaCl ₂ ** - gedemineraliseerd water indien Ca en/of chloride is opgenomen in het analysepakket	m.u.v. semi-vluchtigen: - drukfiltratie - vacuümfiltratie	- pH - EC Optioneel: - Redox - Turbiditeit	nvt	"regelmatig"	nvt
Wintersen et al. (2020) naar NEN-EN-12457-2002	enkelvoudig	- bodem - uitloging PFAS	10	24	20°C	veldvochtig	- Rollerbank (10 O/min)	. Glas	0,001 M CaCl ₂ ***	- vacuümfiltratie (glasvezelfilters) centrifugeren wordt afgeraden	- pH - EC	1/20	1/20	1/20 - spikeoplossingen - referenties ringtesten
AS 4439.3:2019 2019	enkelvoudig	- afval - sediment - verontreinigde bodem - Uitloging anorganische componenten - Uitloging organische componenten incl. PFAS	20	18 ± 2	22 ± 5°C	veldvochtig	- Overkopmenger (30±2 O/min)	- Glas - PTFE - HDPE - Roestvrij staal (T316) - PP, PE, PV (inorganische componenten)	i.f.v. locale pH: - uitloogvloeistof pH=2,9 - uitloogvloeistof pH=5,0 - uitloogvloeistof pH=9,2	- drukfiltratie	- pH	1/20 of 1 / partij	per batch, mn. 1/20	-
<p>Opm. PFAS</p> <p>- Receptiënt Schudtest m.b.t. mogelijke crosscontaminatie</p> <p>- Filters i.f.v. mogelijke adsorptie PFAS</p> <p>- mogelijkheid toepassing van centrifugeren</p> <p>- Filters m.b.t. mogelijke crosscontaminatie</p>														
HEPA (2022) voorstel aanpassingen AS 4439.3:2019	enkelvoudige scl	- afval - sediment - verontreinigde bodem - Uitloging anorganische componenten - Uitloging organische componenten incl. PFAS	20	18 ± 2	22 ± 5°C	gedroogd (T=30°C?)	- Overkopmenger (30±2 O/min)	- Glas - PTFE - HDPE - Roestvrij staal (T316) - PP, PE, PV (inorganische componenten)	i.f.v. locale pH: - uitloogvloeistof pH=2,9 - uitloogvloeistof pH=5,0 - uitloogvloeistof pH=9,2	- filtratie niet toegelaten - centrifugeren	- pH	1/10 of 1 / partij	per meetreeks / meetdag	-
<p>Opm. PFAS</p> <p>- Receptiënt Schudtest m.b.t. mogelijke crosscontaminatie</p> <p>- Filters i.f.v. mogelijke adsorptie PFAS</p> <p>- mogelijkheid toepassing van centrifugeren</p> <p>- Filters m.b.t. mogelijke crosscontaminatie</p>														
* stalen veldvochtig tenzij er er niet kan gezeefd worden. Drogen op max. T = 40°C														
** cf. aanwezigheid van zouten in bodem														
*** Daarnaast is geschud met oplossing van 0.001 M CaCl ₂ oplossing in plaats van water, omdat dit in het algemeen overeenkomt met natuurlijke concentraties in oppervlaktewater (Waterkwaliteitsportaal.nl)														
DS: Droge stof			KG: Korrelgrootte			O: Omwentelingen								

7.7 ANALYSERESULTATEN BLANCO'S


G1: Materiaalblanco

G2: Procedure blanco voorafgaand aan kolomproef (Blanco kolomproef "voor")

G3: Procedure blanco kolomproef

G4: Procedure blanco schudtest

G1: Materiaalblanco

Tabblad ingevuld door:						
Samara 15/6/2022, adjusted on 20/06/2022 en Griet 27/06/2022						
Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis						
Request	8618					
Toestel:	Xevo 1					
Sequence:	PFC 20220610_R8618_Hilde_R8623_Sodecon_Xevo1					
Vorbereidingsde:	06/08/2022					
Analysedatum:	06/10/2022					
Reported:	03/08/2022					
Remarks:	EFSA PFAS = som van PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS/sum of PFNA+PFO T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and NA = niet geanalyseerd/not analysed (A) Buiten meetbereik/outside the calibration range (B) De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de opgelegde eisen/the recovery of the internal standard does not fulfil the requirements (C) Mogelijks een coelutie van een interferent/possible coelution of an interferent					
					CAS no.	375-22-4
Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances SPFASs ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances SPFASs ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS SPFASs ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS SPFASs ng/L	PFBA ng/L
220607-0079	Test 1	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
220607-0080	Test 2	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
220607-0081	Test 3	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
220607-0082	Test 4	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
220607-0083	Test 5	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
220607-0084	Test 6	0,00	0,00	0,00	0,00	<20
		2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1
Vito-ID	Customer-ID	PFPeA ng/L	PFHxA ng/L	PFHpA ng/L	L-PFOA ng/L	T-PFOA ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<14	<2.1	<1.9	<1.9
		375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8
Vito-ID	Customer-ID	PFNA ng/L	PFDA ng/L	PFUnDA ng/L	PFDoDA ng/L	PFTrDA ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9

		376-06-7	67905-19-5	67905-19-5	16517-11-6	423-41-6
Vito-ID	Customer-ID	PFTeDA	PFPeDA	PFHxDA	PFODA	PFPPrS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
		375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8
Vito-ID	Customer-ID	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
		1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3	749786-16-1
Vito-ID	Customer-ID	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<24	<34	<1.9	<1.9	<1.9
		79780-39-5	791563-89-8	757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4
Vito-ID	Customer-ID	PFDoDS	PFTTrDS	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<23	<120	<3.2
		120226-60-0	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9	41997-13-1
Vito-ID	Customer-ID	10:2FTS	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA	PFHxSA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<3.8	<1.9

		754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	L-PFOFA	T-PFOFA	L-MePFOSA	T-MePFOSA	L-EtPFOSA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
		4151-50-2	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6
Vito-ID	Customer-ID	T-EtPFOSA	L-MePFOSAA	T-MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
		Not available	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6
Vito-ID	Customer-ID	PFDSA	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<30
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<31
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<31
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<31
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<31
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<31
		919005-14-4	646-83-3			
Vito-ID	Customer-ID	ADONA	PFECHS			
		ng/L	ng/L			
220607-0079	Test 1	<1.9	<1.9			
220607-0080	Test 2	<1.9	<1.9			
220607-0081	Test 3	<1.9	<1.9			
220607-0082	Test 4	<1.9	<1.9			
220607-0083	Test 5	<1.9	<1.9			
220607-0084	Test 6	<1.9	<1.9			


G2: Procedureblanco Kolomproef "voor"

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis							
Request	R8879						
Toestel:	Xevo 4						
Reported:	23/09/2022						
Remarks:	EFSA PFAS = som van PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS/sum of P T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of bran NA = niet geanalyseerd/not analysed						
	(A) Buiten meetbereik/outside the calibration range						
	(B) De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de opgelegde eisen/the recovery of the internal standard does not fulfil the requirements						
	(C) Mogelijks een coelutie van een interferent/possible coëlution of an interferent						
	NA	Indicative					
CAS no.	76-05-1	356-02-5	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1
Customer-ID	TFA	PFPPrA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	L-PFOA
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
ASG/22/BI/K007	NA	<4	2,2	<2	<2	<2	<2
CAS no.	335-67-1	375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7
Customer-ID	T-PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Indicative			Indicative			
CAS no.	67905-19-5	67905-19-5	16517-11-6	423-41-6	375-73-5	2706-91-4	355-46-4
Customer-ID	PFPeDA	PFHxDA	PFODA	PFPPrS	PFBS	PFPeS	L-PFHxS
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
ASG/22/BI/K007	<10	<2	<2	<2	<2	<2	<2



CAS no.	355-46-4	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3	749786-16-1
Customer-ID	T-PFHxS ng/l	PFHpS ng/l	L-PFOS ng/l	T-PFOS ng/l	PFNS ng/l	PFDS ng/l	PFUnDS ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	<2	3	5,8	<2	<2	<2
		Indicative					Indicative
CAS no.	79780-39-5	791563-89-8	757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	30334-69-1
Customer-ID	PFDDoDS ng/l	PFTrDS ng/l	4:2FTS ng/l	6:2FTS ng/l	8:2FTS ng/l	10:2FTS ng/l	PFBSA ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	<2	<2	13	<2	<2	<2
	Indicative	Indicative	Indicative				
CAS no.	68298-12-4	159381-10-9	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8
Customer-ID	MePFBSA ng/l	MePFBSAA ng/l	PFHxSA ng/l	L-PFOA ng/l	T-PFOA ng/l	L-MePFOA ng/l	T-MePFOA ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	<2	<2	2,3	2,4	<2	<2
			NA				
CAS no.	4151-50-2	4151-50-2	2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6
Customer-ID	L-EtPFOA ng/l	T-EtPFOA ng/l	PFOSAA ng/l	L-MePFOAA ng/l	T-MePFOAA ng/l	L-EtPFOAA ng/l	T-EtPFOAA ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	<2	NA	<2	<2	<2	<2
	Indicative	NA	NA				
CAS no.	Not available	57678-01-0	57678-03-2	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6
Customer-ID	PFDSA ng/l	6:2PAP ng/l	8:2PAP ng/l	6:2diPAP ng/l	6:2/8:2diPAP ng/l	8:2diPAP ng/l	HFPO-DA ng/l
ASG/22/BI/K007	<2	NA	NA	<2	<2	17	<4
CAS no.	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9			
Customer-ID	ADONA ng/l	PFECHS ng/l	9CI-PF3ONS ng/l	1CI-PF3OUnDS ng/l			
ASG/22/BI/K007	<2	<2	<2	<2			

G3: Procedure blanco kolomproef

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis					
Request:	9189				
Reported:	13/12/2022				
Unit:	ng/L				
Opmerkingen/remarks:	EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS				
	T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS				
	NA = niet geanalyseerd/not analysed				
(A)	Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk onderschat/Out of measuring range, the result may be underestimated/				
(B1)	Geen resultaat, interne standaard recovery te laag/No result, internal standard recovery too low				
(B2)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement				
(B3)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement				
(C)	Indicatief resultaat, mogelijk geïnterfereerd/Indicative result, possibly interfered				
(D)	Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit				
(E)	Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion				
	SUMs are based on lowerbound principle				
Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	0	0	0	0
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	0	0	0	0
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	9	9	0	0
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	0	0	0	0
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	0	0	0	0
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	0	0	0	0
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	0	0	0	0

