

# STUDIE NAAR PFAS IN DE OMGEVINGSLUCHT EN DEPOSITIES IN DE OMGEVING VAN INDAVER EN STABROEK 2023

Jan Peters, Patrick Berghmans, Griet Jacobs, Stefan Voorpoels, Maarten Spruyt, Nic Moonen, Diane Bertels, Nady Hufkens, Ellen Poelmans, Masha Van Deun, Aline Reis de Carvalho

2023/HEALTH/R/3047

November 2023



---

**VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB







---

**INHOUD**

<b>HOOFDSTUK 1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
1.1. SITUERING .....	1
1.1.1. <i>Aanleiding</i> .....	1
1.1.2. <i>Welk milieucompartiment werd bestudeerd?</i> .....	1
1.2. ONDERZOEKSVRAGEN .....	2
1.3. OPBOUW VAN HET RAPPORT .....	2
<b>HOOFDSTUK 2. MEETOPZET VOOR DE BEPALING VAN PFAS IN OMGEVINGSLUCHT .....</b>	<b>3</b>
2.1. INTRODUCTIE .....	3
2.2. POLLUENT .....	3
2.3. BEMONSTERING.....	3
2.3.1. <i>Apparatuur</i> .....	3
2.3.2. <i>Meetlocaties</i> .....	4
2.3.3. <i>Meetduur</i> .....	6
2.4. ANALYSEMETHODES.....	6
2.4.1. <i>Monsterpreparatie en analyse</i> .....	6
2.4.2. <i>Overzicht van PFAS-verbindingen</i> .....	7
2.4.3. <i>Kwaliteitscontrole analyse</i> .....	8
2.4.4. <i>Detectielimiet</i> .....	8
<b>HOOFDSTUK 3. MEETOPZET VOOR DE BEPALING VAN PFAS IN DEPOSITIES .....</b>	<b>9</b>
3.1. INTRODUCTIE .....	9
3.2. BEMONSTERING.....	9
3.2.1. <i>Depositie</i> .....	9
3.2.2. <i>Depositiekruik</i> .....	9
3.2.3. <i>Meetlocaties</i> .....	11
3.2.4. <i>Meetduur</i> .....	11
3.3. ANALYSEMETHODES.....	11
3.3.1. <i>Opwerking van de stalen</i> .....	11
3.3.2. <i>Instrumentele analyse</i> .....	12
3.3.3. <i>Kwaliteitscontrole analyse</i> .....	12
3.3.4. <i>Detectielimiet en veldblanco's</i> .....	12
<b>HOOFDSTUK 4. RAPPORTERING VAN RESULTATEN .....</b>	<b>14</b>
4.1. RAPPORTERING VAN DE MEETRESULTATEN VOOR OMGEVINGSLUCHT EN DEPOSITIES .....	14
<b>HOOFDSTUK 5. METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE MEETCAMPAGNE .....</b>	<b>15</b>
5.1. METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE MEETCAMPAGNE.....	15
<b>HOOFDSTUK 6. ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE MEETRESULTATEN .....</b>	<b>17</b>
6.1. OMGEVINGSLUCHT .....	17
6.1.1. <i>Detectielimieten</i> .....	17
6.1.2. <i>Veldblanco's</i> .....	17
6.1.3. <i>Concentraties van de somparameters voor omgevingslucht</i> .....	18
6.2. DEPOSITIE.....	22
6.2.1. <i>Detectielimieten</i> .....	22
6.2.2. <i>Veldblanco's</i> .....	22
6.2.3. <i>PFAS-gehalte in depositie</i> .....	22
<b>HOOFDSTUK 7. BESPREKING MEETRESULTATEN OMGEVINGSLUCHT .....</b>	<b>26</b>
7.1. TIJDELIJK TOETSINGSKADER .....	26
7.2. BEOORDELING VAN DE MEETRESULTATEN.....	27
7.2.1. <i>Toetsing aan het tijdelijk toetsingskader</i> .....	27

---

7.2.2.	<i>EFSA-componenten i.f.v. de afstand</i> .....	28
7.2.3.	$\Sigma$ <i>PFAS concentratie tussen meetlocaties</i> .....	28
7.3.	VERLOOP VAN DE PFAS-CONCENTRATIES IN OMGEVINGSLUCHT IN FUNCTIE VAN DE TIJD .....	28
7.4.	VERGELIJKING PFAS CONCENTRATIES IN OMGEVINGSLUCHT MET DE MEETCAMPAGNE 2022 .....	29
7.5.	BELANGRIJKSTE CONCLUSIES .....	29
<b>HOOFDSTUK 8. BESPREKING MEETRESULTATEN DEPOSITIE .....</b>		<b>31</b>
8.1.	ALGEMENE BEOORDELING VAN DE GEMIDDELDE DEPOSITIE .....	31
8.1.1.	<i>Deposities op de verst afgelegen meetlocatie van Indaver</i> .....	31
8.1.2.	<i>Depositie in functie van de afstand tot Indaver</i> .....	31
8.2.	DEPOSITIE PER MAAND.....	31
8.3.	VERGELIJKING VAN DE DEPOSITIES IN 2022 EN 2023 .....	32
8.4.	DEPOSITIES VERSUS CONCENTRATIES .....	32
<b>HOOFDSTUK 9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>		<b>33</b>
9.1.	BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN DIT ONDERZOEK .....	33
<b>REFERENTIES.....</b>		<b>35</b>
<b>BIJLAGE.....</b>		<b>36</b>
	INTERPRETATIE VAN DE WINDROOS .....	36
	LIJST VAN DE GEANALYSEERDE WAC-SCOPE PFAS VERBINDINGEN .....	37

---

**LIJST VAN TABELLEN**

TABEL 1: SPECIFICATIES VAN DE BEMONSTERAAR VOOR OMGEVINGSLUCHT .....	4
TABEL 2: OVERZICHT VAN DE MEETLOCATIES .....	5
TABEL 3: SITUERING VAN DE MEETLOCATIES T.O.V. DE WERFZONE: AFSTAND EN WINDRICHTING.....	5
TABEL 4: OVERZICHT VAN DE START- EN STOPDATUM VAN DE BEMONSTERINGEN VAN DE OMGEVINGSLUCHT.....	6
TABEL 5: OVERZICHT VAN DE DETECTIELIMIETEN (DL) VOOR PFAS METINGEN VAN FILTER EN PUF BEMONSTERINGSFRACTIES VAN DE OMGEVINGSLUCHT. ....	8
TABEL 6: OVERZICHT VAN DE BEMONSTERINGSPERIODES MET DE DEPOSITIEKRIJVEN.....	11
TABEL 7: METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE BEMONSTERING.....	15
TABEL 8: OVERZICHT VAN DE MEETRESULTATEN VAN DE VELDBLANCO'S TIJDENS DE BEMONSTERING VAN DE OMGEVINGSLUCHT.....	17
TABEL 9: GEMIDDELTE CONCENTRATIES (NG/M <sup>3</sup> ) VAN DE ΣPFAS EN EFSA-PFAS VOOR DE MONITORINGSPERIODE OP DE VIER MEETLOCATIES.....	18
TABEL 10: OVERZICHT VAN DE SAMENSTELLING VAN DE GEMIDDELTE ΣPFAS CONCENTRATIES (NG/M <sup>3</sup> ) IN OMGEVINGSLUCHT O.B.V. HET PROCENTUEEL AANDEEL (%) VAN VERSCHILLENDE KLASSEN VAN PFAS-VERBINDINGEN.....	20
TABEL 11: BIJDRAGE VAN KORTE EN LANGE PFCAS EN PFSAS AAN DE TOTALE PFAS CONCENTRATIE.....	20
TABEL 12: CONCENTRATIES VAN DE BELANGRIJKSTE PFAS IN OMGEVINGSLUCHT (IN NG/M <sup>3</sup> ) .....	21
TABEL 13: GEMIDDELTE DEPOSITIE IN NG/M <sup>2</sup> /DAG VOOR DE ΣPFAS EN EFSA-PFAS OP VIER MEETLOCATIES OVER 6 MAANDEN (MAART T/M AUGUSTUS, 2023).....	22
TABEL 14: OVERZICHT VAN DE SAMENSTELLING VAN DE GEMIDDELTE ΣPFAS DEPOSITIE EN HET PROCENTUEEL AANDEEL (%) VAN VERSCHILLENDE KLASSEN VAN PFAS-VERBINDINGEN. ....	25
TABEL 15: BIJDRAGE VAN ULTRAKORTE, KORTE EN LANGE PFCAS EN PFSAS AAN DE ΣPFAS DEPOSITIE. ....	25
TABEL 16: CONCENTRATIES VAN DE BELANGRIJKSTE PFAS IN DE DEPOSITIE (IN NG/M <sup>2</sup> /DAG). ....	25
TABEL 17: GEMIDDELTE CONCENTRATIE (IN NG/M <sup>3</sup> ) VAN EFSA-PFAS EN PFBA IN DE OMGEVINGSLUCHT TIJDENS DE MEETCAMPAGNES VAN 2022 EN 2023.....	29
TABEL 18: GEMIDDELTE ΣPFAS EN EFSA-PFAS DEPOSITIES TIJDENS DE MEETCAMPAGNES VAN 2022 EN 2023. ....	32

---

## LIJST VAN FIGUREN

FIGUUR 1: WEERGAVE VAN PFAS-EMISSIONS NAAR DE LUCHT, VERSPREIDING NAAR DE RUIMERE OMGEVING EN DEPOSITIE. ....	1
FIGUUR 2: FOTO VAN DE BEMONSTERAAR. OMGEVINGSLUCHT WORDT VIA DE TSP-BEMONSTERINGSKOP BOVENAAN AANGEZOGEN, DOOR EEN FILTER EN PUF WAAR RESPECTIEVELIJK STOFVORMIGE DEELTJES EN GASVORMIGE STOFFEN OP ACHTER BLIJVEN. ....	4
FIGUUR 3: OVERZICHT VAN DE MEETLOCATIES VOOR OMGEVINGSLUCHT IN HET STUDIEGEBIED.....	5
FIGUUR 4: AFMETINGEN VAN DE BERGERHOFF NEERSLAGKRIJK EN OPSTELLING IN HET VELD. ....	10
FIGUUR 5: OPSTELLING MET DRIE BERGERHOFF-NEERSLAGKRIJKEN IN EEN HOUDER MET VOGELSCHEM OP PAAL. ....	10
FIGUUR 6: WINDROOS (OP BASIS VAN DATA VAN HET METEOSTATION STABROEK) VOOR DE HELE BEMONSTERINGSCAMPAGNE (EXTRA INFORMATIE OVER DE OPBOUW VAN DE WINDROOS IS GEGEVEN IN DE BIJLAGE.....	16
FIGUUR 7: GEMIDDELDE $\Sigma$ PFAS EN EFSA-PFAS CONCENTRATIES OP DE VIER MEETLOCATIES. ....	18
FIGUUR 8: VERLOOP VAN DE $\Sigma$ PFAS CONCENTRATIE IN DE TIJD OP DE VIER MEETLOCATIES. ....	19
FIGUUR 9: VERLOOP VAN DE EFSA-PFAS CONCENTRATIE IN DE TIJD OP DE VIER MEETLOCATIES. ....	19
FIGUUR 10: GEMIDDELDE $\Sigma$ PFAS EN EFSA-PFAS DEPOSITIES OP DE VIER MEETLOCATIES. ....	23
FIGUUR 11: TIJDSVERLOOP VAN DE $\Sigma$ PFAS DEPOSITIES.....	24
FIGUUR 12: TIJDSVERLOOP VAN DE EFSA-PFAS DEPOSITIES.....	24
FIGUUR 13: GEMIDDELDE CONCENTRATIE VAN DE EFSA-COMPONENTEN IN OMGEVINGSLUCHT OP DE 4 MEETLOCATIES (MEETPERIODE VAN 12 WEKEN) T.O.V. DE EFSA-TOETSINGSWAARDE.....	27
FIGUUR 14: GEMIDDELDE $\Sigma$ PFAS EN PFBA CONCENTRATIES.....	28
FIGUUR 15: $\Sigma$ PFAS CONCENTRATIES EN DEPOSITIES OP MEETLOCATIE HOOGHE MAEY IN FUNCTIE VAN DE NEERSLAG, GEMETEN IN 2023. ....	32



---

**LIJST VAN AFKORTINGEN**

AQMS	Air Quality Monitoring Station (meetstation voor referentiemetingen, VMM)
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
EFSA	European Food Safety Authority
EFSA-componenten en EFSA-PFAS	Som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS
GAW	Gezondheidskundige advieswaarde
HQ	Hazard quotient
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
LC	Liquid chromatography
LOD	Limit of detection
LOQ	Limit of quantification
MS	Massa spectrometrie
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PFAS	Poly (gedeeltelijk)- of per (volledig)- fluoralkylstoffen (afkorting van individuele PFAS-verbindingen die bestudeerd werden zijn gegeven in tabellen in Bijlagen)
PM	Particulate matter
PP	Polypropyleen
PUF	Polyurethane Foam (PUF) Tubes
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals
RG	Rapporteergrens
SPE	Solid-phase extraction
TSP	Total Suspended Particles (totaal stof)
TWI	Tolerable weekly intake
UPLC	Ultra Performance Liquid Chromatography
XAD	Absorbens



## HOOFDSTUK 1. INLEIDING

### 1.1. SITUERING

#### 1.1.1. AANLEIDING

Rond PFAS is er bezorgdheid over de mogelijke blootstelling in de directe omgeving van de woonzone, windafwaarts van de site van Indaver. De vraag is of en in welke mate er een risico op blootstelling aan PFAS ontstaat voor mensen die in de omgeving wonen of verblijven.

#### 1.1.2. WELK MILIEUCOMPARTIMENT WERD BESTUDEERD?

Deze studie is specifiek gericht op PFAS in de lucht.

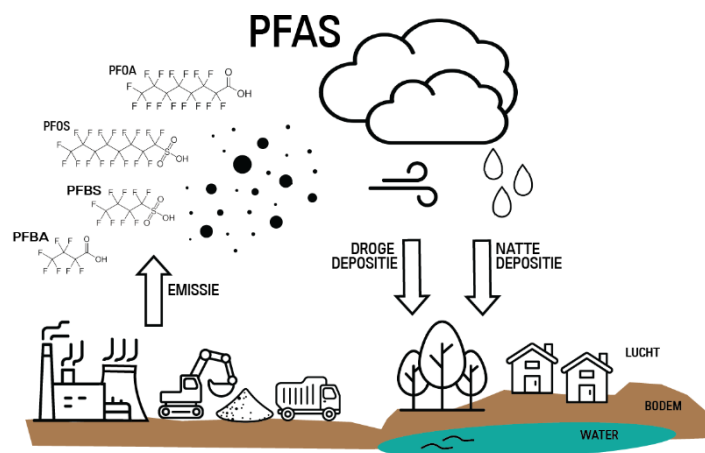
Hiervoor zijn de volgende termen en processen belangrijk (zie Figuur 1):

- Emissie: hoe komen de PFAS in de lucht;
- Concentratie: hoeveel PFAS zit er in de lucht;
- Depositie: hoe komen de PFAS op de bodem terecht.