		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1
Vito-ID	Customer-ID	PFPrA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	L-PFOA	T-PFOA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<1	<2	<1	<0.9	<1	<1	<1
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<3	<10	<4	<2	<6	<2	<2
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<3	<10	<4	<2	<6	<2	<2
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<3	<10	<4	<2	<6	<2	<2
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<3	<10	<4	<2	<6	<2	<2
		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5
Vito-ID	Customer-ID	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	-
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<1	<1	<1	<1	<1	<2	-
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<4
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<2	<2	<2	<2	<2	-	-
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<2	<2	<2	<2	<2	-	-
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<2	<2	<2	<2	<2	-	-
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-
		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		16517-11-6	423-41-6	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8
Vito-ID	Customer-ID	PFODA	PFPrS	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	-	<1	<1	<2	<2	<2	<2
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<4	<1	<1	<1	<1	<1	<1
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	-	<1	<1	<2	<1	<1	<1
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	-	<1	<1	<2	<1	<1	<1
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	-	<1	<1	<2	<1	<1	<1
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	-	<0.9	<0.9	<2	<0.9	<0.9	<0.9
		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,85	2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8
Vito-ID	Customer-ID	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFDoDS	PFTrDS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<20	<50	<1	<1	<1	<1	<1
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<20	<50	<1	<1	<1	<1	<1
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<20	<50	<1	<1	<1	<1	<1
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<2
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<2
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<2
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<40	<40	<2	<2	<2	<2	<2

		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	PFHxSA	L-PFOA	T-PFOA	L-MePFOSA	T-MePFOSA	L-EtPFOSA	T-EtPFOSA
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<1	<5	<5	<4	<4	<4	<4
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<1	<5	<5	<2	<2	<3	<3
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<1	<5	<5	<2	<2	<2	<2
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<2	<2	<2	-	-	-	-
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<2	<2	<2	-	-	<2	<2
		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		NA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	NA
CAS no.		2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0
Vito-ID	Customer-ID	PFOSAA	L-MePFOSAA	T-MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<2
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<2
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<2
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<2	<2	<2	<5	<6	<2	<3
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<2	<2	<2	<5	<6	<2	<2
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<2	<2	<2	<5	<6	<2	<3
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<1	<2	<2	<5	<6	<2	<2
		NA		indicatief				
LOQs with 100% recovery IS		NA	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
CAS no.		57678-03-2	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3
Vito-ID	Customer-ID	8:2PAP	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<1	<2	<2	-	<3	<1	<1
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<1	<0.9	<0.9	<2	<3	<1	<1
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<1	<0.9	<0.9	<0.9	<3	<1	<1
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	-	<2	<2	-	<3	<2	<1
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<3	<2	<2	-	<3	<2	<1
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	-	<2	<2	-	<3	<2	<1
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<4	<2	<2	<4	<3	<2	<0.9
		indicatief						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05					
CAS no.		756426-58-1	763051-92-9					
Vito-ID	Customer-ID	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUnDS					
		ng/L	ng/L					
R9189_221026-0010	ASG/22/BI/K008/K1	<1	<1					
R9189_221026-0011	ASG/22/BI/K008/K2	<1	<1					
R9189_221026-0012	ASG/22/BI/K008/K3	<1	<1					
221116-0025	ASG/22/BL/K008/K4	<1	<1					
221116-0030	ASG/22/BL/K008/K5	<1	<1					
221116-0005	ASG/22/BI/K008/K6	<1	<1					
221114-0040	ASG/22/BI/K008/K7	<0.9	<0.9					

G4: Procedure blanco schudproef

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis



Request: R9282
Reported: 27/01/2023
Unit: ng/L

Opmerkingen/rer EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS

T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS

NA = niet geanalyseerd/not analysed

- (A) Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk onderschat
/Out of measuring range, the result may be underestimated/
- (B1) **Geen resultaat, interne standaard recovery te laag**
/No result, internal standard recovery too low
- (B2) **De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis**
/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement
- (B3) **De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis**
/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement
- (C) Indicatief resultaat, afwijkende ionenratio (mogelijk geïnterfereerd)
/Indicative result, deviating ion ratio (possibly interfered)
- (D) Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit
- (E) Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium
/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion

422-64-0

Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS ng/L	PFPra ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	39	126	0	78	<7

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	375-22-4 PFBA ng/L	2706-90-3 PFPeA ng/L	307-24-4 PFHxA ng/L	375-85-9 PFHpA ng/L	335-67-1 L-PFOA ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019		<30	<9	<5	<10	<5

Vito-ID	Customer-ID	335-67-1 T-PFOA ng/L	375-95-1 PFNA ng/L	335-76-2 PFDA ng/L	2058-94-8 PFUnDA ng/L	307-55-1 PFDODA ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	<5	<5	<5	<5

Vito-ID	Customer-ID	PFTrDA ng/L	PFTeDA ng/L	PFHxDA ng/L	PFODA ng/L	PFPrS ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	<5	-	-	<2

Vito-ID	Customer-ID	375-73-5 PFBS ng/L	2706-91-4 PFPeS ng/L	355-46-4 L-PFHxS ng/L	355-46-4 T-PFHxS ng/L	375-92-8 PFHpS ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<2	<5	<2	78	<2

Vito-ID	Customer-ID	1763-23-1 L-PFOS ng/L	1763-23-1 T-PFOS ng/L	68259-12-1 PFNS ng/L	335-77-3 PFDS ng/L	749786-16-1 PFUnDS ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<90	<90	<5	<5	<5

Vito-ID	Customer-ID	79780-39-5 PFDoDS ng/L	791563-89-8 PFTrDS ng/L	757124-72-4 4:2FTS ng/L	27619-97-2 6:2FTS ng/L	39108-34-4 8:2FTS ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	<5	<5	<5	<5

Vito-ID	Customer-ID	120226-60-0 10:2FTS ng/L	30334-69-1 PFBSA ng/L	68298-12-4 MePFBSA ng/L	159381-10-9 MePFBSAA ng/L	41997-13-1 PFHxSA ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	<5	<9	<5	<5

Vito-ID	Customer-ID	754-91-6 L-PFOFA ng/L	754-91-6 T-PFOFA ng/L	31506-32-8 L-MePFOFA ng/L	31506-32-8 T-MePFOFA ng/L	4151-50-2 L-EtPFOFA ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	5,3	6,4	<5	<5	<5

Vito-ID	Customer-ID	4151-50-2 T-EtPFOFA ng/L	2806-24-8 PFOFAA ng/L	2355-31-9 L-MePFOFAA ng/L	2355-31-9 T-MePFOFAA ng/L	2991-50-6 L-EtPFOFAA ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	<3	<5	<5	34

Vito-ID	Customer-ID	T-EtPFOSAA ng/L	PFDSA ng/L	6:2PAP ng/L	8:2PAP ng/L	6:2diPAP ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	42	<5	<4	<7	<5

Vito-ID	Customer-ID	943913-15-3 6:2/8:2diPAP ng/L	678-41-1 8:2diPAP ng/L	13252-13-6 HFPO-DA ng/L	919005-14-4 ADONA ng/L	646-83-3 PFECHS ng/L
221116-0010	ASG/22/BL/E019	<5	-	<7	<5	<2

Vito-ID	756426-58-1 9Cl-PF3ONS ng/L	763051-92-9 11Cl- PF3OUnDS ng/L
221116-0010	<2	<2

7.8 ANALYSERESULTATEN ELUATEN

7.8.1: Naspoeling Recipiënten (Servaco)

7.8.2: Schudproef

7.8.3: Kolomproeven


7.8.4: Schudproeven filtratie versus centrifugatie

7.8.1: Naspoeling Recipiënten (Servaco)

Staal Id	CV PB1, toplaag	Willebroek PWP5, 30/70	Willebroek PWB4,130/180	Willebroek PWB4, 75/110	Willebroek PWP5, 0/10
Analyse ID	2253281-01	2253281-02	2253281-03	2253281-04	2253281-05
Concentratie	ng/ml methanol	ng/ml methanol	ng/ml methanol	ng/ml methanol	ng/ml methanol
PFBA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFPeA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHxA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHpA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFOA lineair	<0.5	0,53	<0.5	<0.5	<0.5
PFOA totaal	<0.5	0,55	<0.5	<0.5	<0.5
PFNA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFDA	<0.5	<0.5	<0.5	0,59	0,59
PFUnDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFDoDA	<0.5	2,6	<0.5	<0.5	<0.5
PFTeDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHxDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFBS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFPeS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHxS lineair	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHxS totaal	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFHpS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFOS lineair	<0.5	0,93	<0.5	1,8	1,8
PFOS totaal	<0.5	1,1	<0.5	2,2	0,56
PFNS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFDS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
4:2 FTS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
6:2 FTS	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
8:2 FTS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFOSA lineair	<0.5	2,4	<0.5	4,6	3,4
PFOSA totaal	<0.5	3,3	<0.5	7,3	4,4
MePFOSA lineair	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
MePFOSA totaal	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
EiPFOSA lineair	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
EiPFOSA totaal	<0.5	0,77	<0.5	0,82	1,1
MePFOSAA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
EiPFOSAA	<0.5	238*	0,80	37	30
8:2 diPAP	<0.5	0,97	<0.5	<0.5	<0.5
HFPO-DA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
DONA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFECBS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFBSA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
MePFBSA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
MePFBSAA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFHSA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFTrDA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFODA	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFDoDS	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFUnDS	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFTrDS	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
10:2 FTS	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
6:2 diPAP	<1.25	1,9	<1.25	<1.25	<1.25
6:2/8:2diPAP	<1.25	4,3	<1.25	<1.25	<1.25

* Resultaat indicatief; buiten lineair bereik.