Bepaalde processen en activiteiten kunnen aanleiding geven tot emissies van PFAS (en andere stoffen) naar de lucht. Afhankelijk van het proces kunnen de emissies geleid zijn, bv. via een schouw of een andere puntbron. Daarnaast kunnen emissies ook diffuus zijn wanneer deze niet uit een puntbron uitgestoten worden. Een voorbeeld hiervan zijn bv. stofemissies naar de lucht tijdens grondverzet.

De uitstoot van PFAS naar de omgevingslucht geeft aanleiding tot een hoeveelheid PFAS in de lucht, de PFAS-concentratie (uitgedrukt in  $\text{ng}/\text{m}^3$ ). Algemeen zijn de concentraties hoger dicht bij de emissiebron, en nemen ze af met toenemende afstand van de bron door verdunning.

De PFAS komen uiteindelijk op de bodem terecht door depositie (uitgedrukt in  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{dag}$ ). Depositie kan plaatsvinden in de vorm van natte en droge depositie. Natte depositie is de aanvoer van stoffen via neerslagwater (regen, sneeuw en hagel). Droge depositie gebeurt door het rechtstreeks afzetten van een verontreinigende stof vanuit de lucht op een oppervlak via sedimentatie (zwaartekracht), diffusieprocessen of turbulentie (impactie en interceptie).



Figuur 1: Weergave van PFAS-emissies naar de lucht, verspreiding naar de ruimere omgeving en depositie.

In deze studie werd een meetnet opgebouwd om enerzijds de PFAS concentraties in omgevingslucht te bepalen, en anderzijds de PFAS in de deposities.

PFAS is een zeer omvangrijke groep van stoffen. In dit onderzoek wordt een selectie van PFAS-verbindingen geanalyseerd, nl. deze die momenteel in de WAC-scope zitten (zie WAC scope, [https://reflabos.vito.be/2024/WAC\\_IV\\_A\\_025.pdf](https://reflabos.vito.be/2024/WAC_IV_A_025.pdf) en Bijlage). Meetresultaten worden bekomen voor al deze individuele verbindingen. De resultaten voor 6:2 FTS worden echter niet gerapporteerd wegens de grote onzekerheid op het meetresultaat.

### 1.2. ONDERZOEKSVRAGEN

Dit project heeft tot doel om via metingen van PFAS in de omgevingslucht en depositie meer inzicht te krijgen in bepaalde blootstellingswegen waarlangs PFAS vanuit het milieu in het menselijk lichaam kunnen terecht komen.

In lijn met de doelstelling van deze opdracht kunnen volgende onderzoeksvragen worden geformuleerd:

1. Wat zijn de gehalten aan PFAS in de omgevingslucht en depositie in het onderzoeksgebied?
2. Welke zijn de meest voorkomende PFAS-verbindingen in omgevingslucht en depositie?
3. Kunnen verschillen in de belasting met PFAS in het onderzoeksgebied verklaard worden?
4. Liggen de PFAS-concentraties beneden de gezondheidskundige toetsingswaarden?
5. Welke beleidsaanbevelingen kunnen geformuleerd worden?

### 1.3. OPBOUW VAN HET RAPPORT

Dit onderzoek werd uitgevoerd door VITO, voor zowel de bemonsteringen, de analyses en verwerking interpretatie van de meetgegevens. In dit rapport worden de resultaten voorgesteld van een meetcampagne die uitgevoerd werd gedurende 6 maanden in 2023. In 2022 werd een gelijkaardig onderzoek uitgevoerd (zie rapport 2023/HEALTH/R/2918).

In de rapportering wordt de opdeling naar bemeten matrix (omgevingslucht en depositie) deels behouden. In HOOFDSTUK 2 en HOOFDSTUK 3 wordt de meetopzet besproken voor de bemonstering en analyse van respectievelijk omgevingslucht en deposities. In HOOFDSTUK 4 wordt besproken hoe de meetresultaten gerapporteerd worden. In HOOFDSTUK 5 wordt de meetcampagne gekarakteriseerd voor wat betreft de meteorologische omstandigheden waaronder de monsterneming heeft plaats gevonden.

In HOOFDSTUK 6 worden de meetresultaten weergegeven, zowel voor omgevingslucht als voor depositie. Hier wordt nagegaan welke de belangrijkste PFAS-verbindingen zijn die in beide matrices wordt teruggevonden, en wat de gemiddelde concentraties zijn op de verschillende meetlocaties over de looptijd van de meetcampagne. In HOOFDSTUK 7 worden de PFAS-concentraties in omgevingslucht meer in detail besproken. In HOOFDSTUK 8 worden de PFAS-gehalten in de deposities verder toegelicht. De belangrijkste conclusies van dit onderzoek worden besproken in HOOFDSTUK 9.

## HOOFDSTUK 2. MEETOPZET VOOR DE BEPALING VAN PFAS IN OMGEVINGSLUCHT

---

### 2.1. INTRODUCTIE

In dit hoofdstuk bespreken we de meetopzet voor de bepaling van PFAS in omgevingslucht. In Hoofdstuk 3 komt de meetopzet voor depositie aan bod. De opdracht omvat de uitvoering van een monitoringsprogramma om de PFAS-concentratie in de omgevingslucht te bepalen op verschillende locaties rondom de verbrandingsinstallatie van Indaver te Antwerpen. Het monitoringsprogramma is erop gericht om via immissieonderzoek de PFAS-concentratie te bepalen in de buitenlucht om zo de humane blootstelling te kunnen evalueren.

Momenteel is er geen bemonsteringsmethode specifiek voor PFAS vastgelegd in de milieuwetgeving. Er werd gebruik gemaakt van dezelfde meetopzet zoals deze is toegepast geweest rondom de 3M site (zie VITO rapport 2022/HEALTH/R/2680 “Studie naar PFAS in lucht en deposities in de omgeving van 3M en Zwijldrecht”) en ook in de studie van 2022 in het studiegebied rond Indaver werd toegepast.

### 2.2. POLLUENT

PFAS is een zeer uitgebreide groep van stoffen, die zowel in vaste als in gasfase kunnen voorkomen. In dit rapport wordt de bemonstering en resultaten van de **PFAS in omgevingslucht**<sup>1</sup> besproken waarbij zwevendstof (deeltjesfractie, PM) en de gasfase afzonderlijk werden bemonsterd op respectievelijk filter en PUF medium. Beide fracties werden nadien samengeteld om de totale concentratie te berekenen (vaste fase op filter, gasfase op PUF).

In dit onderzoek wordt een selectie van PFAS-verbindingen geanalyseerd (zie WAC scope, [https://reflabos.vito.be/2024/WAC\\_IV\\_A\\_025.pdf](https://reflabos.vito.be/2024/WAC_IV_A_025.pdf) en Bijlage). Meetresultaten worden bekomen voor al deze individuele verbindingen. De resultaten voor 6:2 FTS worden niet gerapporteerd wegens de grote onzekerheid op het meetresultaat.

Uit deze lijst wordt extra aandacht besteed aan een welbepaalde selectie, met name PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS, aangezien de som van deze kunnen geïnterpreteerd worden vanuit het tijdelijk toetsingskader. Naar de sommatie-parameter van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS wordt verwezen als “EFSA-componenten” of “EFSA-PFAS”, waarbij EFSA verwijst naar de European Food Safety Authority (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>)<sup>2</sup> die een TWI-waard<sup>3</sup> voor orale blootstelling heeft opgesteld op basis van deze sommatie parameter (EFSA-componenten).

### 2.3. BEMONSTERING

#### 2.3.1. APPARATUUR

Voor het meten van PFAS in de omgevingslucht wordt gebruik gemaakt van een actieve bemonstering op filter en PUF (Tabel 1, Figuur 2), met een toestel dat 3,5 tot 4,5 m<sup>3</sup>/u bemonstert en uitgerust is met een TSP-kop (die quasi alle zwevende deeltjes doorlaat).

---

<sup>1</sup> PFAS in omgevingslucht betreft in deze studie de PFAS in zwevend stof en de gasfase.

<sup>2</sup> EFSA, 2020. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. European Food Safety Authority Journal 18, 6223. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6223

<sup>3</sup> Tolerable weekly intake: hoeveelheid per eenheid lichaamsgewicht waaronder men bij levenslange blootstelling geen nadeling effecten verwacht

Het stof wordt opgevangen op een kwartsvezelfilter (Sartorius Grade T293, lot 3914). Er wordt een gekend volume lucht aangezogen door de filter en de PUF, die achter elkaar gemonteerd zijn. De stoffractie blijft achter op de filter, terwijl de vluchtige fractie op de PUF geïncubated wordt. Op basis van de samengetelde hoeveelheid PFAS die op filter en PUF gemeten werd (uitgedrukt in ng/filter of ng/PUF per geanalyseerde PFAS-verbinding) en het bemonsterde volume lucht (wordt geregistreerd met gasteller), wordt de PFAS **massaconcentratie** berekend, uitgedrukt in ng PFAS per m<sup>3</sup> lucht, verkort weergegeven als **ng/m<sup>3</sup>**.

Tabel 1: Specificaties van de bemonsteraar voor omgevingslucht.

<b>Voorafscheider</b>	Geen, TSP bemonstering
<b>Filter</b>	Kwartsvezelfilter (Sartorius Grade T293)
<b>PUF</b>	Methanol pre-cleaned
<b>Bemonsteringsdebiet</b>	Ca. 3,5 tot 4,5 m <sup>3</sup> /u

De filters en PUFs werden periodiek naar het labo gebracht waar ze worden geëxtraheerd en daarna geanalyseerd op aanwezigheid van PFAS met LC-MS/MS (zie onder).

De gemeten hoeveelheid PFAS (in ng/monster) wordt gedeeld door het bemonsterde volume lucht om de **massaconcentratie** te berekenen, uitgedrukt in ng PFAS per m<sup>3</sup> lucht, verkort weergegeven als **ng/m<sup>3</sup>**.

Voor de bemonstering van omgevingslucht werd een fijnstofbemonsteraar van het type PUF high volume sampler van TISCH Environmental gebruikt.



Figuur 2: Foto van de bemonsteraar. Omgevingslucht wordt via de TSP-bemonsteringskop bovenaan aangezogen, door een filter en PUF waar respectievelijk stofvormige deeltjes en gasvormige stoffen op achter blijven.

### → Veldblanco

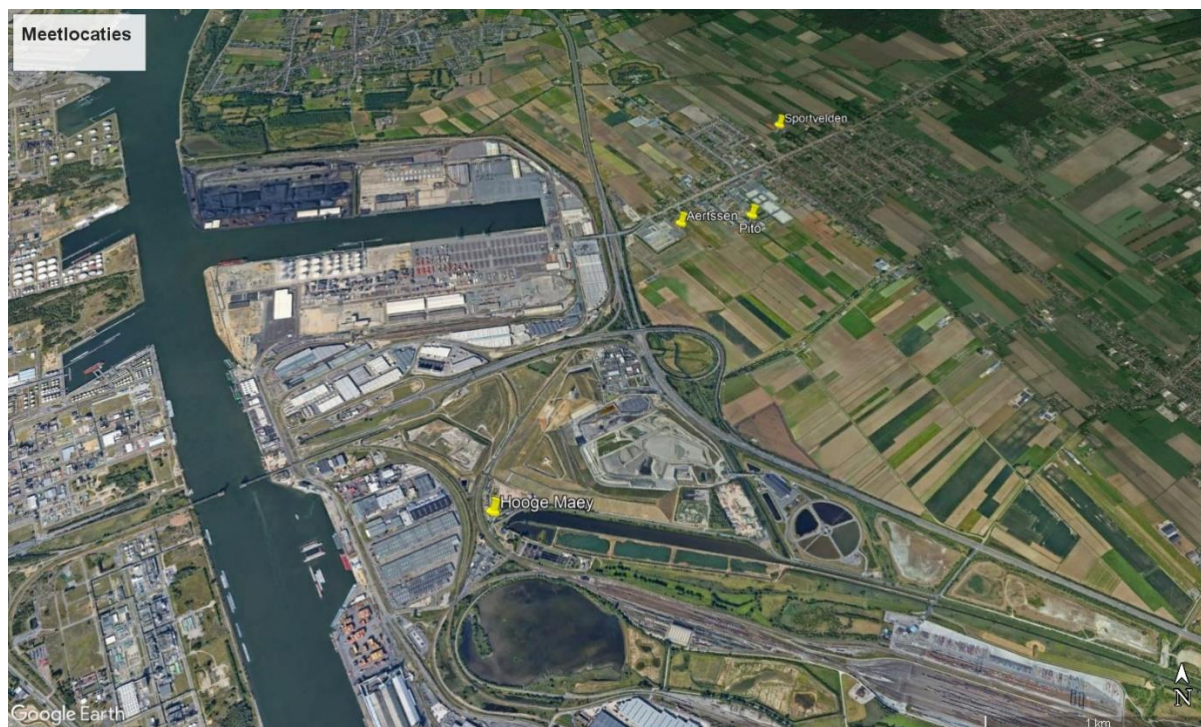
Gespreid over de volledige looptijd van de meetcampagne, werden veldblanco's voorzien. Veldblanco's zijn filters en PUFs die op dezelfde manier gehanteerd worden als de te bemonsteren filters en PUFs (voorbereiding, transport) en gedurende de bemonsteringsperiode afgesloten bewaard worden ter plaatse, zonder ze te bemonsteren. Veldblanco's worden meegenomen in de kwaliteitscontrole om bv. contaminaties op te sporen.

### 2.3.2. MEETLOCATIES

Er werd gemeten op 4 meetlocaties (Tabel 2 en Figuur 3). De vier meetlocaties zijn tijdelijke meetlocaties in de omgeving van Indaver en Stabroek. De meetlocaties zijn gekozen o.b.v. een inverse modellering en werden geselecteerd binnen de mogelijke invloedssfeer van van Indaver.

Tabel 2: Overzicht van de meetlocaties.

Code	Naam	Adres
HoogeMaey	Intercommunale Hooge Maey	Moerstraat 1, 2030 Antwerpen
Aertsen	Aertssen Group NV	Laageind 91, 2940 Stabroek
PITO	School PITO	Laageind 19, 2940 Stabroek
Sportvelden	Sportcomplex Stabroek	Sportweg 1, 2940 Stabroek



Figuur 3: Overzicht van de meetlocaties voor omgevingslucht in het studiegebied.

De meetlocaties bevinden zich op verschillende afstand en oriëntatie t.o.v. Indaver. De meetlocaties HoogeMaey en Aertssen bevinden zich het dichtst bij Indaver (resp. ongeveer 1,2 km ten ZW en 1,3 km ten NNO) (Tabel 3). De meetlocaties PITO en Sportvelden bevinden zich op 1,5 tot 2,7 km ten NO.

Tabel 3: Situering van de meetlocaties t.o.v. de werfzone: afstand en windrichting.

Naam	Situering t.o.v. Indaver*
HoogeMaey	1200 m ten ZW
Aertssen	1300 m ten NNO
PITO	1500 m ten NO
Sportvelden	2700 m ten NO

\* indicatie Indaver op "Googlemaps" als startpunt genomen om afstand te bepalen.

De meetlocaties liggen min of meer op een ZW-NO as ten opzicht van de installatie van Indaver. Bij wind uit NO ligt meetlocatie Hooge Maey windafwaarts, terwijl de andere locaties windopwaarts liggen t.o.v. Indaver. Omgekeerd, bij wind uit ZW, ligt de meetlocatie Hooge Maey windopwaarts, en de andere meetlocaties windafwaarts t.o.v. Indaver, op verschillende afstand.