7.8.2: Schudproef

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis					
Request:	R9282				
Reported:	27/01/2023				
Unit:	ng/L				
Opmerkingen/remarks:	EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS NA = niet geanalyseerd/not analysed				
(A)	Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk onderschat/Out of measuring range, the result may be underestimated/				
(B1)	Geen resultaat, interne standaard recovery te laag/No result, internal standard recovery too low				
(B2)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement				
(B3)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement				
(C)	Indicatief resultaat, afwijkende ionenratio (mogelijk geïnterfereerd)/Indicative result, deviating ion ratio (possibly interfered)				
(D)	Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit				
(E)	Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion				
Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances (PFASs) ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances (PFASs) ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL	3648	3994	2240	2570
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL	10292	12993	2838	4065
221116-0008	TAUW-PWB4-75/110-Batchleaching-50m	16984	22642	11814	16030
221116-0009	TAUW-PWB4-130/180-Batchleaching-50m	5120	6291	2852	3940
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching	4462	5865	2363	3243

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9
		PFPrA ng/L	PFBA ng/L	PFPeA ng/L	PFHxA ng/L	PFHpA ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		9,9	98	390	380	110
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		<3	<10	24	42	56
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		9,1	19	42	63	80
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<3	210	510	580	540
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		24	31	53	60	66

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	335-67-1	335-67-1	375-95-1	335-76-2	2058-94-8
		L-PFOA ng/L	T-PFOA ng/L	PFNA ng/L	PFDA ng/L	PFUnDA ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		160	170	110	110	8,8
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		380	440	50	300	36
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		570	670	240	1500	58
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		1600	1700	120	220	3,7
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		340	420	23	53	3,2

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5	16517-11-6
			PFD _o DA	PFT _r DA	PFT _e DA	PFH _x DA	PF _o DA
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		<2	<2	<2	-	-
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		22	<2	<2	-	-
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		9	<2	<2	-	-
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	-	-
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		<2	<2	<2	-	-

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	423-41-6	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4
			PFP _r S	PFBS	PFP _e S	L-PFH _x S	T-PFH _x S
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		<1	20	6,1	170	290
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		<1	<1	<2	8,3	75
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		<1	<1	<2	3,6	120
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<1	3,7	3,3	32	120
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		<1	<1	<2	<1	200

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3
			PFH _p S	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	PFDS
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		9,4	1800	2000	3,1	<2
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		14	2400	3500	<2	<2
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		29	11000	15000	6,3	<2
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		28	1100	2000	<2	<2
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		14	2000	2600	<2	<2

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8	757124-72-4	27619-97-2
			PFU _n DS	PFD _o DS	PFT _r DS	4:2FTS	6:2FTS
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		<2	<2	<2	<2	100
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	<2	4,9
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	<2	<2
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	<2	4
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		<2	<2	<2	<2	<2

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	39108-34-4	120226-60-0	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9
			8:2FTS	10:2FTS	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		74	<2	8,3	<4	<2
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	<4	<2
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		2,8	<2	<2	<4	<2
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<2	<2	<2	<4	<2
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		<2	<2	<2	<4	<2

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8
			PFH _x SA	L-PFO _s A	T-PFO _s A	L-MePFO _s A	T-MePFO _s A
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL		46	8,6	11	<2	<2
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL		6,7	710	1000	<2	2,6
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL		4,3	550	960	<2	3,7
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL		<2	48	70	<2	<2
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching		4,4	440	640	<2	<2

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	4151-50-2	4151-50-2	2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9
		L-EtPFOSA	T-EtPFOSA	PFOSAA	L-MePFOSAA	T-MePFOSAA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL	<2	<2	5,5	<2	<2	
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL	17	88	1000	21	32	
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL	<2	19	290	8	17	
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL	<2	<2	28	<2	<2	
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching	<2	<2	370	<2	2,9	

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0	57678-03-2
		L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP	8:2PAP	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL	20	34	<2	<1	<1	
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL	5200	6300	<2	<2	<2	
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL	2500	3500	<2	<1	<1	
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL	89	150	<2	<2	<2	
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching	980	1300	<2	<1	<1	

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4
		6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL	<2	<2	-	<3	<2	
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL	<2	<2	-	<3	<2	
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL	<2	<2	-	<3	<2	
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL	<2	<2	-	<3	<2	
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching	<2	<2	<4	<3	<2	

Vito-ID	Customer-ID	CAS no.	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
		PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OU _n DS	
		ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0006	PB1-Toplaag-Batch leaching-50mL	<1	<1	<1	
221116-0007	TAUW-PWP5-30/70-Batchleaching-50mL	<1	<1	<1	
221116-0008	TAUW-PWP5-75/110-Batchleaching-50mL	<1	<1	<1	
221116-0009	TAUW-PWP4-130/180-Batchleaching-50mL	<1	<1	<1	
221116-0024	TAUW PWP5 0/10-Batch leaching	<1	<1	<1	

7.8.3: Schudproeven (filtratie, reeks A versus centrifugatie, reeks B)

Staal ID - Filtratie	ID VITO	ID Servaco
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/A1	2253280-01
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/A2	2253280-02
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/A3	2253280-03
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/A1	2253280-04
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/A2	2253280-05
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/A3	2253280-06
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/A1	2253280-07
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/A2	2253280-08
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/A3	2253280-09
6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	ASG/22200/A1	2253280-10
6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	ASG/22200/A2	2253280-11
6) TAUW 1481294 - PWB4 - 75/110	ASG/22200/A3	2253280-12
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/A1	2253280-13
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/A2	2253280-14
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/A3	2253280-15

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch						
	2253280					
Onderzoek op eluaten						
		2253280-01	2253280-02	2253280-03	2253280-04	2253280-05
		ASG/22197/A1 09/12	ASG/22197/A2 09/12	ASG/22197/A3 09/12	ASG/22198/A1 09/12	ASG/22198/A2 09/12
fluoride opgelost	mg/l	1,27			0,46	
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,092	0,092	0,09	0,012	0,013
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,41	0,41	0,4	0,038	0,036
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,31	0,3	0,3	0,044	0,043
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,096	0,093	0,094	0,065	0,064
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,14	0,14	0,13	0,45	0,45
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	0,05	0,05
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,14	0,14	0,14	0,5	0,5
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,094	0,096	0,095	0,058	0,055
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	0,092	0,089	0,093	0,35	0,33
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	0,042	0,037
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	0,022	0,019
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	0,017	0,017	0,017	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	0,17	0,17	0,17	0,013	0,014
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	0,011	0,018	0,016
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	2,1	2,1	2,1	3,6	3,5
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	0,35	0,32	0,34	1,4	1,4
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOSStotaal)	µg/l	2,5	2,4	2,4	5	4,9
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	0,051	0,049	0,048	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	1,1	1,1
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	0,67	0,56
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	< 0,011	0,011	< 0,011	1,8	1,6
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0,010	< 0,011
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	0,025	0,024
N-methylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	0,026	0,024
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	5,2	4,9
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0,010	< 0,011
perfluor-2-propoxypropanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
4,8-dioxa-3H-perfluor-nonaanzuur (DONA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0,026	< 0,027
N-methylperfluor-n-butaansulfonamido azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	0,03	0,032	0,031	< 0,026	< 0,027
Som PFAS kwantitatief	µg/l	4	3,9	3,9	13	13
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,026	< 0,027
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0,027	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,027
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0,026	< 0,027
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	0,046	0,045	0,043	< 0,026	< 0,027
Som PFAS indicatief	µg/l	0,076	0,076	0,074	<0,03	<0,03
Som PFAS EFSA-4	µg/l	2,9	2,8	2,8	5,5	5,4
Som PFAS VMM-20	µg/l	3,9	3,8	3,8	6,1	6

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch					
	2253280				
Onderzoek op eluaten					
		2253280-06	2253280-07	2253280-08	2253280-09
		ASG/22198/A3 09/12	ASG/22199/A1 09/12	ASG/22199/A2 09/12	ASG/22199/A3 09/12
					2253280-10
					ASG/22200/A1 09/12
fluoride opgelost	mg/l		< 0,20		0,5
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,014	0,19	0,18	0,18
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,034	0,52	0,51	0,51
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,041	0,65	0,66	0,63
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,062	0,45	0,44	0,47
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,43	1,7	1,6	1,7
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	0,041	0,15	0,15	0,15
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,47	1,9	1,8	1,8
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,052	0,11	0,1	0,1
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	0,33	0,21	0,2	0,19
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	0,036	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	0,012	opm.	opm.	opm.
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	0,015	0,024	0,022	0,025
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	3,3	1,3	1,3	1,3
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	1,4	0,92	0,89	0,91
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOSStotaal)	µg/l	4,7	2,2	2,2	2,2
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	1	0,044	0,045	0,043
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	0,38	< 0,026	< 0,025	0,027
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	1,4	0,069	0,066	0,071
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	< 0,011	opm.	opm.	opm.
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	0,026	< 0,010	< 0,010	< 0,010
N-methylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	0,024	< 0,010	< 0,010	< 0,010
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	4,4	0,4	0,39	0,37
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-2-propoxypropaanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	< 0,026	opm.	opm.	opm.
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
Som PFAS kwantitatief	µg/l	12	6,7	6,5	6,5
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	< 0,026	< 0,026	< 0,025	< 0,026
Som PFAS indicatief	µg/l	<0,03	<0,03	<0,02	<0,03
Som PFAS EFSA-4	µg/l	5,2	4,2	4,1	4,1
Som PFAS VMM-20	µg/l	5,8	6,2	6,1	6,1

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch						
2253280						
Onderzoek op eluaten						
		2253280-11	2253280-12	2253280-13	2253280-14	2253280-15
		ASG/22200/A2 09/12	ASG/22200/A3 09/12	ASG/22201/A1 09/12	ASG/22201/A2 09/12	ASG/22201/A3 09/12
fluoride opgelost	mg/l			0,47		
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,024	0,024	0,028	0,029	0,027
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,046	0,045	0,045	0,046	0,045
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,056	0,057	0,048	0,045	0,046
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,074	0,07	0,055	0,053	0,055
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,65	0,64	0,43	0,42	0,42
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	0,052	0,049	0,047	0,041	0,044
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,7	0,69	0,48	0,46	0,47
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,21	0,21	0,025	0,023	0,023
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	1,5	1,6	0,06	0,059	0,056
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	0,045	0,041	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	opm.	opm.	opm.	opm.	opm.
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	0,026	0,027	0,015	0,013	0,014
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	12	11	2,6	2,7	2,6
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	3,7	3,6	0,68	0,71	0,68
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOSStotaal)	µg/l	15	14	3,3	3,4	3,3
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	0,49	0,48	0,69	0,64	0,63
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	0,45	0,4	0,37	0,28	0,31
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	0,94	0,87	1,1	0,92	0,94
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	opm.	opm.	opm.	opm.	opm.
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
N-methylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	1,2	1,3	0,78	0,75	0,72
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-2-propoxypropanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	opm.	opm.	opm.	opm.	opm.
N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Som PFAS kwantitatief	µg/l	20	19	5,9	5,8	5,7
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	< 0,025	< 0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Som PFAS indicatief	µg/l	<0,02	<0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Som PFAS EFSA-4	µg/l	16	15	3,8	3,9	3,7
Som PFAS VMM-20	µg/l	18	17	4	4,1	4