**2.3.3. MEETDUUR**

De bemonstering van omgevingslucht ging van start op 8/03/2023 en liep tot 23/08/2023.

Er werden twaalf opeenvolgende bemonsteringen uitgevoerd (Tabel 4) van telkens 14 dagen. Per bemonsteringsperiode is het meetresultaat de gemiddelde concentratie (ng/m<sup>3</sup>) tussen start- en stopdatum. De wissels werden meestal in de voormiddag uitgevoerd (tussen 9 en 11u).

Tabel 4: Overzicht van de start- en stopdatum van de bemonsteringen van de omgevingslucht.

Periode	Startdatum	Stopdatum
week 1+2	08/03/2023	22/03/2023
week 3+4	22/03/2023	05/04/2023
week 5+6	05/04/2023	19/04/2023
week 7+8	19/04/2023	03/05/2023
week 9+10	03/05/2023	16/05/2023
week 11+12	16/05/2023	31/05/2023
week 13+14	31/05/2023	14/06/2023
week 15+16	14/06/2023	28/06/2023
week 17+18	28/06/2023	13/07/2023
week 19+20	13/07/2023	26/07/2023
week 21+22	26/07/2023	10/08/2023
week 23+24	10/08/2023	23/08/2023

**2.4. ANALYSEMETHODES****2.4.1. MONSTERPREPARATIE EN ANALYSE**

Een kwart van de filter wordt in een polypropyleen (PP) centrifugebuis gebracht. Hieraan wordt 10 mL basische methanol toegevoegd en een gekende hoeveelheid van de interne standaard (+/- 4 ng). Dit wordt gedurende 1 uur gesoniceerd. Het extract van de filter wordt ingedampt tot 2mL. Na het verwijderen van het restmateriaal door centrifuge, wordt het extract verder ingedampt tot 500µL. Dit wordt aangelengd met 500 µL ultrapuur water. Van het extract wordt 10 µL in de LC-MS geïnjecteerd. De instrumentele analyse wordt uitgevoerd door middel van Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) gekoppeld aan een Waters Xevo TQ-S tandemmassaspectrometer (LC-MS/MS). Kwantificering van de PFAS-verbindingen gebeurt met de interne standaardmethode. De analyse wordt uitgevoerd conform WAC\_IV\_A\_025<sup>4</sup>.

De PUF wordt in een beker gebracht en hieraan wordt 450 mL methanol toegevoegd. De PUF wordt gedurende 2 uur gesoniceerd, om het kwartier wordt de PUF leeg geduwd mbv een stamper. Daarna wordt de PUF uit de beker verwijderd en opnieuw leeggeduwd met een stamper. De juiste hoeveelheid methanol wordt bepaald dmv weging. 1/10 deelstaal van dit methanolextract wordt ingedampt met turbovap tot ca 2ml en overgebracht in een PP-buis van 15ml, nagespoeld en opnieuw ingedampt tot 5ml. Na een opzuivering over Envicarb wordt het extract verder ingedampt tot 500µL. Dit wordt aangelengd met 500 µL methanol. Van het extract wordt 10 µL in de LC-MS geïnjecteerd. De instrumentele analyse wordt uitgevoerd door middel van Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) gekoppeld aan een Waters Xevo TQ-S tandemmassaspectrometer (LC-MS/MS). Kwantificering van de PFAS-verbindingen gebeurt met de interne standaardmethode. De analyse wordt uitgevoerd conform WAC\_IV\_A\_025.

<sup>4</sup> [https://reflabos.vito.be/2022/WAC\\_IV\\_A\\_025.pdf](https://reflabos.vito.be/2022/WAC_IV_A_025.pdf)



### 2.4.2. OVERZICHT VAN PFAS-VERBINDINGEN

In de WAC-scope worden 50 PFAS-verbindingen gemeten, waarvan enkele indicatief (zie Bijlage). In de validatie van de analysemethode werd de meetonzekerheid  $U$  ( $k=2$ ) van de methode bepaald. Hieruit blijkt dat een aantal verbindingen slechts indicatief kunnen gemeten worden (= meetonzekerheid >50%).

Voor een aantal PFAS-verbindingen worden zowel de lineaire als de vertakte vorm geanalyseerd (PFOA, PFHxS, PFOS, PFHxSA, PFOSA, MePFOSA, EtPFOSA, MePFOSAA en EtPFOSAA).

In de meetresultaten wordt daarom voor deze verbindingen een onderscheid gemaakt tussen de concentratie van de lineaire vorm ("L"-prefix; bv. L-PFOS) en de concentratie van de lineaire en vertakte vorm samen (totaal, prefix "T", bv. T-PFOS). In dit rapport wordt steeds de totaal concentratie gegeven, tenzij anders aangeduid (met "L-" prefix).

Er worden twee som-parameters gerapporteerd, met name:

- EFSA-PFAS: som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS
- $\Sigma$ PFAS: totale som over alle geanalyseerde PFAS (zie Bijlage) inclusief indicatieve metingen.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen EFSA-PFAS (L) en EFSA-PFAS (T) waarbij respectievelijk de lineaire (L) en lineair + vertakte (T) vormen worden meegenomen (zonder (L) of (T) aanduiding wordt de EFSA-PFAS (T) bedoeld). Ook voor  $\Sigma$ PFAS wordt op dezelfde manier gerapporteerd over de  $\Sigma$ PFAS (L) of  $\Sigma$ PFAS (T), en  $\Sigma$ PFAS zonder toevoegsel verwijst naar  $\Sigma$ PFAS (T).

#### 2.4.3. KWALITEITSCONTROLE ANALYSE

##### → Procedure blanco

Bij elke meetreeks wordt een procedure blanco meegenomen. Eén blanco filter en één blanco PUF wordt meegenomen en doorloopt de ganse opwerking in het labo.

##### → Veldblanco

Op elk van de meetlocaties werden, gespreid over de volledige looptijd van de metingen, veldblanco's voorzien. Veldblanco's werden op dezelfde manier geanalyseerd als de bemonsterde filters en PUFs.

#### 2.4.4. DETECTIELIMIET

De detectielimieten van de analyse van de verschillende PFAS verbindingen werd afzonderlijk bepaald voor de filter- en PUF analyses. De detectielimiet van de filteranalyses is gemiddeld 0,0004 ng/m<sup>3</sup>, voor de PUF analyses gemiddeld 0,0034 ng/m<sup>3</sup>. De detectielimiet is meestal lager voor de filterfractie dan voor de PUF fractie, maar de verschillen zijn beperkt (Tabel 5). De meeste filters worden geanalyseerd met een detectielimiet van < 0,001 ng/m<sup>3</sup>, het merendeel van de PUFs bij een detectielimiet van <0,005 ng/m<sup>3</sup> (voor 23 PFAS-verbindingen) of < 0,001 ng/m<sup>3</sup> (voor 25 verbindingen). De detectielimieten liggen ruim onder de toetsingswaarde van het tijdelijk toetsingskader voor EFSA-PFAS in omgevingslucht (ondergrens 0,4 ng/m<sup>3</sup>).

Tabel 5: Overzicht van de detectielimieten (DL) voor PFAS metingen van filter en PUF bemonsteringsfracties van de omgevingslucht.

	Filter	PUF
Totaal aan PFAS-verbindingen geanalyseerd	50	50
Aantal PFAS met DL <0,001 ng/m <sup>3</sup>	45	25
Aantal PFAS met DL ≥0,001 and <0,005 ng/m <sup>3</sup>	5	23
Aantal PFAS met DL ≥0,005 ng/m <sup>3</sup>	0	2

---

## HOOFDSTUK 3. MEETOPZET VOOR DE BEPALING VAN PFAS IN DEPOSITIES

---

### 3.1. INTRODUCTIE

Het monitoringsprogramma is erop gericht om via een monitoringsnetwerk met **depositiekruiken** de PFAS-depositie te bepalen op verschillende locaties in Stabroek. De metingen van PFAS in depositie kaderen vooral in het verkrijgen van inzicht in de verspreiding van PFAS en niet in de rechtstreekse blootstelling (wat wel het geval is bij PFAS in omgevingslucht).

Momenteel is er geen bemonsteringsmethode specifiek voor de depositie van PFAS vastgelegd in de milieuwetgeving. Er werd gebruik gemaakt van bemonsteringsmethoden voor andere luchtkwaliteitsparameters waarvan verondersteld kan worden, op basis van expertise en voorbeelden uit de vakliteratuur, dat ze ook toepasbaar zijn voor PFAS.

### 3.2. BEMONSTERING

#### 3.2.1. DEPOSITIE

Depositie kan plaatsvinden in de vorm van natte en droge depositie<sup>5</sup>. De totale depositie is de som van natte en droge depositie. Natte depositie is de aanvoer van stoffen via regen, sneeuw of hagel. Natte depositie is dus het resultaat van uitregenen of uitwassen en komt dus alleen voor ten tijde van neerslag. Droge depositie is de aanvoer van gassen en deeltjes tijdens droge periodes. Droge depositie gebeurt door het rechtstreeks afzetten van een verontreinigende stof op een oppervlak. Droge depositie is het proces waarbij stoffen door diffusie (Browniaanse beweging), turbulentie (impactie en interceptie) of sedimentatie door zwaartekracht naar het oppervlak getransporteerd worden en daar (deels) opgenomen kunnen worden.

Met de meetopzet die in deze studie gebruikt is, wordt de totale depositie bemonsterd (som van droge en natte depositie). De meetmethode laat niet toe om een opdeling tussen natte en droge depositie te maken. De totale depositie (of kortweg “depositie”) wordt uitgedrukt in ng per m<sup>2</sup> per dag (ng/m<sup>2</sup>/dag), m.a.w. de massa van een bepaalde stof die per vierkante meter per dag neerslaat.

Droge depositie op de wand of de bodem van de bemonsteringskruiken (glad oppervlak van glas) is mogelijk een onderschatting van de reële droge depositie die op ruwere oppervlakken zoals bv. vegetatie voorkomt.

#### 3.2.2. DEPOSITIEKRIJK

De depositie wordt bemonsterd met behulp van depositiekruiken (type Bergerhoff<sup>6</sup>, Figuur 4). De Bergerhoff-kruik is een glazen bokaal met 9,5 cm effectieve binnendiameter, ongeveer 20 cm hoog en met 1,5 liter inhoud. Aangezien de kruik uit glas bestaat, kan ze vooraf zeer grondig worden gereinigd om lage blanco-waarden te bekomen die nodig zijn voor bepalingen op immissieniveau.

Bij de nabehandeling van de stalen waarbij o.a. wassen wordt toegepast, is een gladde glazen wand het meest geschikt voor volledige recuperatie van het staal, zonder risico van permeatie van solvent of staal in de wand.

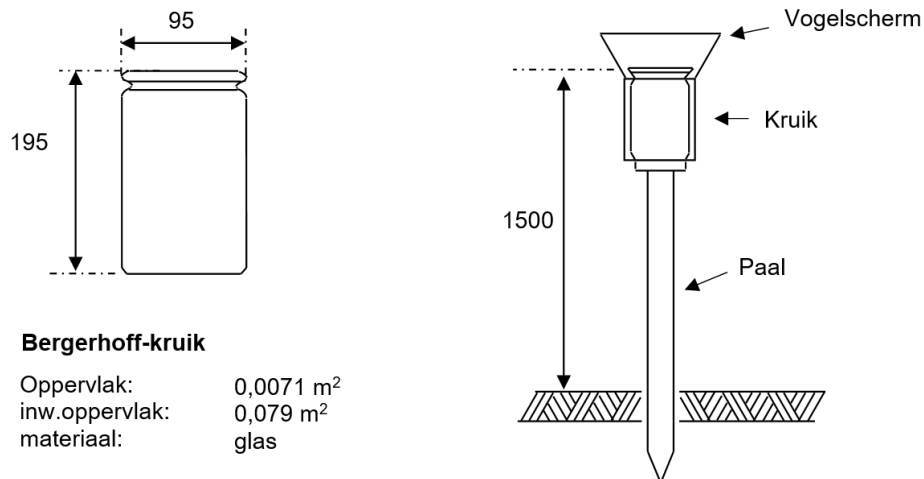
---

<sup>5</sup> zie bv. <https://www.vmm.be/woordenboek/depositie>

<sup>6</sup> De Bergerhoff-kruik wordt gebruikt voor het meten van stofneerslag, zoals voorgeschreven in de Duitse norm VDI 2119 Blatt 2. Ook in de VDI 2090 Blatt 1 “Ambient air measurement - Deposition measurement of low volatile organic compounds - Determination of PCDD/F deposition; Bergerhoff sampling device and GC/HRMS analysis” worden Bergerhoff-kruiken gebruikt.

De Bergerhoff-kruiken worden voorafgaand aan de bemonsteringen gespoeld met heet water. Nadien worden de wanden afgeveegd met behulp van een zuivere doek (om algenresten en stof te verwijderen). Nadien worden de kruiken nog eens afgespoeld onder warm water. De kruiken worden vervolgens 5x gespoeld met methanol. Na de laatste spoeling laat men de kruiken drogen aan de lucht (onder trekkast) en kunnen deze (opnieuw) gebruikt worden. De kruiken worden in triplo op de meetlocaties geplaatst, op een hoogte van ongeveer 1,5 m (zie voorbeeld in Figuur 5). Na afloop van de bemonstering worden de kruiken afgedekt met een gelabeld glazen deksel en in speciale houders geplaatst, die verwisseling, verlies of contaminatie gedurende het transport voorkomen.

De gereinigde kruiken worden opgesteld in het veld en blijven gedurende ongeveer 1 maand ter plaatse (28 dagen, 4 weken).



Figuur 4: Afmetingen van de Bergerhoff neerslagkruik en opstelling in het veld.



Figuur 5: Opstelling met drie Bergerhoff-neerslagkruiken in een houder met vogelscherm op paal.

De inhoud van de kruiken wordt geanalyseerd op aanwezigheid van PFAS (zie 3.3). Hiervoor werden de triplo monsters (i.e. de drie kruiken) samengevoegd tot één mengmonster. De gemeten hoeveelheid PFAS wordt genormaliseerd voor bemonsteringsoppervlakte van de kruiken (oppervlakte opening kruik) en de bemonsteringsduur, en wordt uitgedrukt in **ng/m<sup>2</sup>/dag** (ng per vierkante meter per dag).

### 3.2.3. MEETLOCATIES

De depositiemetingen werden op dezelfde meetlocaties als die van de bemonsteringen van omgevingslucht uitgevoerd, zie Figuur 3.

### 3.2.4. MEETDUUR

De bemonstering met depositiekruiken ging van start op 22/02/2023 op vier meetlocaties (Hooge Maey, Pito, Aertssen en Sportveld).

De meetduur per depositiekruik was telkens ongeveer 4 weken (28 dagen), met uitzondering van de derde bemonsteringsperiode (depositie mei 2023) waarbij de kruiken 42 dagen stonden opgesteld.