Staal ID - Centrifugatie	ID VITO	ID Servaco
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/B1	2253282-01
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/B2	2253282-02
1) PB1-Toplaag	ASG/22197/B3	2253282-03
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/B1	2253282-04
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/B2	2253282-05
4) TAUW 1481294 - PWP5 - 30/70	ASG/22198/B3	2253282-06
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/B1	2253282-07
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/B2	2253282-08
5) TAUW 1481297 - PWB4 - 130/180	ASG/22199/B3	2253282-09
6) TAUW 1481294 - PWB4 -75/110	ASG/22200/B1	2253282-10
6) TAUW 1481294 - PWB4 -75/110	ASG/22200/B2	2253282-11
6) TAUW 1481294 - PWB4 -75/110	ASG/22200/B3	2253282-12
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/B1	2253282-13
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/B2	2253282-14
7) PWP5 - 0/10	ASG/22201/B3	2253282-15

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch						
	2253282					
Onderzoek op eluaten						
		2253282-01	2253282-02	2253282-03	2253282-04	2253282-05
		ASG/22197/B1 13/12	ASG/22197/B2 13/12	ASG/22197/B3 13/12	ASG/22198/B1 13/12	ASG/22198/B2 13/12
fluoride opgelost	mg/l	1,29			0,46	
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,092	0,095	0,09	0,012	0,012
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,4	0,42	0,4	0,036	0,036
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,31	0,32	0,31	0,043	0,043
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,093	0,096	0,093	0,063	0,061
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,14	0,14	0,13	0,42	0,43
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	0,048	0,049
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,14	0,14	0,14	0,47	0,48
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,098	0,1	0,1	0,057	0,056
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	0,09	0,094	0,092	0,29	0,29
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	0,026	0,023
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0.0099	opm.	opm.	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	0,017	0,018	0,017	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	0,15	0,16	0,15	< 0.010	0,01
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	0,0099	0,011	0,01	0,017	0,018
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	2,5	2,5	2,4	3,4	3,3
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	0,42	0,39	0,4	1,4	1,4
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOSStotaal)	µg/l	2,9	2,9	2,8	4,7	4,6
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	0,055	0,057	0,053	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	1,1	1,1
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	0,45	0,46
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	0,011	0,011	0,011	1,5	1,5
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	0,021	0,021
N-methylperfluor-n-octaansulfonamide azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	0,018	0,017
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	0,02	0,015	0,014	3	3
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0.010	< 0.0099
perfluor-2-propoxypropaanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010	< 0.0099
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	0,035	0,036	0,035	< 0.025	< 0.025
Som PFAS kwantitatief	µg/l	4,4	4,4	4,2	10	10
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0.025	opm.	opm.	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	opm.	opm.	opm.	< 0.025	< 0.025
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	0,051	0,051	0,048	< 0.025	< 0.025
Som PFAS indicatief	µg/l	0,086	0,087	0,083	<0.02	<0.02
Som PFAS EFSA-4	µg/l	3,3	3,3	3,2	5,3	5,2
Som PFAS VMM-20	µg/l	4,3	4,3	4,2	5,8	5,6

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch						
	2253282					
Onderzoek op eluaten						
		2253282-06	2253282-07	2253282-08	2253282-09	2253282-10
		ASG/22198/B3 13/12	ASG/22199/B1 13/12	ASG/22199/B2 13/12	ASG/22199/B3 13/12	ASG/22200/B1 13/12
fluoride opgelost	mg/l		< 0.20			
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,013	0,19	0,18	0,18	0,024
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,034	0,51	0,52	0,51	0,048
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,042	0,65	0,66	0,65	0,058
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,059	0,46	0,45	0,45	0,083
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,43	1,7	1,7	1,7	0,73
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	0,043	0,15	0,16	0,15	0,052
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,47	1,9	1,9	1,8	0,78
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,055	0,1	0,11	0,1	0,25
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	0,27	0,19	0,19	0,18	1,8
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	0,015	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	0,044
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	< 0.010	0,023	0,027	0,025	< 0.010
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	0,019	0,022	0,022	0,023	0,028
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	3,2	1,3	1,3	1,3	14
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	1,3	0,94	0,91	0,91	4,2
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOSStotaal)	µg/l	4,5	2,3	2,2	2,2	18
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	1	0,032	0,032	0,032	0,59
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	0,36	< 0.025	< 0.025	< 0.025	0,34
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	1,4	0,049	0,048	0,048	0,94
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	0,02	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
N-methylperfluor-n-octaansulfonamide azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	0,013	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	1,9	0,039	0,031	0,03	2
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-2-propoxypropanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
4,8-dioxa-3H-perfluoronaanzuur (DONA)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0.010	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.010
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
Som PFAS kwantitatief	µg/l	8,8	6,4	6,3	6,2	24
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025
Som PFAS indicatief	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Som PFAS EFSA-4	µg/l	5	4,3	4,2	4,1	19
Som PFAS VMM-20	µg/l	5,5	6,3	6,2	6,1	21

VITO Vlaams Instituut voor Technologisch						
2253282						
Onderzoek op eluaten						
		2253282-11	2253282-12	2253282-13	2253282-14	2253282-15
		ASG/22200/B2 13/12	ASG/22200/B3 13/12	ASG/22201/B1 13/12	ASG/22201/B2 13/12	ASG/22201/B3 13/12
fluoride opgelost	mg/l			0,41		
perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	µg/l	0,026	0,024	0,027	0,028	0,027
perfluor-n-pentaanzuur (PFPeA)	µg/l	0,048	0,047	0,042	0,044	0,041
perfluor-n-hexaanzuur (PFHxA)	µg/l	0,059	0,06	0,047	0,05	0,045
perfluor-n-heptaanzuur (PFHpA)	µg/l	0,081	0,077	0,057	0,057	0,053
perfluor-n-octaanzuur lineair (PFOA)	µg/l	0,74	0,68	0,42	0,43	0,43
perfluor-octaanzuur vertakt (PFOA)	µg/l	0,055	0,048	0,043	0,047	0,046
perfluor-octaanzuur totaal (PFOAtotaal)	µg/l	0,8	0,73	0,46	0,48	0,48
perfluor-n-nonaanzuur (PFNA)	µg/l	0,24	0,23	0,023	0,025	0,023
perfluor-n-decaanzuur (PFDA)	µg/l	1,7	1,7	0,044	0,046	0,044
perfluor-n-undecaanzuur (PFUnDA)	µg/l	0,038	0,04	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-dodecaanzuur (PFDoDA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluorhexaansulfonzuur totaal (PFHxStotaal)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/l	0,031	0,029	0,014	0,015	0,014
perfluor-n-octaansulfonzuur lineair (PFOS)	µg/l	14	14	2,7	2,8	2,8
perfluor-octaansulfonzuur vertakt (PFOS)	µg/l	4,3	4,4	0,69	0,71	0,75
perfluor-octaansulfonzuur totaal (PFOS totaal)	µg/l	18	18	3,3	3,5	3,6
perfluoro-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
4:2 fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-octaansulfonamide lineair (PFOSA)	µg/l	0,62	0,58	0,63	0,7	0,67
perfluor-octaansulfonamide vertakt (PFOSA)	µg/l	0,36	0,34	0,2	0,2	0,21
perfluor-octaansulfonamide totaal (PFOSAtotaal)	µg/l	0,98	0,93	0,82	0,91	0,88
N-methylperfluor-octaansulfonamide totaal (MePFOSAtotaal)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
N-ethylperfluor-octaansulfonamide totaal (EtPFOSAtotaal)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
N-methylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (MePFOSAA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido azijnzuur (EtPFOSAA)	µg/l	1,7	1,8	0,83	1,2	1,2
8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-2-propoxypropanzuur (HFPO-DA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
4,8-dioxa-3H-perfluoronaanzuur (DONA)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/l	< 0,0098	< 0,0099	< 0,010	< 0,0099	< 0,0099
perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur (MePFBSAA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Som PFAS kwantitatief	µg/l	24	24	5,7	6,4	6,4
perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-undecaansulfonzuur (PFUnDS)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
perfluor-n-tridecaansulfonzuur (PFTrDS)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	µg/l	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Som PFAS indicatief	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Som PFAS EFSA-4	µg/l	19	19	3,8	4	4,1
Som PFAS VMM-20	µg/l	21	21	4,1	4,3	4,3

		indicatief indicative						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1
Vito-ID	Customer-ID	PFPrA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	L-PFOA	T-PFOA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	-	-	26	22	5,4	2,6	2,7
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	0,015	1,2	4	3,6	2,1	4,7	4,7
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	<0.002	0,17	0,78	0,54	0,27	1,8	1,8
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	<0.0009	0,0086	0,045	0,049	0,022	0,071	0,073
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	<0.0006	0,0048	0,020	0,019	0,0077	0,018	0,018
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	0,013	0,19	0,55	0,65	1,4	9,4	11
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	<0.002	0,062	0,14	0,26	0,43	5,6	6
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	<0.002	<0.004	0,028	0,060	0,076	0,98	1,1
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	<0.001	0,011	0,0059	0,011	0,015	0,17	0,19
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	<0.001	0,0068	0,0038	0,0071	0,0075	0,068	0,075
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	0,044	0,18	0,46	0,48	1,5	18	20
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	0,014	0,043	0,12	0,14	0,20	12	13
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	0,0076	0,010	0,031	0,033	0,036	1,7	1,8
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	<0.0009	0,0027	0,0084	0,0086	0,010	0,12	0,13
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	<0.0008	0,0020	0,0059	0,0061	0,0063	0,039	0,042
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	-	-	2,3	2,0	1,2	3,1	3,9
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,37	0,96	1,3	1,2	1,2	3,1	3,7
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	0,041	0,25	0,47	0,50	0,72	4,3	5,4
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,019	0,0055	<0.0009	0,037	0,089	3,4	3,6
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,011	0,0027	0,0042	0,012	0,018	0,39	0,41
						indicatief indicative		
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		375-95-1	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5
Vito-ID	Customer-ID	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDODA	PFTTrDA	PFTeDA	PFHxDA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	0,43	0,13	0,0094	0,0060	<0.003	-	-
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	0,97	0,24	0,014	0,0063	<0.003	-	-
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	2,7	0,56	0,025	0,0049	<0.003	<0.006	-
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	0,46	0,63	0,037	0,0033	<0.0008	<0.002	-
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	0,034	0,49	0,026	0,0025	<0.0006	-	-
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	0,52	0,41	0,0049	0,0012	<0.001	<0.003	-
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	0,7	0,59	0,0087	<0.001	<0.001	<0.004	-
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	0,54	0,91	0,025	0,0012	<0.001	-	-
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	0,11	1,1	0,033	0,0025	<0.0007	<0.001	-
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	0,023	0,57	0,036	0,0047	<0.0006	<0.002	-
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	1,1	0,8	0,0055	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	1,6	0,93	0,0030	<0.001	<0.001	<0.001	<0.004
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	1,8	0,86	0,0020	<0.0009	<0.0009	<0.002	<0.001
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	1,5	2,1	0,019	<0.003	<0.003	-	-
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	0,23	1,8	0,017	<0.002	<0.002	-	-
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	0,048	0,015	<0.002	0,0061	<0.003	-	-
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,059	0,032	<0.001	0,0043	<0.002	<0.004	-
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	0,079	0,065	0,0092	0,0020	<0.001	<0.003	-
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,12	0,14	0,0056	0,0028	<0.001	-	-
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,14	0,16	0,0091	0,0031	<0.0008	-	-

		indicatief indicative						
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		16517-11-6	423-41-6	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8
Vito-ID	Customer-ID	PFODA	PFPpS	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	-	0,027	1,3	0,46	4,4	5	0,096
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	-	0,0045	0,24	0,14	4,8	5	0,20
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	-	<0.001	0,039	0,018	1,1	1,2	0,27
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	-	<0.0007	0,0034	0,0018	0,074	0,079	0,024
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	-	<0.0005	0,0016	0,00087	0,023	0,026	0,0023
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	-	<0.001	0,012	0,0096	0,22	0,26	0,25
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	-	<0.001	0,0040	0,0032	0,10	0,11	0,29
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	-	<0.0007	0,0015	0,00084	0,019	0,021	0,13
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	-	<0.0007	<0.0007	<0.0006	0,0034	0,0037	0,16
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0015	0,0017	0,0044
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	<0.002	<0.001	0,0065	0,0066	0,31	0,35	0,34
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	<0.004	<0.001	0,0016	<0.001	0,047	0,051	0,39
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	<0.001	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0,0049	0,0055	0,16
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	-	<0.0007	<0.0007	<0.0008	0,0015	0,0017	0,035
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	-	<0.0006	<0.0006	<0.0007	0,00074	0,00079	0,0026
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	-	0,0067	0,039	0,0092	0,040	0,054	0,0085
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	-	0,0044	0,026	0,0092	0,052	0,070	0,013
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	-	0,0011	0,0085	0,0051	0,073	0,089	0,023
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	-	<0.0008	0,0018	0,0011	0,046	0,052	0,070
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	-	<0.0005	0,00075	0,00047	0,0069	0,010	0,063
					indicatief indicative	indicatief indicative	indicatief indicative	indicatief indicative
LOQs with 100% recovery IS		0,85	2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	335-77-3	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8
Vito-ID	Customer-ID	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFD0DS	PFTrDS
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	3,3	4,2	0,0027	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	5,7	7,6	0,0045	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	17	21	0,012	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	17	19	0,018	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	7,7	8,0	0,011	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	8,6	16	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	12	22	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	18	28,0	0,0045	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	18	22	0,0076	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	3,7	4,4	0,0048	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	15	26	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	10	20	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	5,7	13	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	-	-	-	-	-	-	-
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	-	-	-	-	-	-	-
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	0,12	0,21	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,22	0,39	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	0,41	0,81	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009	<0.0009
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	3,4	4,9	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	3,8	5,4	0,0015	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008


					indicatief indicative		indicatief indicative	
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9
Vito-ID	Customer-ID	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS	10:2FTS	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	<0.0005	2,7	0,10	0,0032	0,39	0,0029	0,023
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	<0.0005	2,9	0,20	0,0036	0,24	0,0032	0,012
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	<0.0005	0,67	0,65	0,0051	0,084	0,0033	0,0041
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	<0.0003	0,046	0,72	0,015	0,0053	0,0016	<0.0005
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	<0.0003	0,033	0,31	0,011	0,0014	-	<0.0004
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	<0.0004	0,021	0,0029	<0.0004	0,018	-	0,014
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	<0.0004	0,022	0,0029	<0.0005	0,0061	-	0,0045
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	<0.0003	0,0080	0,0049	<0.0002	0,0019	-	<0.0007
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	<0.0004	<0.001	0,0046	<0.0003	<0.0009	-	<0.0006
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	<0.0004	<0.001	0,0040	<0.0003	<0.0006	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	<0.0006	0,016	0,0030	<0.0008	0,0084	<0.003	0,0071
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	<0.0006	0,016	0,0033	<0.0008	0,0036	<0.004	<0.001
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	<0.0004	0,043	0,0038	<0.0005	0,0013	-	<0.0008
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	<0.0006	<0.003	0,0059	<0.0007	<0.002	-	<0.0009
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	<0.0006	<0.003	0,0059	<0.0008	<0.002	-	<0.0008
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	<0.0004	0,024	<0.003	<0.0007	0,024	-	<0.002
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	<0.0005	0,016	<0.001	<0.0007	0,019	-	<0.001
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	<0.0002	0,025	<0.001	<0.0002	0,018	-	<0.0008
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	<0.0002	0,0011	<0.001	<0.0003	0,0046	-	<0.0007
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	<0.0002	<0.0006	<0.0005	<0.0002	0,0013	-	<0.0005
		indicatief indicative					indicatief indicative	indicatief indicative
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	PFHxSA	L-PFOSA	T-PFOSA	L-MePFOSA	T-MePFOSA	L-EtPFOSA	T-EtPFOSA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	0,66	0,014	0,018	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	1,3	0,021	0,030	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	0,87	0,050	0,081	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	0,078	0,052	0,083	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	0,017	0,034	0,041	-	-	-	-
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	0,26	4	7,3	-	-	-	-
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	0,11	5,9	10	-	-	-	-
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	0,027	8,5	11	-	-	-	-
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	0,0045	3,8	4,3	-	-	-	-
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	0,0024	0,67	0,81	<0.001	0,0045	-	-
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	0,19	0,84	1,8	<0.003	<0.003	<0.004	<0.004
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	0,054	1,2	2,7	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	0,015	1,4	3,4	-	-	-	-
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	0,0052	2,3	4,9	-	-	-	-
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	0,0023	1,2	1,8	-	-	-	-
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	0,019	0,088	0,16	-	-	-	-
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,015	0,11	0,18	-	-	-	-
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	0,020	0,17	0,27	-	-	-	-
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,035	0,32	0,25	-	-	-	-
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,031	0,27	0,42	-	-	-	-

							indicatief indicative							
LOQs with 100% recovery IS							0,05							
CAS no.							2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0	57678-03-2
Vito-ID	Customer-ID	PFOSAA	L-MePFOSAA	MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP	8:2PAP					
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L					
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	0,0056	<0.001	<0.001	0,010	0,018	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	0,0081	<0.001	<0.001	0,019	0,040	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	0,035	<0.0009	0,0012	0,041	0,098	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	0,042	<0.0005	0,001	0,040	0,081	<0.0007	<0.001	<0.0006					
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	0,017	<0.0004	0,00062	0,034	0,073	<0.0005	<0.0009	<0.0005					
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	2,3	0,0066	0,020	0,7	1,1	<0.002	<0.002	<0.0009					
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	2,8	0,012	0,031	1,2	1,8	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	3	0,024	0,050	2,8	4,4	<0.001	<0.001	<0.0006					
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	2,5	0,023	0,045	4,8	6,4	<0.0009	<0.001	<0.0006					
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	1,4	0,026	0,051	4,4	5,9	<0.0006	<0.0009	<0.0004					
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	0,1	0,0014	0,0041	0,22	0,38	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	0,16	0,0015	0,0049	0,20	0,37	<0.001	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	0,23	0,0019	0,0057	0,26	0,36	<0.001	<0.001	<0.0007					
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	0,35	0,0030	0,0096	0,48	0,8	<0.002	<0.001	<0.0006					
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	0,46	0,0032	0,011	0,37	0,6	<0.002	<0.001	<0.0005					
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	NA	<0.002	<0.002	0,21	0,27	<0.003	NA	NA					
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,055	<0.001	<0.001	0,22	0,29	<0.002	<0.002	<0.001					
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	NA	0,00080	0,0021	0,36	0,57	<0.001	NA	NA					
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,18	0,0015	0,0033	0,76	1	<0.001	<0.001	<0.0007					
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,17	0,0016	0,0038	0,82	1,1	<0.0008	<0.0009	<0.0004					
LOQs with 100% recovery IS							0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	
CAS no.							57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
Vito-ID	Customer-ID	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3UdS					
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L					
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	<0.005	<0.005	-	<0.003	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	<0.004	<0.004	-	<0.003	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003					
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.0006	<0.0006	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	-	-	-	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.001	<0.001					
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	<0.001	<0.001	-	<0.003	<0.002	0,0024	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	<0.002	<0.002	-	<0.003	<0.001	0,0017	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	-	-	-	<0.002	<0.0007	<0.0007	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	<0.001	<0.001	-	<0.002	<0.0006	<0.0006	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	-	-	-	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0009	<0.0009					
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	<0.001	<0.001	<0.0006	<0.003	<0.003	0,0046	<0.003	<0.003					
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	<0.0006	<0.0006	-	<0.002	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.001					
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	-	-	-	<0.002	<0.0008	<0.0008	-	-					
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	-	-	-	<0.002	<0.0008	<0.0008	-	-					
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	<0.005	<0.005	<0.003	<0.003	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002					
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	<0.001	<0.001	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001					
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	<0.0009	<0.0009	<0.003	<0.002	<0.001	<0.001	<0.0009	<0.0009					
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	<0.003	<0.003	-	<0.001	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.001					
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	<0.001	<0.001	-	<0.0007	<0.0004	<0.0004	<0.0008	<0.0008					