Een overzicht van de bemonsteringsperiodes voor de verschillende meetlocaties, is weergegeven in Tabel 6. Er is geen exacte overlap tussen de start- en stopdatum van de bemonsteringen en de maanden. Het verschil loopt op naarmate de meetcampagne vorderde. Desondanks wordt eenvoudigheidshalve in dit rapport wel gerefereerd naar deposities in maart, april, mei, etc.:

Tabel 6: Overzicht van de bemonsteringsperiodes met de depositiekruiken.

Startdatum	Stopdatum	Verwijzing
22/02/2023	24/03/2023	Depositie maart 2023
24/03/2023	20/04/2023	Depositie april 2023
20/04/2023	01/06/2023	Depositie mei 2023
01/06/2023	29/06/2023	Depositie juni 2023
29/06/2023	27/07/2023	Depositie juli 2023
27/07/2023	24/08/2023	Depositie augustus 2023

De inhoud van de depositiekruiken varieerde over de meetperiode. Een aantal kruiken werden droog opgehaald, terwijl andere kruiken gevuld waren tot bijna 2L regenwater (3 triplo kruiken samen). Onder natte omstandigheden kan er toch van uitgegaan worden dat de kruiken niet overliepen tijdens de bemonsteringen (en de resultaten een onderschatting zouden zijn).

## 3.3. ANALYSEMETHODES

### 3.3.1. OPWERKING VAN DE STALEN

Bij de analyse van de depositiekruiken wordt een opdeling gemaakt tussen de waterige en stoffvormige fase. Voor droge kruiken kon enkel de stoffractie bepaald worden. In eerste instantie worden de (organische) onzuiverheden groter dan 5 mm (bladeren, insecten, ...) handmatig verwijderd, met handschoenen en materiaal dat getest is op PFAS en geen contaminatie geeft. De stoffractie bestaat uit de deeltjes aanwezig in het water en de deeltjes die plakken aan de wand van de kruiken. De waterfractie is de vloeistof (al dan niet aanwezig, afhankelijk van de neerslag hoeveelheid) in de kruik.

Het brutogewicht van de kruik wordt voor analyse genoteerd. De volledige inhoud van de 3 kruiken wordt gefiltreerd over een glasvezelfilter. Per kruik wordt, na opschudden, een deelstaal van 20 mL genomen voor de waterfractie (totaal van 60 mL, wat een werkbare hoeveelheid is). De wanden van de lege kruik worden nageveegd met een glasvezelfilter. De filters worden allemaal samengevoegd voor de verdere opwerking van de stoffractie. Finaal worden de laatste stofdeeltjes van de wanden van de kruik gespoeld met ammoniakale methanol (per kruik). Deze methanolfractie wordt gebruikt om de filters te extraheren. Het tarragewicht van de kruik wordt bepaald door de kruik na opwerking terug te wegen.

De stof- en waterfractie worden apart verder opgewerkt en geanalyseerd. De meetresultaten van stof- en waterfase worden dan samengeteld om de totale depositie te berekenen. Hierbij wordt het lower-bound principe toegepast waarbij meetwaarden beneden de rapporteergrens als nul worden meegeneomen in de som.

### → **Stoffractie**

De glasvezelfilters worden overgebracht in een PP centrifugebuis van 50 mL. Een hoeveelheid ammoniakale methanol wordt toegevoegd aan de filters samen met de ammoniakale methanol waarmee de wanden van de kruiken werden gespoeld. Hieraan wordt een gekende hoeveelheid van de isotoop-gemerkte fluorverbindingen toegevoegd (4 ng). De filters worden gedurende 1 uur geëxtraheerd met basische methanol door middel van ultrasoon sonicatie.

Nadien wordt het extract gecentrifugeerd bij 4000 rpm gedurende 10 minuten en wordt de bovenstaande vloeistof gedecanteerd in een PP proefbuis van 15 mL. Het extract wordt opgeconcentreerd onder stikstof en wordt overgebracht in een LC-vial voor analyse.

### → **Waterfractie**

De drie 20 mL deelstalen van de kruiken (= 1 locatie) worden samengevoegd (totaal volume 60 mL). Aan het waterstaal wordt een gekende hoeveelheid isotoop-gemerkte fluorverbindingen toegevoegd (4 ng). De waterstalen worden vervolgens geëxtraheerd met vaste-fase-extractie (SPE). De vaste fase wordt geëluëerd met methanol en het methanolextract wordt ingedampt tot 500 µL. Aan 500 µL van het extract wordt 500 µL ultrapuur water toegevoegd en in een LC-vial voor analyse gebracht.

### **3.3.2. INSTRUMENTELE ANALYSE**

De PFAS analyse wordt uitgevoerd door middel van vloeistofchromatografie met massaspectrometrische detectie. Het gehalte van de verschillende PFAS wordt berekend met de interne standaard methode. Zie Bijlage voor een overzicht van de gemeten PFAS-verbindingen in de deposities.

### → **Vertakte en lineaire PFAS**

Van de meeste perfluorverbindingen komen uitsluitend de lineaire vorm voor. Van een aantal perfluorverbindingen kan ook de vertakte vorm teruggevonden worden. Van volgende verbindingen wordt zowel de lineaire vorm als de sommatie van beide (totaal) bepaald (zie paragraaf 2.4.2.).

### → **Waterfractie, stoffractie en sommatie van beide (totaal)**

De meetresultaten zijn apart beschikbaar voor de waterige- en stoffase. Door de meetresultaten van beide fracties te sommeren wordt het totaal gehalte PFAS per depositiestaal berekend. Bij de bepaling van het totaalgehalte worden meetwaarden onder de rapporteergrens (zie paragraaf 5.2.1.) niet meegeteld (dus gelijkgesteld aan 0).

### **3.3.3. KWALITEITSCONTROLE ANALYSE**

Per analysereeks wordt een procedure blanco en een geaddeerd monster meegenomen om de juistheid te bepalen. De monsters doorlopen de volledige opwerkingsprocedure. Op basis van deze gegevens kan ingeschat worden of de resultaten betrouwbaar zijn of niet.

### **3.3.4. DETECTIELIMIET EN VELDBLANCO'S**

De detectielimiet ligt voor de meetste PFAS verbindingen op 0,1 ng/m<sup>2</sup>/dag.

Er werd één veldblanco (1 blanco kruik) meegenomen per maand. Als de PFAS concentratie van de veldblanco lager liggen dan de LOQ dan wordt de LOQ als rapporteergrens genomen (LOQ is afhankelijk van de sample intake). Als de veldblanco hogere waarden heeft dan de LOQ of rapporteergrens dan wordt deze opgetrokken.

Voor de rapportering van de meetresultaten van de depositiemonsters is er een verschil in rapporteergrens voor de meetresultaten van de waterige- en de stoffractie, en tussen de monsters onderling per fase (afhankelijk van de sample intake, de resultaten worden gerapporteerd op het totaal volume). Daarenboven kan de rapporteergrens verschillen voor de verschillende PFAS-verbindingen (zie paragraaf 6.2.1).

Samengevat kan gesteld worden dat de depositie van de meeste PFAS verbindingen kunnen geanalyseerd worden met een detectielimiet van 0,1 ng/m<sup>2</sup>/dag. Voor een beperkt aantal PFAS kan de detectielimiet hoger liggen, voornamelijk voor de analyse van de waterfase.

## HOOFDSTUK 4. RAPPORTERING VAN RESULTATEN

---

### 4.1. RAPPORTERING VAN DE MEETRESULTATEN VOOR OMGEVINGSLUCHT EN DEPOSITIES

De rapportering van de PFAS concentraties in de omgevingslucht (§6.1) en de PFAS deposities (§6.2) is opgebouwd als volgt:

- Bespreking van de detectielimieten, waarbij de detectielimieten uitgedrukt worden in dezelfde eenheid als de bemeeten matrix, i.e. ng/m<sup>3</sup> voor de PFAS-concentratie in omgevingslucht en ng/m<sup>2</sup>/dag voor de PFAS depositie.
- Bespreking van de veldblanco's: overzicht van de meetresultaten boven detectielimiet van de individuele PFAS componenten van de veldblanco's.
- Concentraties van de  $\sum$ PFAS en EFSA-PFAS in de omgevingslucht en de deposities
  - Gemiddelde  $\sum$ PFAS en EFSA-PFAS in omgevingslucht en depositie per meetlocatie
  - Verloop van de  $\sum$ PFAS en EFSA-PFAS in de tijd op de maximale tijdsresolutie (in deze studie: per 2 weken voor omgevingslucht en per 4 weken voor deposities)
- Overzicht van de belangrijkste PFAS verbindingen in omgevingslucht en deposities
  - Op basis van de samenstelling wordt een beoordeling gemaakt naar het voorkomen van verschillende klassen van PFAS-verbindingen. Er wordt gewerkt met de klassen geperfluoreerde carbonzuren (PFCA), geperfluoreerde sulfonzuren (PFSA), fluortelomeren (FTS), geperfluoreerde sulfonamides (PFOSA), geperfluoreerde sulfonamidoacetaten (PFOSAA), fluortelomeerfosfaat mono/diester ((di)PAP), en een klasse met overige PFAS (o.a. HFPO-DA). Per klasse worden de concentraties van de individuele PFAS die tot die klasse bejoren gesommeerd, en wordt het aandeel berekend (procentueel) op het totaal ( $\sum$ PFAS).
  - Binnen de perfluoroalkylcarboxylzuren (PFCA) en de geperfluoreerde sulfonzuren (PFSA) klasse wordt berekend wat het aandeel korte en lange keten PFAS is per klasse. Op basis van de PFAS die momenteel in de analyselijst zitten kan een opdeling gemaakt worden voor korte keten (C4-C7) en lange keten ( $\geq$ C8) PFCAs, en korte (C4-C5) en lange ( $\geq$ C6) PFSA (<https://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/aboutpfass/>).



## HOOFDSTUK 5. METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE MEETCAMPAGNE

De omstandigheden waaronder een tijdelijke meetcampagne wordt uitgevoerd, zijn essentieel om de representativiteit te kunnen beoordelen. De belangrijkste factoren die daarbij in rekening gebracht worden, zijn deze die een significant effect kunnen hebben op de meetresultaten. In deze studie zijn dit de meteorologische omstandigheden en de activiteiten in de buurt van de meetlocaties die aanleiding zouden kunnen geven tot PFAS-emissies.

### 5.1. METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE MEETCAMPAGNE

Er werden meteorologische gegevens van het meteorologisch station van het KMI in Stabroek gebruikt, gegevensbron <https://opendata.meteo.be/>. Per meetperiode (bemonsteringsperiode van omgevingslucht) is de gemiddelde temperatuur, totale neerslaghoeveelheid en windrichting (aandeel kwadranten) weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7: Meteorologische omstandigheden tijdens de bemonstering.

bemonstering				windrichting						
startdatum	stopdatum	omgevingslucht	depositie	temperatuur	neerslag	N tot O	O tot Z	Z tot W	W tot N	windsnelheid
23/02/2023	08/03/2023	/	depositie maart 2023	3,6 °C	40,9 mm	49%	0%	19%	33%	3,5 m/s
08/03/2023	22/03/2023	week 1+2		8,2 °C	86,9 mm	11%	29%	49%	11%	4,4 m/s
22/03/2023	05/04/2023	week 3+4	depositie april 2023	8,9 °C	80,3 mm	26%	12%	49%	13%	5,6 m/s
05/04/2023	19/04/2023	week 5+6		9,4 °C	44,9 mm	26%	23%	26%	24%	4 m/s
19/04/2023	03/05/2023	week 7+8	depositie mei 2023	10 °C	27,8 mm	41%	16%	9%	32%	3,4 m/s
03/05/2023	16/05/2023	week 9+10		14,2 °C	68,7 mm	27%	17%	23%	33%	2,9 m/s
16/05/2023	31/05/2023	week 11+12		13,7 °C	0 mm	67%	1%	0%	31%	3,5 m/s
31/05/2023	14/06/2023	week 13+14	depositie juni 2023	19,6 °C	0 mm	90%	6%	0%	4%	3,3 m/s
14/06/2023	28/06/2023	week 15+16		21,2 °C	31,6 mm	31%	16%	25%	27%	2,9 m/s
28/06/2023	13/07/2023	week 17+18	depositie juli 2023	19,4 °C	35,5 mm	8%	14%	57%	19%	4,1 m/s
13/07/2023	26/07/2023	week 19+20		18,3 °C	25,1 mm	4%	10%	59%	26%	4,1 m/s
26/07/2023	10/08/2023	week 21+22	depositie augustus 2023	17,1 °C	216,2 mm	2%	9%	58%	30%	5 m/s
10/08/2023	23/08/2023	week 23+24		20 °C	12,7 mm	27%	21%	21%	27%	2,4 m/s

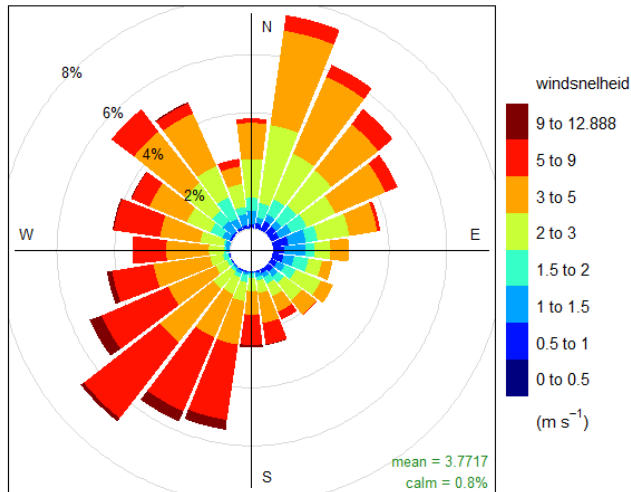
databron: KMI

#### → Neerslag

In totaal viel er in Stabroek 670,6 mm neerslag tijdens de meetcampagne. De meetperiode van 26/07 tot 10/08 was de natste (216 mm), en in de meetperiode van 16/05 tot 14/06 viel er geen regen.

→ **Wind**

De gemiddelde windsnelheid tijdens de meetcampagne was 3,8 m/s. Tijdens de meetcampagne was er een redelijke variabiliteit in de verdeling van de windrichting (zie Figuur 6), m.n. 31% van de tijd kwam de wind uit het segment 0-90°, 14% uit het segment 90-180°, 30% uit het segment 180-270° en 24% uit het segment 270-360°. Voor de afzonderlijke bemonsteringen is de verdeling van de windrichtingen terug te vinden in Tabel 7).



Figuur 6: Windroos (op basis van data van het meteostation Stabroek) voor de hele bemonsteringscampagne (Extra informatie over de opbouw van de windroos is gegeven in de Bijlage).

## HOOFDSTUK 6. ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE MEETRESULTATEN

In dit hoofdstuk wordt een algemeen overzicht gegeven van de meetresultaten. De gemiddelde concentraties en depositiegehalten worden per meetlocatie besproken evenals het verloop in de tijd. Voor omgevingslucht en deposities wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste PFAS-verbindingen die in beide matrices voorkomen.