		0,05	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
LOQs with 100% recovery IS								
CAS no.		757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9
Vito-ID	Customer-ID	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS	10:2FTS	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	<0.0005	2,7	0,10	0,0032	0,39	0,0029	0,023
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	<0.0005	2,9	0,20	0,0036	0,24	0,0032	0,012
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	<0.0005	0,67	0,65	0,0051	0,084	0,0033	0,0041
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	<0.0003	0,046	0,72	0,015	0,0053	0,0016	<0.0005
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	<0.0003	0,033	0,31	0,011	0,0014	-	<0.0004
R9190_221026-0018	TAUW - PWP5 - 30/70 - K0	<0.0005	0,034	<0.002	<0.0007	0,061	-	0,027
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	<0.0004	0,021	0,0029	<0.0004	0,018	-	0,014
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	<0.0004	0,022	0,0029	<0.0005	0,0061	-	0,0045
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	<0.0003	0,0080	0,0049	<0.0002	0,0019	-	<0.0007
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	<0.0004	<0.001	0,0046	<0.0003	<0.0009	-	<0.0006
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	<0.0004	<0.001	0,0040	<0.0003	<0.0006	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0024	TAUW - PWB4 - 75/110 - K0	<0.0004	0,0041	<0.002	<0.0006	0,043	-	0,027
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	<0.0006	0,016	0,0030	<0.0008	0,0084	<0.003	0,0071
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	<0.0006	0,016	0,0033	<0.0008	0,0036	<0.004	<0.001
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	<0.0004	0,043	0,0038	<0.0005	0,0013	-	<0.0008
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	<0.0006	<0.003	0,0059	<0.0007	<0.002	-	<0.0009
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	<0.0006	<0.003	0,0059	<0.0008	<0.002	-	<0.0008
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	<0.0004	0,024	<0.003	<0.0007	0,024	-	<0.002
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	<0.0005	0,016	<0.001	<0.0007	0,019	-	<0.001
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	<0.0002	0,025	<0.001	<0.0002	0,018	-	<0.0008
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	<0.0002	0,0011	<0.001	<0.0003	0,0046	-	<0.0007
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	<0.0002	<0.0006	<0.0005	<0.0002	0,0013	-	<0.0005
		indicatief indicative					indicatief indicative	indicatief indicative
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	4151-50-2	4151-50-2
Vito-ID	Customer-ID	PFHxSA	L-PFOFA	T-PFOFA	L-MePFOFA	T-MePFOFA	L-EtPFOFA	T-EtPFOFA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	0,66	0,014	0,018	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	1,3	0,021	0,030	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	0,87	0,050	0,081	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	0,078	0,052	0,083	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	0,017	0,034	0,041	-	-	-	-
R9190_221026-0018	TAUW - PWP5 - 30/70 - K0	0,40	3,4	6,1	-	-	-	-
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	0,26	4	7,3	-	-	-	-
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	0,11	5,9	10	-	-	-	-
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	0,027	8,5	11	-	-	-	-
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	0,0045	3,8	4,3	-	-	-	-
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	0,0024	0,67	0,81	<0.001	0,0045	-	-
R9190_221026-0024	TAUW - PWB4 - 75/110 - K0	0,18	0,67	0,74	-	-	-	-
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	0,19	0,84	1,8	<0.003	<0.003	<0.004	<0.004
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	0,054	1,2	2,7	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	0,015	1,4	3,4	-	-	-	-
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	0,0052	2,3	4,9	-	-	-	-
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	0,0023	1,2	1,8	-	-	-	-
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	0,019	0,088	0,16	-	-	-	-
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,015	0,11	0,18	-	-	-	-
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	0,020	0,17	0,27	-	-	-	-
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,035	0,32	0,25	-	-	-	-
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,031	0,27	0,42	-	-	-	-

							indicatief indicative		
LOQs with 100% recovery IS		NA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
CAS no.		2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0	57678-03-2
Vito-ID	Customer-ID	PFOSAA	L-MePFOSAA	MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP	8:2PAP
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	0,0056	<0.001	<0.001	0,010	0,018	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	0,0081	<0.001	<0.001	0,019	0,040	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	0,035	<0.0009	0,0012	0,041	0,098	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	0,042	<0.0005	0,001	0,040	0,081	<0.0007	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	0,017	<0.0004	0,00062	0,034	0,073	<0.0005	<0.0009	<0.0005
R9190_221026-0018	TAUW - PWP5 - 30/70 - K0	0,63	0,0039	0,012	0,56	0,67	<0.002	<0.003	-
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	2,3	0,0066	0,020	0,7	1,1	<0.002	<0.002	<0.0009
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	2,8	0,012	0,031	1,2	1,8	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	3	0,024	0,050	2,8	4,4	<0.001	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	2,5	0,023	0,045	4,8	6,4	<0.0009	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	1,4	0,026	0,051	4,4	5,9	<0.0006	<0.0009	<0.0004
R9190_221026-0024	TAUW - PWB4 - 75/110 - K0	0,038	<0.001	0,0024	0,13	0,23	<0.002	<0.002	<0.0009
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	0,1	0,0014	0,0041	0,22	0,38	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	0,16	0,0015	0,0049	0,20	0,37	<0.001	<0.002	<0.001
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	0,23	0,0019	0,0057	0,26	0,36	<0.001	<0.001	<0.0007
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	0,35	0,0030	0,0096	0,48	0,8	<0.002	<0.001	<0.0006
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	0,46	0,0032	0,011	0,37	0,6	<0.002	<0.001	<0.0005
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	NA	<0.002	<0.002	0,21	0,27	<0.003	NA	NA
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	0,055	<0.001	<0.001	0,22	0,29	<0.002	<0.002	<0.001
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	NA	0,00080	0,0021	0,36	0,57	<0.001	NA	NA
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	0,18	0,0015	0,0033	0,76	1	<0.001	<0.001	<0.0007
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	0,17	0,0016	0,0038	0,82	1,1	<0.0008	<0.0009	<0.0004
			indicatief indicative						indicatief indicative
LOQs with 100% recovery IS		0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
CAS no.		57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
Vito-ID	Customer-ID	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3UNDS
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
R9190_221026-0013	PB1 - Toplaag - K1	<0.005	<0.005	-	<0.003	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002
R9190_221026-0014	PB1 - Toplaag - K2	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0015	PB1 - Toplaag - K3	<0.004	<0.004	-	<0.003	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003
R9190_221026-0016	PB1 - Toplaag - K4	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.0006	<0.0006	<0.002	<0.002
R9190_221026-0017	PB1 - Toplaag - K5	-	-	-	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.001	<0.001
R9190_221026-0018	TAUW - PWP5 - 30/70 - K0	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0019	TAUW - PWP5 - 30/70 - K1	<0.001	<0.001	-	<0.003	<0.002	0,0024	<0.002	<0.002
R9190_221026-0020	TAUW - PWP5 - 30/70 - K2	<0.002	<0.002	-	<0.003	<0.001	0,0017	<0.002	<0.002
R9190_221026-0021	TAUW - PWP5 - 30/70 - K3	-	-	-	<0.002	<0.0007	<0.0007	<0.002	<0.002
R9190_221026-0022	TAUW - PWP5 - 30/70 - K4	<0.001	<0.001	-	<0.002	<0.0006	<0.0006	<0.002	<0.002
R9190_221026-0023	TAUW - PWP5 - 30/70 - K5	-	-	-	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0009	<0.0009
R9190_221026-0024	TAUW - PWB4 - 75/110 - K0	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0025	TAUW - PWB4 - 75/110 - K1	<0.001	<0.001	<0.0006	<0.003	<0.003	0,0046	<0.003	<0.003
R9190_221026-0026	TAUW - PWB4 - 75/110 - K2	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
R9190_221026-0027	TAUW - PWB4 - 75/110 - K3	<0.0006	<0.0006	-	<0.002	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.001
R9190_221026-0028	TAUW - PWB4 - 75/110 - K4	-	-	-	<0.002	<0.0008	<0.0008	-	-
R9190_221026-0029	TAUW - PWB4 - 75/110 - K5	-	-	-	<0.002	<0.0008	<0.0008	-	-
R9190_221026-0030	TAUW - PWP5 - 0/10 - K1	<0.005	<0.005	<0.003	<0.003	<0.001	<0.001	<0.002	<0.002
R9190_221026-0031	TAUW - PWP5 - 0/10 - K2	<0.001	<0.001	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001
R9190_221026-0032	TAUW - PWP5 - 0/10 - K3	<0.0009	<0.0009	<0.003	<0.002	<0.001	<0.001	<0.0009	<0.0009
R9190_221026-0033	TAUW - PWP5 - 0/10 - K4	<0.003	<0.003	-	<0.001	<0.0009	<0.0009	<0.001	<0.001
R9190_221026-0034	TAUW - PWP5 - 0/10 - K5	<0.001	<0.001	-	<0.0007	<0.0004	<0.0004	<0.0008	<0.0008


K6

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis			
Request:	R9282		
Reported:	27/01/2023		
Unit:	ng/L		
Opmerkingen/remarks:	EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS		
	T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS		
	NA = niet geanalyseerd/not analysed		
(A)	Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk onderschat/Out of measuring range, the result may be underestimated/		
(B1)	Geen resultaat, interne standaard recovery te laag/No result, internal standard recovery too low		
(B2)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement		
(B3)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement		
(C)	Indicatief resultaat, afwijkende ionenratio (mogelijk geïnterfereerd)/Indicative result, deviating ion ratio (possibly interfered)		
(D)	Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit		
(E)	Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion		

Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances (PFASs) ng/L	sum of Total Perfluoroalkyl substances (PFASs) ng/L	sum of Linear (L) EFSA PFAS ng/L	sum of total (T) EFSA PFAS ng/L
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	918	942	664	675
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	6784	8670	4936	6250
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	8758	1135	632	756
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	9555	10501	4834	5237

	CAS no.	422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1	375-95-1	
Vito-ID	Customer-ID	PFPrA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	L-PFOA	T-PFOA	PFNA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	<3	<10	7,7	12	<6	7,3	7,7	6,8	
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	<3	<10	<4	7,2	8,7	97	110	37	
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	<3	<10	<4	5,1	<6	34	38	7,5	
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<3	<10	<4	5,4	<6	21	24	13	
	CAS no.	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5	16517-11-6	423-41-6	
Vito-ID	Customer-ID	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA	PFPrS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	97	19	<2	<2	<2	-	-	<1	
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	230	12	5	<2	-	-	-	<1	
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	180	49	9,9	<2	<2	<2	<3	<1	
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	2900	21	<2	<2	<2	-	-	<1	
	CAS no.	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	
Vito-ID	Customer-ID	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	<1	<2	9,4	10	<1	640	650	3	
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	<1	<2	2	2,6	8,5	4800	6100	<2	
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	<1	<2	<1	<1	1,5	590	710	2,6	
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<1	<2	<1	<1	1,3	4800	5200	2,4	
	CAS no.	335-77-3	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8	757124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	
Vito-ID	Customer-ID	PFDS	PFUnDS	PFDoDS	PFTxDS	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS	10:2FTS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	<2	<2	<2	<2	<2	29	31	17	
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	6	<2	
	CAS no.	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	
Vito-ID	Customer-ID	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA	PFHxSA	L-PFOSA	T-PFOSA	L-MePFOSA	T-MePFOSA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	<2	-	<2	5,1	5,4	6,4	-	-	
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	<2	-	<2	4,7	370	640	-	-	
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	<2	<4	<2	<2	340	340	<2	<2	
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<2	<4	<2	<2	410	520	<2	<2	
	CAS no.	4151-50-2	4151-50-2	2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0
Vito-ID	Customer-ID	L-EtPFOSA	T-EtPFOSA	PFOSAA	L-MePFOSAA	T-MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	-	-	3,1	<2	<2	25	37	<2	<1
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	-	-	200	2,3	4,7	1000	1300	<2	<2
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	15	45	490	33	56	7000	9200	<2	<1
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<2	2,8	590	4,9	15	780	1200	<2	<1
	CAS no.	57678-03-2	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
Vito-ID	Customer-ID	8:2PAP	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUnDS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0026	PB1-Toplaag_K6	<1	<2	<2	-	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0027	TAUW/PWP5-0/10-K6	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0028	TAUW/PWP5-30/70-K6	<1	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0029	TAUW/PWB4-75/110-K6	<2	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1

K7

Resultaten PFAS analyses/Results PFAS analysis			
Request:	R9282		
Reported:	27/01/2023		
Unit:	ng/L		
Opmerkingen/remarks	EFSA PFAS = som van PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS/sum of PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS		
	T = totaal/total = som van vertakte en lineaire PFAS/sum of branched and linear PFAS		
	NA = niet geanalyseerd/not analysed		
(A)	Buiten meetbereik, het resultaat is mogelijk onderschat/Out of measuring range, the result may be underestimated/		
(B1)	Geen resultaat, interne standaard recovery te laag/No result, internal standard recovery too low		
(B2)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de minimum eis/The recovery of the internal standard does not meet the minimum requirement		
(B3)	De recovery van de interne standaard voldoet niet aan de maximum eis/The recovery of the internal standard does not meet the maximum requirement		
(C)	Indicatief resultaat, afwijkende ionenratio (mogelijk geïnterfereerd)/Indicative result, deviating ion ratio (possibly interfered)		
(D)	Verhoogde rapportagegrens/Increased reporting limit		
(E)	Indicatief resultaat, de terugvinding in het controlestaal voldoet niet aan het criterium/Indicative result, the recovery in the control sample does not meet the criterion		

Vito-ID	Customer-ID	sum of Linear Perfluoroalkyl substances (PFASs)	sum of Total Perfluoroalkyl substances (PFASs)	sum of Linear (L) EFSA PFAS	sum of total (T) EFSA PFAS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	197	209	122	133
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	6022	7181	227	309
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	2493	3492	225	266
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	3841	4588	1436	1441

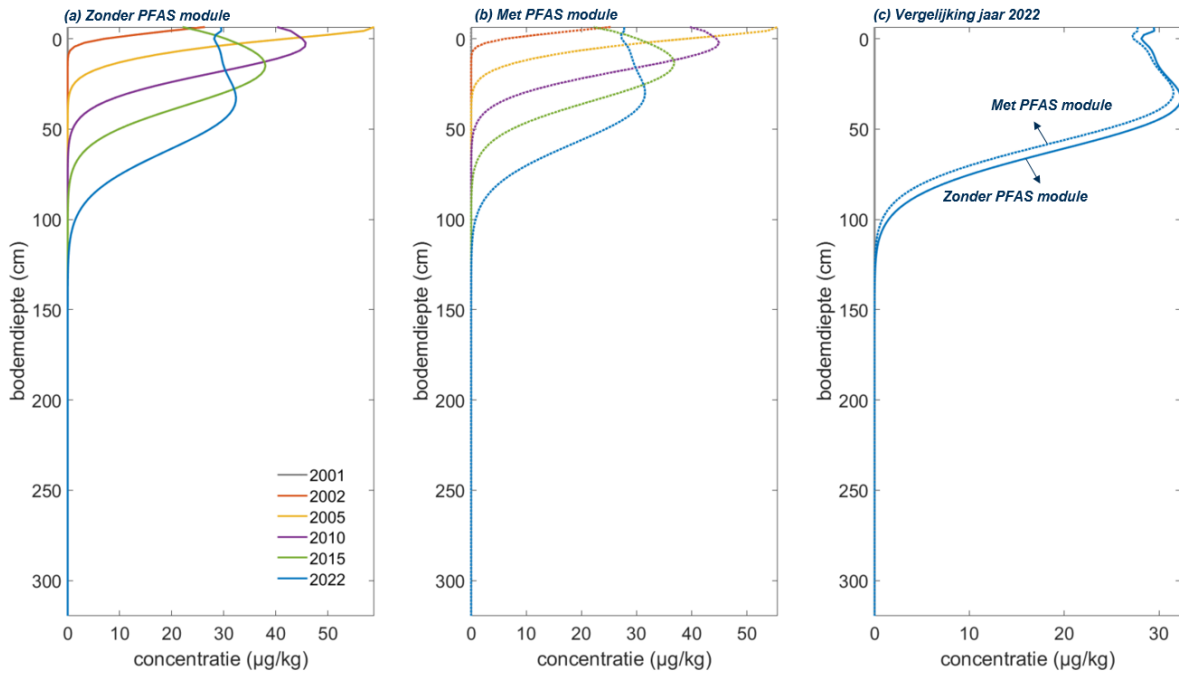
	CAS no.	422-64-0	375-22-4	2706-90-3	307-24-4	375-85-9	335-67-1	335-67-1	375-95-1	
Vito-ID	Customer-ID	PFPrA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	L-PFOA	T-PFOA	PFNA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<3	<10	5,5	8,2	<6	3,9	4,1	2,6	
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	<3	<10	<4	3,8	<6	23	25	3,5	
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	<3	<10	<4	3,8	<6	12	13	2,5	
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	<3	<10	<4	4,2	<6	32	37	4	
	CAS no.	335-76-2	2058-94-8	307-55-1	72629-94-8	376-06-7	67905-19-5	16517-11-6	423-41-6	
Vito-ID	Customer-ID	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA	PFPrS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	9,6	5,3	<2	<2	<2	-	-	<1	
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	31	29	4,8	<2	<2	<2	<3	<1	
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	560	18	<2	<2	<2	-	-	<1	
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	160	6,4	<2	<2	<2	-	-	<1	
	CAS no.	375-73-5	2706-91-4	355-46-4	355-46-4	375-92-8	1763-23-1	1763-23-1	68259-12-1	
Vito-ID	Customer-ID	PFBS	PFPeS	L-PFHxS	T-PFHxS	PFHpS	L-PFOS	T-PFOS	PFNS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<1	<2	5,3	5,8	<1	110	120	<2	
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	<1	<2	<1	<1	<1	200	280	<2	
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	<1	<2	<1	<1	<1	210	250	<2	
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	<1	<2	<1	<1	1,2	1400	1400	<2	
	CAS no.	335-77-3	749786-16-1	79780-39-5	791563-89-8	75124-72-4	27619-97-2	39108-34-4	120226-60-0	
Vito-ID	Customer-ID	PFDS	PFUnDS	PFDoDS	PFTrDS	4:2FTS	6:2FTS	8:2FTS	10:2FTS	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<2	<2	<2	<2	<2	21	7,3	6,7	
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	CAS no.	30334-69-1	68298-12-4	159381-10-9	41997-13-1	754-91-6	754-91-6	31506-32-8	31506-32-8	
Vito-ID	Customer-ID	PFBSA	MePFBSA	MePFBSAA	PFHxA	L-PFOA	T-PFOA	L-MePFOA	T-MePFOA	
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<2	<4	<2	3,9	<2	<2	<2	<2	
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	<2	<4	<2	<2	150	210	<2	<2	
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	<2	-	<2	<2	100	150	-	-	
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	<2	<4	<2	<2	710	950	<2	<2	
	CAS no.	4151-50-2	4151-50-2	2806-24-8	2355-31-9	2355-31-9	2991-50-6	2991-50-6	Not available	57678-01-0
Vito-ID	Customer-ID	L-EtPFOSA	T-EtPFOSA	PFOSAA	L-MePFOSAA	MePFOSAA	L-EtPFOSAA	T-EtPFOSAA	PFDSA	6:2PAP
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<2	<2	<1	<2	<2	7,9	9,4	<2	<2
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	5,9	18	150	21	26	5400	6400	<2	<1
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	-	-	180	6,3	15	1400	2300	<2	<1
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	-	-	220	2,7	5,4	1300	1800	<2	<1
	CAS no.	57678-03-2	57677-95-9	943913-15-3	678-41-1	13252-13-6	919005-14-4	646-83-3	756426-58-1	763051-92-9
Vito-ID	Customer-ID	8:2PAP	6:2diPAP	6:2/8:2diPAP	8:2diPAP	HFPO-DA	ADONA	PFECHS	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUnDS
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
221116-0001	PB1 - Toplaag - K7	<2	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0002	TAUW - PWP5 - 30/70 - K7	<1	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0003	TAUW - PWB4 - 75/110 - K7	<1	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1
221116-0004	TAUW - PWP5 - 0/10 - K7	<2	<2	<2	<4	<3	<2	<1	<1	<1