### 6.1. OMGEVINGSLUCHT

#### 6.1.1. DETECTIELIMIETEN

De detectielimieten van de analyse van de verschillende PFAS verbindingen werden afzonderlijk bepaald voor de filter- en PUF analyses. De detectielimiet van de filteranalyses is gemiddeld 0,0004 ng/m<sup>3</sup>, voor de PUF analyses gemiddeld 0,0034 ng/m<sup>3</sup>. De detectielimiet is meestal lager voor de filterfractie dan voor de PUF fractie, maar de verschillen zijn beperkt (Tabel 5). De meeste filters worden geanalyseerd met een detectielimiet van < 0,001 ng/m<sup>3</sup>, het merendeel van de PUFs bij een detectielimiet van < 0,005 ng/m<sup>3</sup>. De detectielimieten liggen ruim onder de toetsingswaarde van het tijdelijk toetsingskader voor EFSA-PFAS in omgevingslucht (ondergrens 0,44 ng/m<sup>3</sup>).

#### 6.1.2. VELDBLANCO'S

Elke twee weken werden afzonderlijke filter- en PUF-veldblanco's genomen en geanalyseerd. Veldblanco's worden op identiek dezelfde manier geprepareerd, getransporteerd, in het veld gemonteerd en geanalyseerd als de eigenlijke stalen. Het enige verschil is dat er geen bemonstering wordt uitgevoerd op de veldblanco's. Meetresultaten van de veldblanco's worden gegeven in dezelfde eenheid als de PFAS concentraties in omgevingslucht (in ng/m<sup>3</sup>). Het volume dat hiervoor in rekening gebracht wordt is het gemiddelde volume van de actieve bemonstering op de vier meetlocaties voor de respectievelijke periode van 2 weken.

*De meeste analyseresultaten van de veldblanco's waren beneden de detectielimiet, met uitzondering van 9 PFAS-verbindingen op filter en 6 op PUF, waarbij op één of twee veldblanco's een concentratie boven de detectielimiet werd gemeten (*

*Tabel 8).* De verhoogde filter veldblanco's zijn zeer laag (<0,006 ng/m<sup>3</sup>, meestal rond 0,001 ng/m<sup>3</sup>). Voor de PUF veldblanco's is PFBS in één blanco meting relatief hoog (0,125 ng/m<sup>3</sup>, in andere blanco's is de PFBS concentratie beneden detectielimiet. De eigenlijke metingen op de vier meetlocaties waren in de periode met verhoogde veldblanco zeer laag (< 0,001 ng/m<sup>3</sup>). Mogelijks was er een lichte contaminatie bij de veldblanco, maar dit heeft geen invloed op de eigenlijke meetresultaten.

Er kan besloten worden dat over het algemeen geen tot zeer lage PFAS-concentraties worden gemeten op de veldblanco's. Er is geen sprake van contaminatie of andere achtergrondeffecten die in rekening moeten gebracht worden bij de verdere evaluatie van de meetresultaten.

*Tabel 8: Overzicht van de meetresultaten van de veldblanco's tijdens de bemonstering van de omgevingslucht.*

	Filter blank	PUF blank
Aantal veldblanco's	12	12
Aantal PFAS-verbinding waarvoor minimaal 1 veldblanco met concentratie > DL	9	6

	Filter blank			PUF blank		
	PFAS-verbinding	Aantal(a)	Conc.(b) (ng/m <sup>3</sup> )	PFAS-verbinding	Aantal(a)	Conc.(b) (ng/m <sup>3</sup> )
Overzicht van PFAS verbindingen waarvoor minstens 1 veldblanco > DL	L-PFOA	1	0,0014	L-PFOA	1	0,0016
	T-PFOA	1	0,0017	T-PFOA	1	0,0019
	T-PFOS	2	0,0006	PFBS	1	0,125
	MePFBSA	1	0,0059	MePFBSA	1	0,0109
	T-PFOSA	1	0,0012	T-PFOSA	1	0,0042
	L-PFOSA	1	0,0015	L-MePFOSA	1	0,0057
	T-MePFOSA	1	0,0006			
	L-EtPFOSA	2	0,0006			
	T-EtPFOSA	2	0,0012			

(a) Aantal veldblanco's > DL

(b) Maximale blanco concentratie als aantal > 1.

### 6.1.3. CONCENTRATIES VAN DE SOMPARAMETERS VOOR OMGEVINGSLUCHT

#### → Gemiddelde concentraties

Een overzicht van de gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS concentraties voor omgevingslucht, zijn weergegeven in Tabel 9. Over de ganse meetperiode liggen de concentraties (T) tussen 0,036 (Sportvelden) en 0,104 ng/m<sup>3</sup> (Hooge Maey) naargelang de meetlocatie (Tabel 9). De gemiddelde EFSA-PFAS concentraties liggen tussen 0,007 (Sportvelden) en 0,015 ng/m<sup>3</sup> (Hooge Maey).

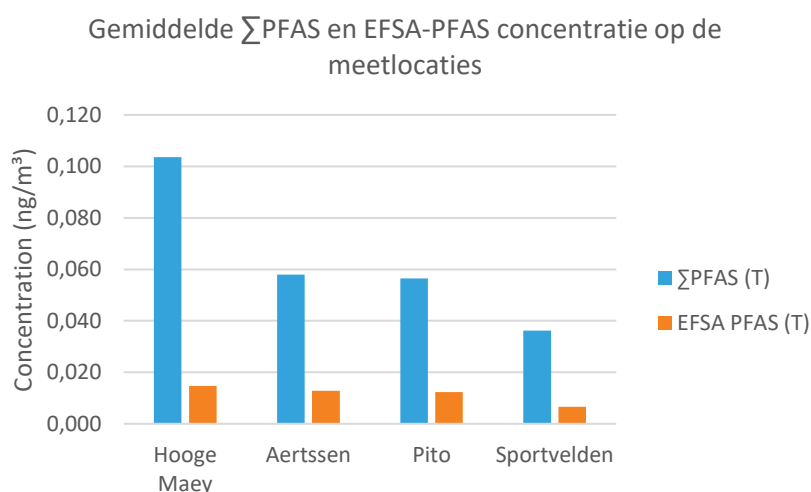
**De gemiddelde EFSA-concentraties liggen op de vier meetlocaties lager dan de drempelwaarde van het tijdelijk toetsingskader voor omgevingslucht EFSA-PFAS (0,4 ng/m<sup>3</sup>).**

Tabel 9: Gemiddelde concentraties (ng/m<sup>3</sup>) van de  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS voor de monitoringsperiode op de vier meetlocaties.

Site	$\Sigma$ PFAS (L)	$\Sigma$ PFAS (T)	EFSA PFAS (L)	EFSA PFAS (T)*
Hooge Maey	0,099	0,104	0,011	0,015
Aertssen	0,054	0,058	0,010	0,013
Pito	0,054	0,056	0,010	0,012
Sportvelden	0,034	0,036	0,005	0,007

\* concentratie in het **groen** als ze onder de toetsingswaarde EFSA ligt, in het **rood** als boven de toetsingswaarde.

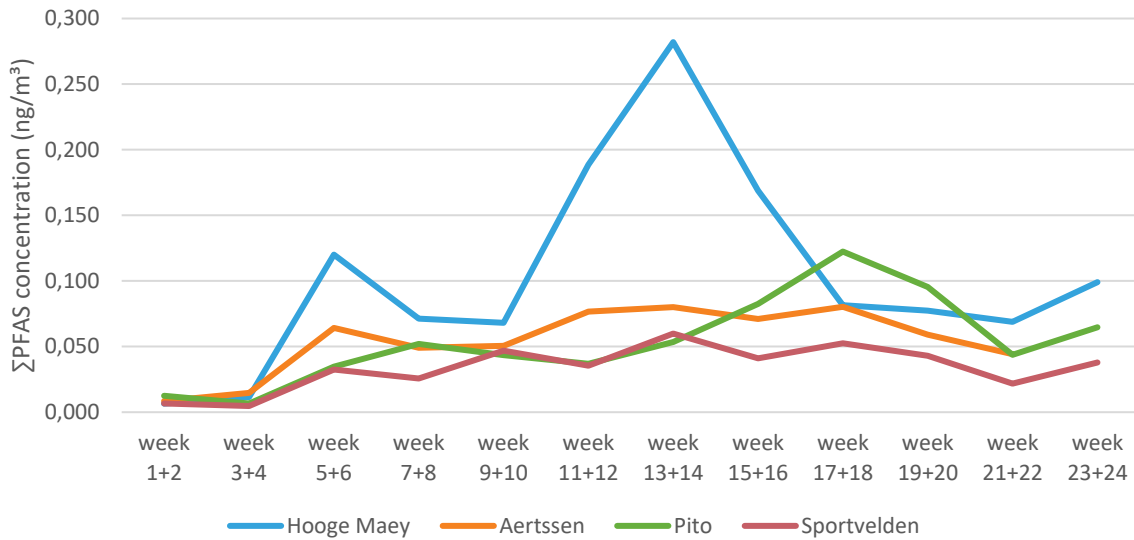
Er worden verschillen vastgesteld in de gemiddelde concentraties tussen de meetlocaties (Figuur 7). Op de Hooge Maey is de  $\Sigma$ PFAS concentratie hoger dan op Sportvelden waar de laagste  $\Sigma$ PFAS gemeten wordt.



Figuur 7: Gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS concentraties op de vier meetlocaties.

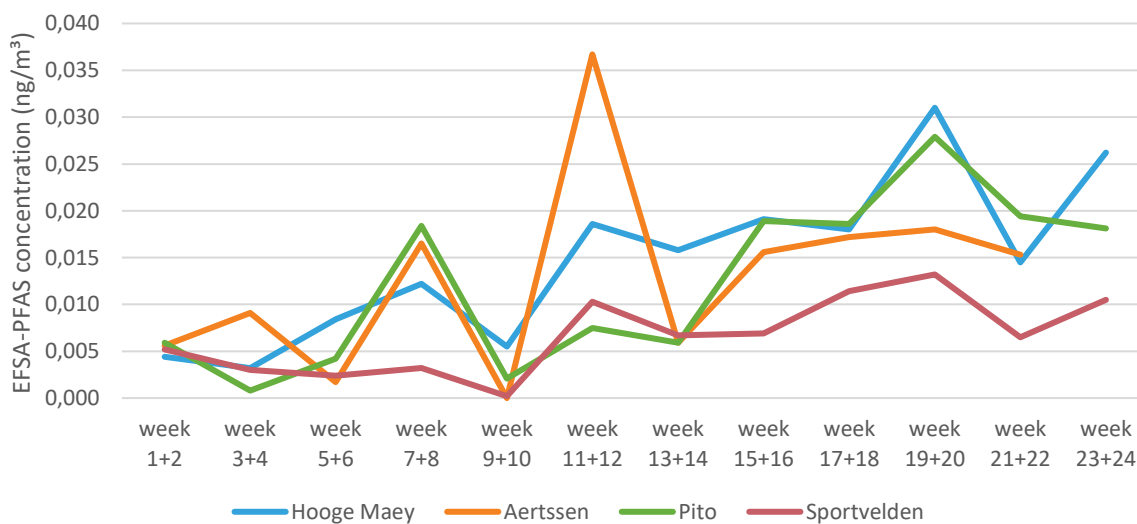
## → Verloop van de PFAS concentraties in de tijd

Het tijdsverloop van de tweewekelijks gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS concentraties is weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9. De  $\Sigma$ PFAS-concentraties liggen meestal tussen 0,01 en 0,1 ng/m<sup>3</sup>, en de variatie in de tijd is vrij beperkt (wel factor 10 maar dat is relatief beperkt voor dit type metingen bij lage concentraties). Er was wel een hogere  $\Sigma$ PFAS concentratie op de Hooge Maey tijdens weken 11 t/m 16. Deze hogere waarde wordt veroorzaakt door hogere PFBA en HFPO-DA concentraties in die periode. HFPO-DA wordt uitzonderlijk gemeten, de HFPO-DA concentratie ligt over het algemeen onder de detectielimiet.



Figuur 8: Verloop van de  $\Sigma$ PFAS concentratie in de tijd op de vier meetlocaties.

Het tijdsverloop van de EFSA-PFAS toont aan dat de EFSA-PFAS concentraties in elk van de deelperiodes en op elk van de vier meetlocaties minstens een grootte-orde onder de toetsingswaarde van het tijdelijke toetsingskader (0,4) liggen (Figuur 9).



Figuur 9: Verloop van de EFSA-PFAS concentratie in de tijd op de vier meetlocaties.

→ **Overzicht van de belangrijkste PFAS verbindingen in de omgevingslucht**

Op basis van de samenstelling wordt een beoordeling gemaakt naar het voorkomen van verschillende klassen van PFAS-verbindingen (Tabel 10), nl. door het percentuele aandeel te berekenen van de klassen geperfluoreerde carbonzuren (PFCA), geperfluoreerde sulfonzuren (PFSA), fluortelomeren (FTS), geperfluoreerde sulfonamides (PFOSA<sup>7</sup>), geperfluoreerde sulfonamidoacetaten (PFOSAA), fluortelomeerfosfaat mono/diester ((di)PAP), en een klasse met overige PFAS (o.a. HFPO-DA). De beoordeling is gebaseerd op de gemiddelde concentraties over de gehele monitoringperiode per locatie.

De algemene tendensen zijn vergelijkbaar voor de verschillende locaties, waarbij PFCAs op alle locaties de belangrijkste klasse is (bijdrage aan de  $\Sigma$ PFAS tussen 69% en 83%), gevolgd door de PFOSA (6 tot 20%) en PFSA (7 tot 9%). Specifiek voor meetlocatie Aertssen wordt een hoger aandeel PFOSA gevonden (20%, door hogere waarde PFBSA (13% van totaal). Op meetlocatie Hooge Maey werd HFPO-DA (klasse overige PFAS) tijdelijk in hogere concentratie gemeten, wat aanleiding geeft tot het hoger aandeel van die klasse (12%).

Tabel 10: Overzicht van de samenstelling van de gemiddelde  $\Sigma$ PFAS concentraties (ng/m<sup>3</sup>) in omgevingslucht o.b.v. het procentueel aandeel (%) van verschillende klassen van PFAS-verbindingen.

Station	$\Sigma$ PFAS (T) (ng/m <sup>3</sup> )	PFAS klasse						
		PFCA	PFSA	FTS	PFOSA	PFOSAA	(di)PAP	overige
Hooge Maey	0,104	72%	7%	0%	8%	0%	0%	12%
Aertssen	0,058	69%	7%	1%	20%	1%	0%	2%
Pito	0,056	83%	7%	0%	6%	0%	0%	3%
Sportvelden	0,036	80%	9%	0%	8%	1%	0%	2%

Binnen de perfluoroalkylcarboxylzuren (PFCA) klasse is de bijdrage van de korte keten (C4-C7) PFCAs het belangrijkste, met percentage van 53% tot 70% van de  $\Sigma$ PFAS (Tabel 11) waarbinnen de verbinding PFBA de belangrijkste is (47 tot 61% van de  $\Sigma$ PFAS). Van de lange keten PFCA is PFOA de meest voorkomende (7 tot 15% van de  $\Sigma$ PFAS). Voor de sulfonzuren (PFSA's) worden vooral PFOS (lange keten, 6 tot 9% van de  $\Sigma$ PFAS) gevonden.

Tabel 11: Bijdrage van korte en lange PFCAs en PFSA's aan de totale PFAS concentratie.

Station	PFCAs		PFSA's	
	C4-C7	$\geq$ C8	C4-C5	$\geq$ C6
	kort	lang	kort	lang
Hooge Maey	64%	8%	1%	7%
Aertssen	53%	16%	1%	7%
Pito	67%	16%	1%	6%
Sportvelden	70%	10%	1%	9%

De PFAS die in de hoogste concentraties voorkomen in omgevingslucht zijn PFBA en in mindere mate PFOA en PFOS, HFPO-DA op de meetlocatie Hooge Maey en PFBSA (indicatieve meting) op de meetlocatie Aertssen. De gemiddelde concentraties van deze verbindingen in de omgevingslucht op de vier meetlocaties zijn gegeven in Tabel 12.

<sup>7</sup> geperfluoreerde sulfonamides klasse wordt afgekort als PFOSA, een verbinding van deze klasse (om verwarring met PFSA te vermijden); idem voor PFOSAA als afkorting van geperfluoreerde sulfonamidoacetaten.

*Tabel 12: Concentraties van de belangrijkste PFAS in omgevingslucht (in ng/m<sup>3</sup>).*

	PFBA	PFOA	PFOS	PFBSA	HFPO-DA
Hooge Maey	0,059	0,008	0,006	0,006	0,012
Aertssen	0,027	0,009	0,004	0,007	0,001
Pito	0,034	0,009	0,004	0,003	0,002
Sportvelden	0,022	0,003	0,003	0,001	0,001

## 6.2. DEPOSITIE

### 6.2.1. DETECTIELIMIETEN

De meeste PFAS verbindingen worden geanalyseerd met een detectielimiet van 0,1 ng/m<sup>2</sup>/dag. Voor een beperkt aantal PFAS ligt de detectielimiet iets hoger, bv. voor PFOS (1,6 ng/m<sup>2</sup>/dag).

### 6.2.2. VELDBLANCO'S

Er werden zes velblanco's voorzien, één per bemonsteringsperiode (zie Tabel 6). De velblanco depositie wordt berekend door het gehalte in de stof- en waterfracties op te tellen, waarbij meetwaarden onder de detectielimiet gelijk gesteld worden aan 0. De gemiddelde velblanco is voor 35 PFAS <0,1 ng/m<sup>2</sup>/dag, voor 13 PFAS verbindingen ligt de velblanco tussen 0,1 en 1 ng/m<sup>2</sup>/dag. Voor twee PFAS verbindingen is de velblanco >1 ng/m<sup>2</sup>/dag:

- PFBA:
  - gemiddelde velblanco waarde van 5 ng/m<sup>2</sup>/dag
  - twee velblanco's boven detectielimiet, waarvan één uitschieter van 26 ng/m<sup>2</sup>/dag in maand 4 (depositie juni 2023)
- PFOS:
  - gemiddelde velblanco waarde van 1,2 ng/m<sup>2</sup>/dag
  - 4 velblanco's boven detectielimiet (max. 2,7 ng/m<sup>2</sup>/dag).

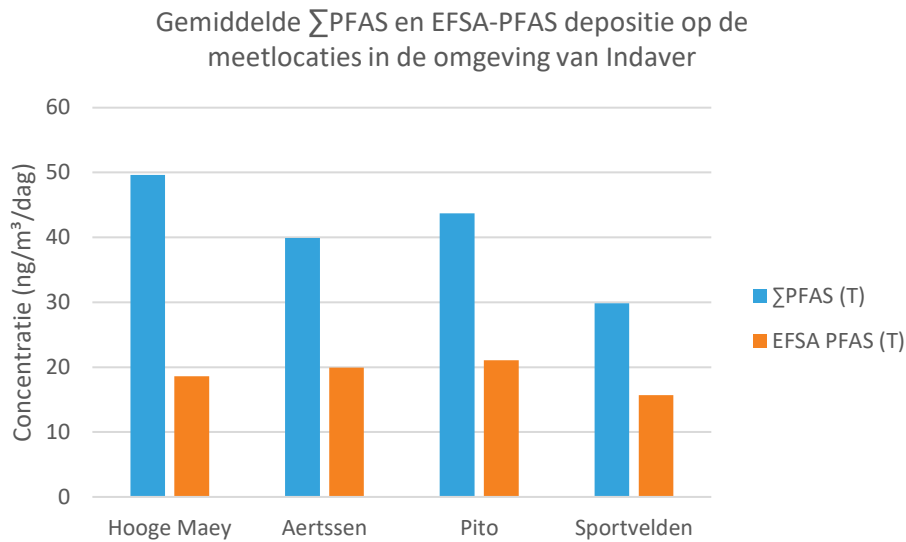
### 6.2.3. PFAS-GEHALTE IN DEPOSITIE

Per meetlocatie wordt de gemiddelde depositie gerapporteerd (Tabel 13, Figuur 10). Voor de berekening van deze statistieken werden meetwaarden beneden de detectielimiet gelijk gesteld aan nul. De  $\Sigma$ PFAS-deposities (T) variëren gemiddeld tussen 29,8 en 49,6 ng/m<sup>2</sup>/dag, waarbij de hoogste deposities op meetlocatie Hooge Maey worden gemeten, gevolgd door Pito en Aertssen, en tenslotte aan de Sportvelden (ongeveer de helft t.o.v. Hooge Maey). De EFSA-PFAS vertegenwoordigen 37 tot 53% van de totale depositie, met deposities tussen 15,7 (Sportveld) en 21,1 (Pito) ng/m<sup>2</sup>/dag. De onderlinge verschillen in EFSA-PFA deposities tussen meetlocaties zijn relatief beperkt.

Tabel 13: Gemiddelde depositie in ng/m<sup>2</sup>/dag voor de  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS op vier meetlocaties over 6 maanden (maart t/m augustus, 2023).

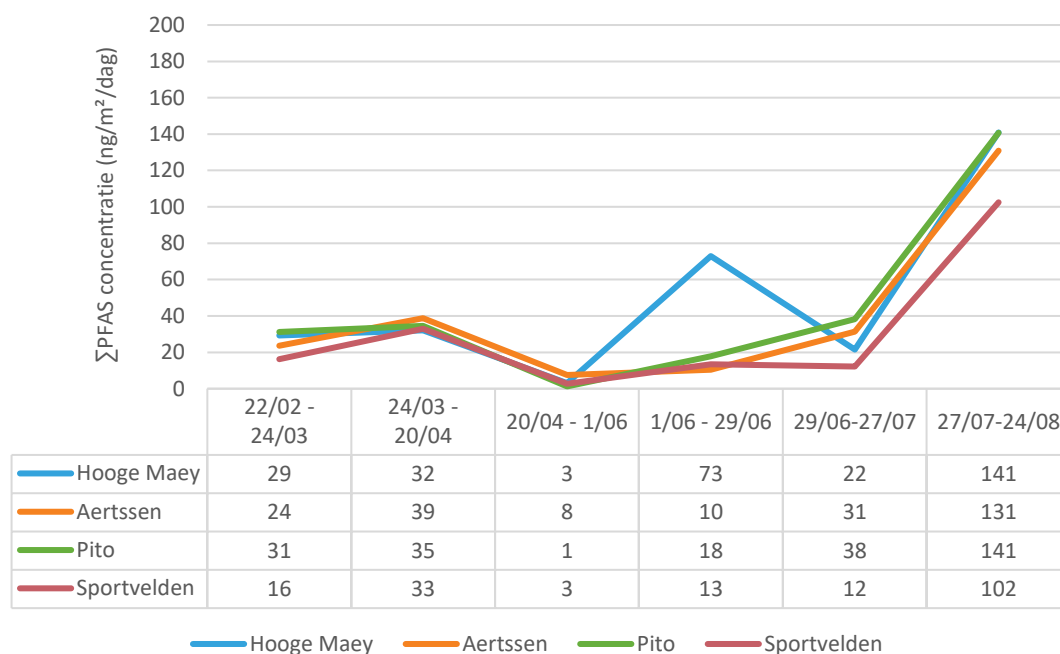
		$\Sigma$ PFAS (L) ng/m <sup>2</sup> /dag	$\Sigma$ PFAS (T) ng/m <sup>2</sup> /dag	EFSA-PFAS (L) ng/m <sup>2</sup> /dag	EFSA-PFAS (T) ng/m <sup>2</sup> /dag
HoogeMaey	Gemiddelde	47,9	49,6	17,0	18,6
Aertssen	Gemiddelde	38,2	39,9	18,2	19,9
Pito	Gemiddelde	42,3	43,7	19,6	21,1
Sportveld	Gemiddelde	28,3	29,8	14,2	15,7



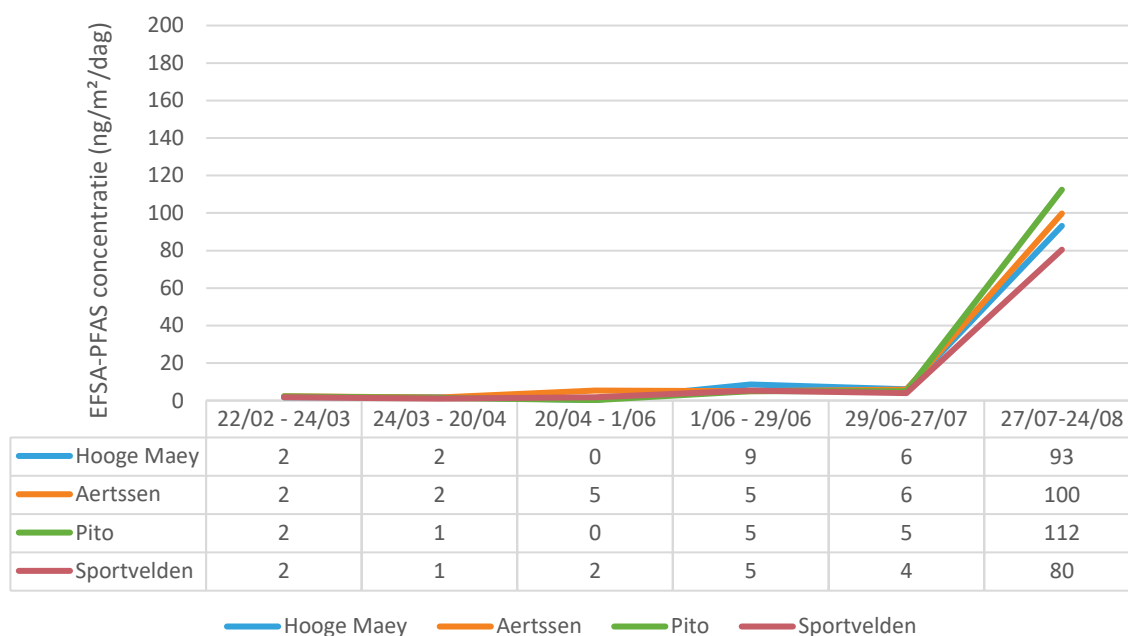


Figuur 10: Gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS deposities op de vier meetlocaties.

In het algemeen zijn de deposities, op enkele uitzonderingen na, vrij stabiel in de tijd, met  $\Sigma$ PFAS deposities onder 40 ng/m<sup>2</sup>/dag en EFSA-PFAS deposities tussen 0 en 6 ng/m<sup>2</sup>/dag op vijf van de zes maanden (Figuur 11 en Figuur 12). De hoogste deposities werden gemeten in de periode 27/07 tot 24/08/2023 (maand 6, depositie augustus 2023), wat voornamelijk te wijten is aan een sterk verhoogde depositie van PFOA op alle meetlocaties (PFOA deposities van 78 tot 112 ng/m<sup>2</sup>/dag over de vier meetlocaties). De verhoogde PFOA depositie komt op alle vier meetpunten voor in die periode. De veldblanco PFOA depositie in die periode was kleiner dan de detectielimiet. Ook PFBA heeft een significante bijdrage aan de verhoogde depositie van maand 6 (21 tot 33 ng/m<sup>2</sup>/dag voor de vier meetlocaties). Mogelijks is de hoge neerslaghoeveelheid een bepalende factor voor deze verhoogde deposities, maar de dataset is te beperkt om dit sterk te onderbouwen. In de meetreeks van de Hooge Maey is de depositie in maand 4 (depositie juni 2023) verhoogd ten opzichte van de maanden ervoor en de maand erna. De depositie van PFBA (49 ng/m<sup>2</sup>/dag) speelt hierin een belangrijke rol. Er moet opgemerkt worden dat de PFBA veldblanco in deze periode ook verhoogd was (26 ng/m<sup>2</sup>/dag) en dat er dus een deel van deze verhoging eventueel het gevolg is van contaminatie.



Figuur 11: Tijdsverloop van de ΣPFAS deposities.



Figuur 12: Tijdsverloop van de EFSA-PFAS deposities.

→ **Overzicht van de belangrijkste PFAS verbindingen in de deposities**

Het overgrote deel van de PFAS deposities zijn de perfluoroalkylcarboxylzuren (PFCAs) (84 tot 89% van totale depositie op de vier meetlocaties) (Tabel 14). Van de PFCAs zijn PFBA (korte keten) en PFOA (lange keten) de belangrijkste deposities (Tabel 15).

Tabel 14: Overzicht van de samenstelling van de gemiddelde  $\Sigma$ PFAS depositie en het procentueel aandeel (%) van verschillende klassen van PFAS-verbindingen.

Meetlocatie	$\Sigma$ PFAS (T) (ng/m <sup>2</sup> /dag)	Verschillende klassen van PFAS-verbindingen						
		PFCAs	PFSAs	FTS	PFOSA	PFOSAA	(di)PAP	others
Hooge Maey	50	84%	6%	0%	5%	1%	0%	4%
Aertssen	40	84%	8%	0%	2%	1%	0%	4%
Pito	44	89%	4%	0%	2%	1%	0%	4%
Sportvelden	30	89%	7%	0%	3%	1%	0%	0%

Tabel 15: Bijdrage van ultrakorte, korte en lange PFCAs en PFSAs aan de  $\Sigma$ PFAS depositie.

Meetlocatie	PFCAs		PFSAs	
	C4-C7	$\geq$ C8	C4-C5	$\geq$ C6
	short	long	short	long
Hooge Maey	51%	33%	1%	5%
Aertssen	40%	43%	1%	7%
Pito	43%	46%	1%	3%
Sportvelden	38%	51%	1%	6%

De depositie van de van PFBA ligt tussen 9,0 en 20,6 ng/m<sup>2</sup>/dag, afhankelijk van de meetlocatie (). De PFOA depositie ligt tussen 13,9 en 19,7 ng/m<sup>2</sup>/dag op de vier meetlocaties, en wordt sterk omhoog getrokken door de hoge PFOA depositie in maand 6. Deposities voor PFOS, PFBSA en HFPO-DA zijn toegevoegd aan Tabel 16 voor vergelijkbaarheid met Tabel 12 van de belangrijkste verbindingen (ondanks lage concentraties, in vergelijking met andere PFAS) in omgevingslucht.

Tabel 16: Concentraties van de belangrijkste PFAS in de depositie (in ng/m<sup>2</sup>/dag).

	PFBA	PFOA	PFOS	PFBSA	HFPO-DA
Hooge Maey	20,6	16,0	2,1	0,0	2,0
Aertssen	13,0	16,9	2,8	0,0	1,7
Pito	14,2	19,7	1,2	0,2	1,8
Sportvelden	9,0	13,9	1,7	0,0	0,0

## HOOFDSTUK 7. BESPREKING MEETRESULTATEN OMGEVINGSLUCHT

---

### 7.1. TIJDELIJK TOETSINGSKADER

Er is op dit moment geen wettelijk kader, noch een gezondheidkundig toetsingskader voor evaluatie van PFAS-metingen in lucht voorhanden in Vlaanderen, België of Europa.