7.9 MODELRESULTATEN RECONSTRUCTIE RANST

Volgens het verkennend bodemonderzoek (Tauw, 2021) werd op Campus Vesta PFAS-houdend blusschuim gebruikt in de periode 2001-2007. Een eerste reeks van simulaties voor PFOS-uitloging werd daarom uitgevoerd voor de periode 2001- september 2022. In het model werd PFOS geïnjecteerd in de bovenste bodemlaag via de neerslag voor de periode 2001-2007 aan een concentratie van $0.014 \mu\text{g}/\text{cm}^3$. Voor de periode 2008-2022 werd de PFOS-concentratie in het regenwater gehalveerd naar $0.007 \mu\text{g}/\text{cm}^3$. De waarden zijn een ruwe schatting waarbij getracht werd de gemeten PFOS-concentraties in het bodemprofiel in september 2022 zo goed als mogelijk te benaderen. Volgens het verkennend bodemonderzoek werd PFOS-houdend blusschuim enkel gebruik tot 2007. Uit een studie van Baduel et al., (2015) blijkt echter dat PFOS ook sterk adsorbeert aan het betonnen oppervlak van een blusplaat (case-study uitgevoerd in Queensland, Australië), waardoor deze tot 25 jaar na het uitschillen van PFOS-houdend blusschuim nog steeds als PFOS-bron kan worden beschouwd. Deze extra PFOS-input voor de periode 2008-2022 was ook nodig om de gemeten concentraties te benaderen.

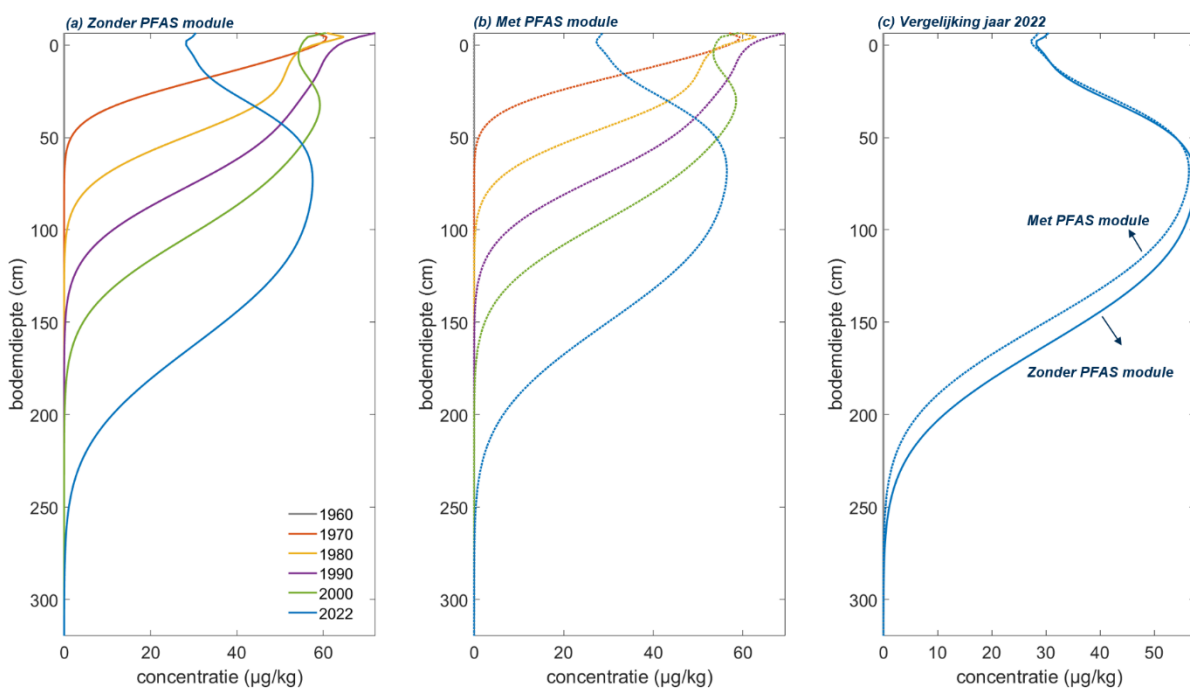
Figuur 7.9.1 toont de evolutie van geadsorbeerde PFOS-concentraties doorheen het bodemprofiel, voor de simulaties met en zonder PFAS-module voor de periode 2001-2022.

De figuur toont twee belangrijke zaken aan. Ten eerste is het verschil in concentraties tussen de simulaties zonder (7.9.1a) en met PFAS-module (7.9.1b) relatief beperkt. Ten tweede wordt duidelijk dat na 40 jaar de gemodelleerde PFOS-piek zich op slechts 50 cm diepte bevindt. Gezien de hoge concentraties die gemeten werden in het grondwater lijkt het gesimuleerde scenario niet realistisch. Daarom werden twee extra 'reconstructie'-scenario uitgevoerd.



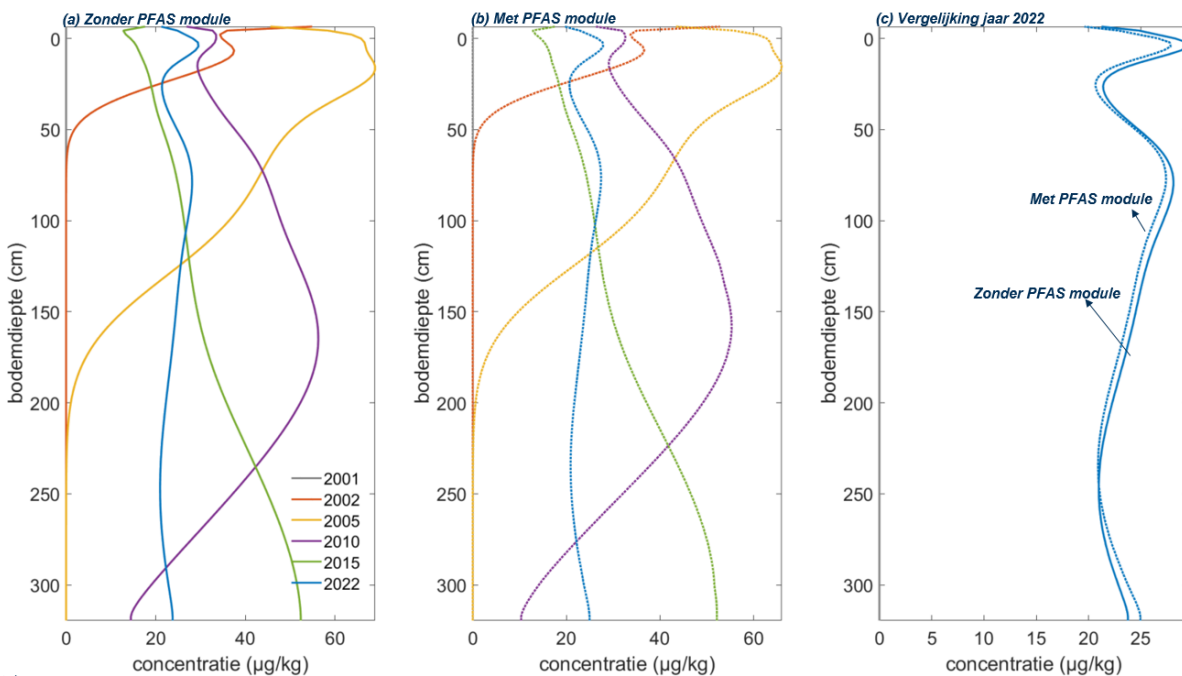
Figuur 7.9.1: Gesimuleerde evolutie van de PFOS concentraties voor de periode 2001-2022 ter hoogte van de blusplaat (Campus Vesta) (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFAS-concentraties na 40 jaar.

In een tweede simulatie werd het aantal gesimuleerde jaren uitgebreid en begon de simulatie vanaf 1960. Zoals vermeld in paragraaf 3.1.1 werden terreinen in de periode 1952-1992 gebruikt als Britse militaire basis. Op de basis was ook een brandweerkazerne gehuisvest. Mogelijks werd daar ook al PFAS-houdend blusschuim gebruikt en begon de verontreiniging dus vroeger dan 2001. Figuur 7.9.2 toont de evolutie van PFOS-concentraties waarbij de verontreiniging begon vanaf 1960. De figuur toont aan dat de PFOS-piek zich dieper in het bodemprofiel bevindt ten opzichte van de simulaties in Figuur 7.9.1. Toch is een periode van 62 jaar niet genoeg om uitloging van PFOS naar het grondwater te veroorzaken.



Figuur 7.9.2: Gesimuleerde evolutie van de PFOS-concentraties voor de periode 1960-2022 ter hoogte van de blusplaat (Campus Vesta) (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFAS-concentraties na 62 jaar.

Bij een derde simulatie-scenario werd nagegaan welke omstandigheden dan nodig zijn om PFOS toch naar het grondwater te laten uitlogen, zoals geobserveerd tijdens de metingen. Daarbij werd geëxperimenteerd met de dagelijkse neerslaghoeveelheid. Figuur 7.9.3 toont simulaties gelijkaardig als in figuur 7.9.1 maar de dagelijkse neerslag werd vermenigvuldigd met 10. Dit is geen realistische simulatie, maar toont wel duidelijk aan dat een extra waterflux nodig is om PFOS in het grondwater te krijgen. Dit 'flush-effect' kan mogelijks veroorzaakt worden door grote hoeveelheden bluswater die naast de plusplaat terechtkomen en zo het uitlooggedrag van PFOS naar het grondwater versterken. Wellicht zijn de hoge PFOS-concentraties waargenomen te Campus Vesta in grote mate te verklaren door diffuse verontreiniging. De beperkte staalname laat echter niet toe om deze hypothese verder uit te klaren.



Figuur 7.9.3: Gesimuleerde evolutie van de PFOS concentraties voor de periode 1960-2022 ter hoogte van de blusplaat (Campus Vesta), maar waarbij dagelijkse neerslaghoeveelheden vermenigvuldigd zijn met een factor 10 (a) Simulaties zonder PFAS-module, (b) simulaties met PFAS-module en (c) vergelijking van de gesimuleerde PFAS-concentraties na 62 jaar