Voor een 20-tal andere chemische stoffen in lucht werden de voorbije jaren gezondheidkundige advieswaarden opgesteld en toegepast in bijvoorbeeld MilieuEffectRapportage (zie 'Gezondheidskundige advieswaarden 'GAW' voor gebruik in MER beschikbaar op [Aandachtsgebieden en humane biomonitoring - Zorg en Gezondheid \(zorg-en-gezondheid.be\)](https://www.zorg-en-gezondheid.be/onderwerpen/omgeving/aandachtsgebieden-en-humane-biomonitoring)). Deze GAW's werden door VITO opgesteld in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid. De VMM (dienst luchtkwaliteit) was betrokken in de stuurgroep van het project waarin deze GAWs werden afgeleid.

Als onderdeel van het opstellen van deze GAWs voor chemische stoffen in lucht, werd een diepte-analyse uitgevoerd waarbij de beschikbare toxicologische informatie grondig bestudeerd werd, en op basis van een expert-oordeel, gekomen werd tot een goed onderbouwde keuze van een gezondheidkundige advieswaarde. Het is aan te bevelen om op korte termijn GAWs voor PFAS te selecteren volgens deze methode<sup>8</sup>, en dit in overleg met de betrokken overheden (AZG en VMM).

Gezien er momenteel nog geen GAWs voor PFAS afgeleid zijn, werd een tijdelijk toetsingskader voorgesteld. Dit tijdelijk toetsingskader is gebaseerd op de EFSA TWI (2020) voor orale blootstelling (4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week). VITO heeft op 8 oktober 2021 advies gegeven op het tijdelijk toetsingskader dat door Lantis werd voorgesteld op 14 september 2021. Rekening houdend met het advies van VITO, komt men tot volgend tijdelijk toetsingskader :

- **Een waarde tussen 0,4 en 2,2 ng/m<sup>3</sup>** voor de som van de 4 EFSA-PFAS-verbindingen (PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS) (jaargemiddelde concentratie; chronische blootstelling). **Deze waarden kunnen dus als tijdelijk toetsingskader voor de bewoonde zones gebruikt worden.**

Onderbouwing tijdelijk toetsingskader:

- De gezondheidkundige grenswaarde voor chronische orale blootstelling van EFSA (TWI van 4,4 ng (PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS) per kg lichaamsgewicht per week) werd als vertrekbasis gebruikt (EFSA, 2020)<sup>9</sup>.
- Deze toetsingswaarde voor chronische orale blootstelling werd herrekend naar een inhalatie-equivalent op basis van omrekeningen m.b.t. lichaamsgewicht en inhalatievolume. De omrekeningsfactoren uit de REACH guidance<sup>10</sup> (nl. inhalatievolume van 20 m<sup>3</sup>/dag) en een lichaamsgewicht van 70 kg wordt hiervoor toegepast.
- Men dient ermee rekening te houden dat de volledige 'ruimte' om de GAW EFSA te bereiken niet volledig kan toegekend worden aan lucht, vermits mensen ook via voeding blootgesteld worden aan PFAS. In een vervolgtraject dient een gepaste waarde voor de allocatiefactor bekeken te worden.

---

<sup>8</sup> [Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx \(zorg-en-gezondheid.be\)](https://www.zorg-en-gezondheid.be/onderwerpen/omgeving/aandachtsgebieden-en-humane-biomonitoring)

<sup>9</sup> <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>

<sup>10</sup> [https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information\\_requirements\\_r8\\_en.pdf/e153243a-03f0-44c5-8808-88af66223258](https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf/e153243a-03f0-44c5-8808-88af66223258)

Voorlopig kunnen we uitgaan van een allocatiefactor ergens tussen 20% en 100% (bv. in context van drinkwater wordt doorgaans een allocatiefactor van 20% gehanteerd)

- Indien men deze omrekeningsfactoren hanteert (volwassenen: 20 m<sup>3</sup>/dag en 70 kg), en een allocatiefactor tussen 20 en 100 % neemt, komt men tot **een waarde van 0,4 - 2,2 ng/m<sup>3</sup>** voor de som van de 4 EFSA-PFAS-verbindingen (PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS). **Deze waarden kunnen dus als tijdelijk toetsingskader voor de bewoonde zones gebruikt worden.**

**Deze waarde dient gehanteerd te worden om chronische blootstelling aan PFAS (m.a.w. jaargemiddelde PFAS-concentraties) te evalueren. De impact van dag-tot-dag variaties op de PFAS-concentraties i.f.v. de gezondheid is momenteel zeer moeilijk te interpreteren, en wellicht ondergeschikt aan de toetsing van de chronische blootstelling.**

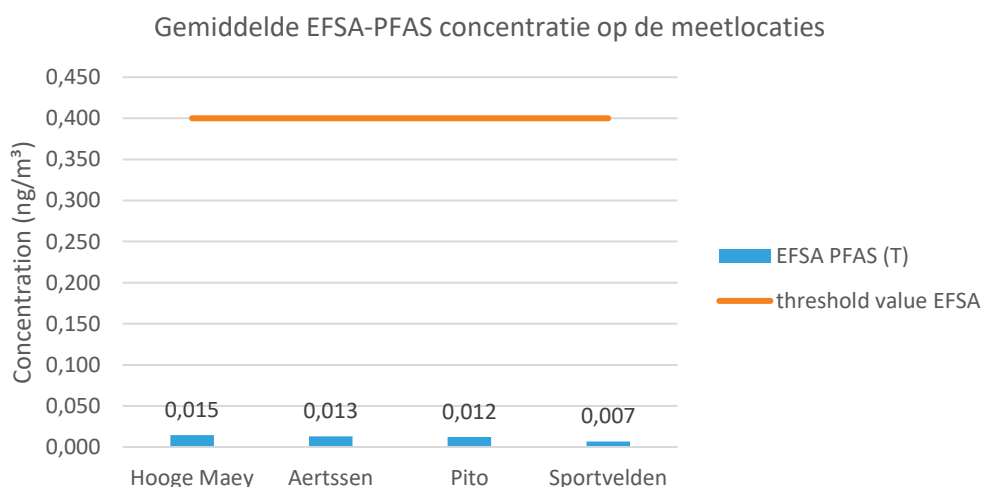
Er wordt op gewezen dat dit enkel als **tijdelijk toetsingskader** (enkel in het kader van de bijstellingsvoorwaarden voor de exploitatie en werfvergunningen Oosterweel) dient gebruikt te worden, in afwachting van een volwaardige gezondheidkundige advieswaarde voor PFAS in omgevingslucht, volgens de methodiek opgesteld door AZG en VITO<sup>11</sup>. Hierbij dient zeker gekeken te worden naar studies die expliciet gaan over inhalatoire routes. Indien er onvoldoende inhalatiestudies voor PFAS beschikbaar zijn, kan een GAW voor orale blootstelling als vertrekbasis gebruikt worden, maar moet de argumentatie voor deze route-naar-route extrapolatie wetenschappelijk onderbouwd worden.

Het tijdelijke toetsingskader wordt begrensd door een ondergrens van 0,4 ng/m<sup>3</sup> en een bovengrens van 2,2 ng/m<sup>3</sup>. Er wordt niet met één vaste waarde gewerkt om rekening te kunnen houden met verschillen in allocatiefactor. De meest strenge toetsingswaarde is de ondergrenswaarde.

## 7.2. BEOORDELING VAN DE MEETRESULTATEN

### 7.2.1. TOETSING AAN HET TIJDELIJK TOETSINGSKADER

De gemiddelde EFSA-PFAS concentraties in omgevingslucht tijdens de meetperiode liggen op elk van de meetlocaties ruim beneden de ondergrens van het toetsingskader (Figuur 13). Op Hooge Maey, waar de hoogste concentraties gemeten worden, is de gemiddelde concentratie (0,015 ng/m<sup>3</sup>) meer dan 25 keer lager dan de onderste toetsingswaarde.



Figuur 13: Gemiddelde concentratie van de EFSA-componenten in omgevingslucht op de 4 meetlocaties (meetperiode van 12 weken) t.o.v. de EFSA-toetsingswaarde.

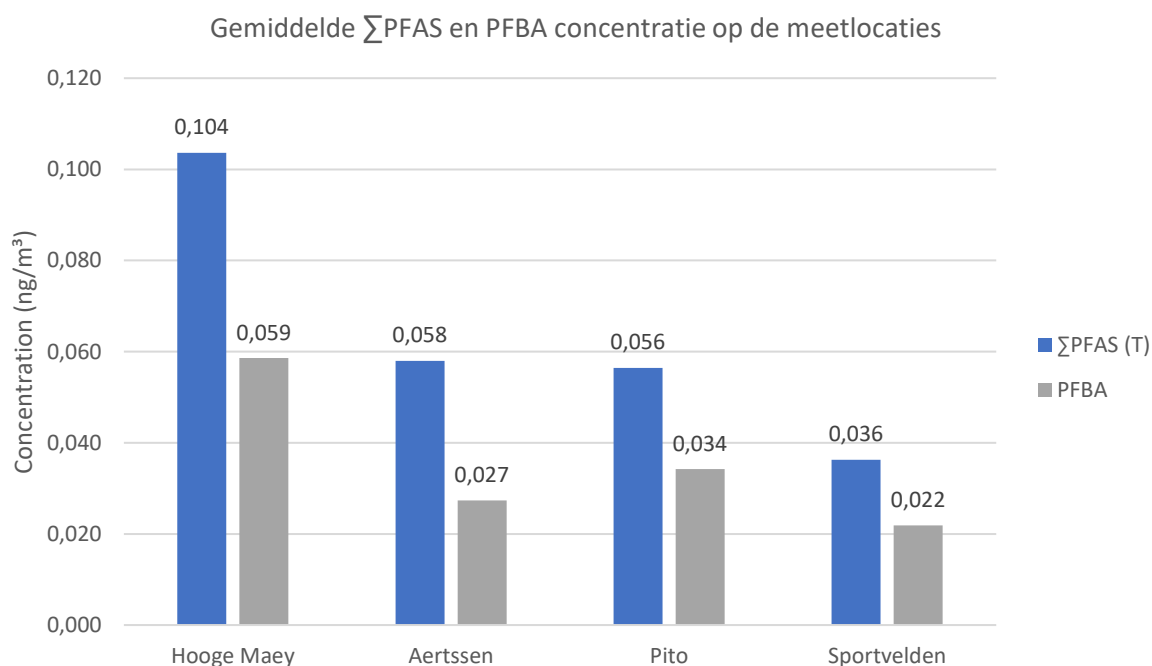
<sup>11</sup> [Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx \(zorg-en-gezondheid.be\)](#)

### 7.2.2. EFSA-COMPONENTEN I.F.V. DE AFSTAND

Hoewel de concentraties als laag (t.o.v. het tijdelijk EFSA toetsingskader) worden beoordeeld, zijn er onderlinge verschillen in concentraties tussen de meetlocaties (Figuur 13). Op Hooge Maey is de gemiddelde concentratie het hoogst ( $0,015 \text{ ng/m}^3$ ), op meetlocaties Aertssen en Pito is de concentratie zeer beperkt lager ( $0,012$  en  $0,013$ ) en ter hoogte van de sportvelden ( $0,007$ ) is de concentratie lager dan op de andere drie meetlocaties. Het verschil tussen de hoogste en laagste is een factor 2.

### 7.2.3. $\Sigma$ PFAS CONCENTRATIE TUSSEN MEETLOCATIES

De  $\Sigma$ PFAS-concentratie is verschillend tussen de meetlocaties, met gemiddeld de hoogste concentraties op de Hooge Maey ( $0,104 \text{ ng/m}^3$ ), vergelijkbare concentraties op meetlocaties Aertssen en Pito ( $0,058$  en  $0,056 \text{ ng/m}^3$ ) en de laagste concentratie aan de Sportvelden ( $0,036 \text{ ng/m}^3$ ). Deze trend is vergelijkbaar met de trend voor EFSA-PFAS. Anders dan voor de EFSA-PFAS is de  $\Sigma$ PFAS-concentratie relatief hoger op meetlocatie Hooge Maey ten opzichte van de andere meetlocaties. De belangrijkste bijdrage aan de  $\Sigma$ PFAS-concentratie is PFBA (Figuur 14). De PFBA concentratie is bijna dubbel zo hoog op meetpunt Hooge Maey dan op Aertssen en PITO, wat de aanwezigheid van een bron van PFBA dichterbij Hooge Maey dan bij de andere meetpunten kan suggereren.



Figuur 14: Gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en PFBA concentraties.

### 7.3. VERLOOP VAN DE PFAS-CONCENTRATIES IN OMGEVINGSLUCHT IN FUNCTIE VAN DE TIJD

In dit onderzoek werden tijdreeksen opgebouwd van de PFAS-concentraties in de omgevingslucht op de vier meetlocaties. Voor de EFSA-PFAS werden de metingen als tijdreeksen per twee week uitgezet (Figuur 9). De EFSA-PFAS concentraties vertonen een ander tijdsverloop dan de  $\Sigma$ PFAS concentraties (vergelijking Figuur 8 en Figuur 9) en maken soms maar een fractie (10 to 16%) uit van de  $\Sigma$ PFAS. De tijdreeksen van de EFSA-PFAS concentraties tonen een licht toenemende trend en een aantal pieken (vooral een piek op meetlocatie Aertssen in week 11+12 is duidelijk te onderscheiden). De concentraties zijn laag (hoogste piek is 10 keer lager dan toetsingswaarde) waardoor zowel de stijgende trend als het voorkomen van pieken in de EFSA-concentraties niet als alarmerend

beschouwd moet worden. De meest voorkomende EFSA-PFAS component is PFOA, en PFOS in mindere mate (PFNA en PFHxS worden niet of nauwelijks gemeten).

Voor het tijdsverloop van de  $\sum$ PFAS-concentraties werden de metingen als tijdreeksen per weken uitgezet (Figuur 8).

De  $\sum$ PFAS-concentraties liggen meestal tussen 0,01 en 0,1 ng/m<sup>3</sup>, en de variatie in de tijd is vrij beperkt. Er was wel een uitschieter op de Hooge Maey voor de weken 11 t/m 16 (16/05/2023 tot 28/06/2023). Deze piek in de  $\sum$ PFAS-concentraties op de Hooge Maey wordt veroorzaakt door PFBA en HFPO-DA concentraties.

#### 7.4. VERGELIJKING PFAS CONCENTRATIES IN OMGEVINGSLUCHT MET DE MEETCAMPAGNE 2022

In vergelijking met de meetcampagne van 2022 is de analyse-lijst (scope) van PFAS verbindingen iets verschillend in deze studie. Daarom is het niet mogelijk om de  $\sum$ PFAS-concentraties te vergelijken. Voor de EFSA-PFAS en individuele PFAS verbindingen is die vergelijking wel mogelijk. Voor de meest voorkomende (PFBA) en de EFSA-PFAS kan er een vergelijking gemaakt worden tussen de meetcampagnes 2022 en 2023 (Tabel 17). De EFSA-PFAS concentraties op Hooge Maey en Sportvelden is goed vergelijkbaar tussen 2022 en 2023, maar op meetlocaties Aertssen en Pito liggen de EFSA-PFAS concentraties in 2023 lager dan in 2022 (ongeveer factor 3 lager). De PFBA concentratie was vergelijkbaar tussen 2022 en 2023, behalve op meetlocatie Hooge Maey waar de concentratie in 2022 bijna tweemaal hoger was dan in 2023.

Tabel 17: Gemiddelde concentratie (in ng/m<sup>3</sup>) van EFSA-PFAS en PFBA in de omgevingslucht tijdens de meetcampagnes van 2022 en 2023.

	2022		2023	
	EFSA-PFAS ng/m <sup>3</sup>	PFBA ng/m <sup>3</sup>	EFSA-PFAS ng/m <sup>3</sup>	PFBA ng/m <sup>3</sup>
HoogeMaey	0,017	0,106	0,015	0,064
Aertssen	0,031	0,021	0,013	0,030
Pito	0,037	0,046	0,012	0,037
Sportveld	0,006	0,026	0,007	0,024

Zowel in 2022 als in 2023 werd vastgesteld dat PFBA de meest voorkomende PFAS is in de omgevingslucht op de 4 meetlocaties. Van de EFSA componenten werden op de 4 meetlocaties in 2022 enkel PFOA en PFOS gedetecteerd. In 2023 was dat ook het geval, aangevuld met een zeer lage gemiddelde PFHxS concentratie (0,001 ng/m<sup>3</sup>) op de Hooge Maey.

#### 7.5. BELANGRIJKSTE CONCLUSIES

PFAS-verbindingen worden gemeten in de omgevingslucht op de vier meetlocaties. De meest voorkomende PFAS verbindingen zijn PFBA, en in mindere mate PFOA. Van de EFSA-verbindingen werden PFOA en PFOS gemeten. De gemiddelde EFSA-PFAS concentraties, gemeten tijdens de meetperiode van 6 maanden van maart tot en met augustus 2023, liggen op alle meetplaatsen ruim onder de ondergrens van het tijdelijke toetsingskader (0,4 ng/m<sup>3</sup>). **Er kan dus besloten worden dat er geen negatieve gezondheidseffecten te verwachten zijn door blootstelling aan EFSA-PFAS via de omgevingslucht.**

Op de verder gelegen meetlocatie (Sportvelden), op meer dan 2,7 km van Indaver, is de PFAS-concentratie in de omgevingslucht lager dan op de korter bij gelegen meetlocaties op dezelfde as (Pito en Aertssen). Op meetplaats HoogeMaey is de gemiddelde concentratie het hoogst. Op basis van de beperkte meetdata, gemeten tijdens een meetperiode van sterk variërende windrichting, is het moeilijk om eenduidig uit te maken welke factoren een invloed hebben op het concentratieverloop doorheen de tijd op de verschillende meetpunten. Dit kunnen naast de meteorologische factoren

(windrichting, neerslag, windsnelheid) o.a. de omvang en dynamiek zijn van de PFAS-emissies van industriële activiteiten.



---

## HOOFDSTUK 8. BESPREKING MEETRESULTATEN DEPOSITIE

---

Momenteel is er geen toetsingskader voor de depositie van PFAS beschikbaar. Als gevolg kunnen de meetresultaten niet formeel getoetst worden, en kan er ook geen beoordeling gemaakt worden van eventuele blootstellings- en gezondheidsrisico's omwille van PFAS verontreinigde deposities. Er kan wel een relatieve beoordeling gemaakt worden, waarbij de deposities onderling vergeleken worden op de verschillende meetlocaties i.f.v. afstand tot Indaver.

### 8.1. ALGEMENE BEOORDELING VAN DE GEMIDDELDE DEPOSITIE

De gemiddelde PFAS-deposities variëren tussen de locaties en tussen de verschillende PFAS-componenten (Tabel 13, Tabel 14). De deposities liggen voor de meeste PFAS beneden de detectielimiet of zijn zeer laag. De stoffen PFBA en PFOA worden het meest aangetroffen in de deposities, met concentraties tot respectievelijk 49 en 112 ng/m<sup>2</sup>/dag (maximale maandwaarde over alle meetlocaties).

#### 8.1.1. DEPOSITIES OP DE VERST AFGELEGEN MEETLOCATIE VAN INDAVER

Er werden depositiemetingen uitgevoerd op een verder gelegen locatie (Sportveld) op 2,7 km van Indaver (meetstation Sportveld). We stellen vast dat de depositie van verschillende PFAS niet nul is op de verder gelegen meetlocatie en de gemiddelde  $\sum$ PFAS depositie 30 ng/m<sup>2</sup>/dag bedraagt, voornamelijk door depositie van PFBA, PFOA en PFOS. PFBA en PFOA zijn de PFAS verbindingen die ook in de hoogste concentraties in de omgevingslucht gemeten ter hoogte van de Sportvelden.

De depositie van de EFSA-componenten bedraagt gemiddeld 19,9 ng/m<sup>2</sup>/dag op meetlocatie Aertssen, gemiddeld ca. 21,1 ng/m<sup>2</sup>/dag op Pito, en ca. 18,6 ng/m<sup>2</sup>/dag op HoogeMaey (Tabel 13). Dat zijn de locaties in het studiegebied waarvoor de EFSA-PFAS depositie beperkt hoger ligt dan de verst gelegen locatie Sportvelden (15,7 ng/m<sup>2</sup>/dag). Voor meetlocaties Aertssen en Pito is het depositie-surplus ten opzicht van de Sportvelden ca. +5 ng/m<sup>2</sup>/dag, op de Hooge Maey +3 ng/m<sup>2</sup>/dag.

De belangrijkste deposities zijn deze van PFBA en PFOA. In de studie van 2022 was de depositie van EFSA-PFAS gemiddeld het hoogst bij Aertssen en was dit voornamelijk toe te schrijven aan het aandeel van T-PFOS in de depositie. De PFOS depositie in 2023 was beperkt (2 tot 5% van de totale PFAS depositie). Voor PFBS was er een bijdrage aan de depositie in 2022, terwijl deze component in 2023 bijna niet gedetecteerd werd in de deposities.

#### 8.1.2. DEPOSITIE IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT INDAVER

De meetlocaties bevinden zich op verschillende afstand en windrichting t.o.v. Indaver. De gemiddelde depositie van PFAS vertoont relatief weinig variatie tussen meetpunten. De deposities op meetlocatie Aertssen zijn beperkt lager dan op Pito, wat ook werd vastgesteld in de meetcampagne van 2022.

### 8.2. DEPOSITIE PER MAAND

De deposities vertonen verschillen in verloop van tijd (Figuur 11 en Figuur 12). In de periode 20/4 tot 1/06/2023 waren de deposities zeer laag in vergelijking met de andere periodes. De hoogste deposities werden gemeten in de periode 27/07 tot 24/08/2023, wat voornamelijk te verklaren is door een verhoogde depositie van voornamelijk PFOA die wordt gemeten (PFOA is een EFSA-PFAS en vertegenwoordigt 84 tot 95% van de EFSA-PFAS op de meetlocaties). De verhoogde PFOA depositie

doet zich op alle vier meetpunten voor in die periode, onder zeer natte omstandigheden. Deze verhoging kan te wijten zijn aan uitwassing door natte depositie.

### 8.3. VERGELIJKING VAN DE DEPOSITIES IN 2022 EN 2023

De deposities van PFBA en PFOA en de EFSA-PFAS gemeten in de meetcampagnes van 2022 en 2023 zijn gegeven in Tabel 18. De deposities van PFBA en de EFSA-PFAS liggen in dezelfde grootte-orde in 2022 en 2023. De PFOA depositie is in 2023 hoger dan in 2022 en toe te schrijven aan een algemene verhoging op de vier meetlocaties in augustus 2023.

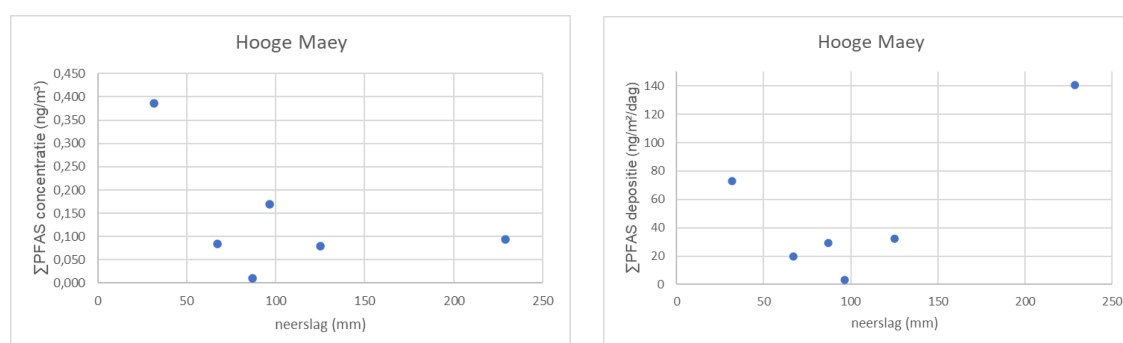
Tabel 18: Gemiddelde  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS deposities tijdens de meetcampagnes van 2022 en 2023.

	2022			2023		
	PFBA ng/m <sup>2</sup> /dag	PFOA ng/m <sup>2</sup> /dag	EFSA-PFAS ng/m <sup>2</sup> /dag	PFBA ng/m <sup>2</sup> /dag	PFOA ng/m <sup>2</sup> /dag	EFSA-PFAS ng/m <sup>2</sup> /dag
HoogeMaey	92,9	3,1	13,0	20,6	16,0	18,6
Aertssen	22,0	1,7	20,1	13,0	16,9	19,9
Pito	9,1	2,2	13,3	14,2	19,7	21,1
Sportveld	16,7	2,3	12,4	9,0	13,9	15,7

### 8.4. DEPOSITIES VERSUS CONCENTRATIES

Er is geen positief verband tussen PFAS deposities en PFAS concentraties in de omgevingslucht. Integendeel, de metingen suggereren een negatief verband tussen beide, met hogere deposities in periodes wanneer de concentraties relatief laag zijn. Een mogelijke verklaring ligt in de invloed van neerslag op PFAS concentraties en deposities. Neerslag kan een reducerend effect hebben op de concentraties in de omgevingslucht. Polluenten worden uit de lucht gewassen en komen zo via natte depositie op het maaiveld terecht.

De  $\Sigma$ PFAS concentraties en deposities op meetlocatie Hooge Maey in functie van de neerslaghoeveelheden suggereren respectievelijk een negatief en positief verband (Figuur 15).



Figuur 15:  $\Sigma$ PFAS concentraties en deposities op meetlocatie Hooge Maey in functie van de neerslag, gemeten in 2023.

## HOOFDSTUK 9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De belangrijkste conclusies van deze studie worden overlopen aan de hand van onderzoeksvragen en antwoorden.

### 9.1. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN DIT ONDERZOEK

#### → Worden er PFAS-verbindingen gemeten in de omgevingslucht?

Op elk van de meetlocaties werden PFAS-verbindingen gemeten. Er werden verschillen in concentraties vastgesteld tussen de meetlocaties onderling en tussen de PFAS-verbindingen.

#### → Welk zijn de belangrijkste PFAS-verbindingen in de omgevingslucht?

De meest voorkomende PFAS verbindingen in de omgevingslucht zijn perfluoroalkylcarboxylzuren (PFCA's) (75 tot 84%, afhankelijk van de meetlocatie). De meest voorkomende PFAS zijn PFBA en PFOA in mindere mate. De samenstelling is vergelijkbaar met deze die in de studie van 2022 gemeten werd.

#### → Hoe hoog liggen de PFAS-concentraties in de omgevingslucht?

Specifiek voor de EFSA-componenten kan gesteld worden dat de gemiddelden minimaal een factor 10 onder de ondergrens van het tijdelijke toetsingskader van 0,4 ng/m<sup>3</sup> liggen en als laag beoordeeld worden. De EFSA-PFAS concentratie lag gemiddeld over de meetcampagne tussen 0,007 ng/m<sup>3</sup> (Sportvelden) en 0,015 ng/m<sup>3</sup> (Hooge Maey). Op Hooge Maey waar de hoogste EFSA-PFAS concentratie gemeten werd, is de gemiddelde concentratie meer dan 25 lager dan de ondergrens van het toetsingskader en wordt als laag beoordeeld. De EFSA-PFAS concentratie in 2023 was ongeveer de helft lager dan in 2022 op meetlocaties Pito en Aertssen.

	2022		2023	
	EFSA-PFAS ng/m <sup>3</sup>	PFBA ng/m <sup>3</sup>	EFSA-PFAS ng/m <sup>3</sup>	PFBA ng/m <sup>3</sup>
HoogeMaey	0,017	0,106	0,015	0,064
Aertssen	0,031	0,021	0,013	0,030
Pito	0,037	0,046	0,012	0,037
Sportveld	0,006	0,026	0,007	0,024

#### → Is er een gezondheidsrisico door blootstelling aan PFAS-verbindingen in de omgevingslucht?

Momenteel wordt er gebruik gemaakt van een tijdelijk toetsingskader om het blootstellingsrisico te bepalen. De grenswaarde (ondergrens) is voor de EFSA-componenten vastgelegd op 0,4 ng/m<sup>3</sup> voor chronische blootstelling. Aan deze waarde kunnen de gemiddelde gemeten concentraties getoetst worden.

Op alle meetlocaties lag de EFSA-concentratie in omgevingslucht in 2022 en 2023 ruim onder de toetsingswaarde waardoor het gezondheidsrisico door blootstelling aan EFSA-PFAS via de omgevingslucht tijdens de meetperiode als verwaarloosbaar wordt beoordeeld.

→ **Worden er PFAS-verbindingen gemeten in de depositie?**

Op elk van de meetlocaties werden PFAS-verbindingen gemeten in de depositie.

→ **Welk zijn de belangrijkste PFAS-verbindingen in de deposities?**

De belangrijkste deposities zijn deze van PFBA en PFOA. De depositie van PFOA was in één meetperiode (depositie augustus 2023) sterk verhoogd t.o.v. de andere maanden op alle meetlocaties.

→ **Hoe hoog zijn de deposities?**

De deposities vertonen aanzienlijke verschillen in verloop van tijd. In de periode 20/4 tot 1/06/2023 waren de deposities zeer laag in vergelijking met de andere periodes. De hoogste deposities werden gemeten in de periode 27/07 tot 24/08/2023, wat voornamelijk te wijten is aan een verhoogde depositie van de EFSA-PFAS in die periode. Van de EFSA-PFAS is het voornamelijk PFOA die in verhoogde concentraties wordt gemeten (PFOA vertegenwoordigt 84 tot 95% van de EFSA-PFAS). De verhoogde PFOA depositie komt op alle vier meetpunten voor in die periode. De deposities zijn lager op meetlocatie Sportvelden in vergelijking met de andere drie meetlocaties, die onderling beperkt verschillen.

→ **Is er een toetsingskader voor deposities om blootstellingsrisico's te beoordelen?**

Er is momenteel geen toetsingskader voor PFAS-deposities beschikbaar.

→ **Kunnen bronnen geïdentificeerd worden?**

Op basis van deze meetgegevens is bronidentificatie niet mogelijk.

---

## REFERENTIES

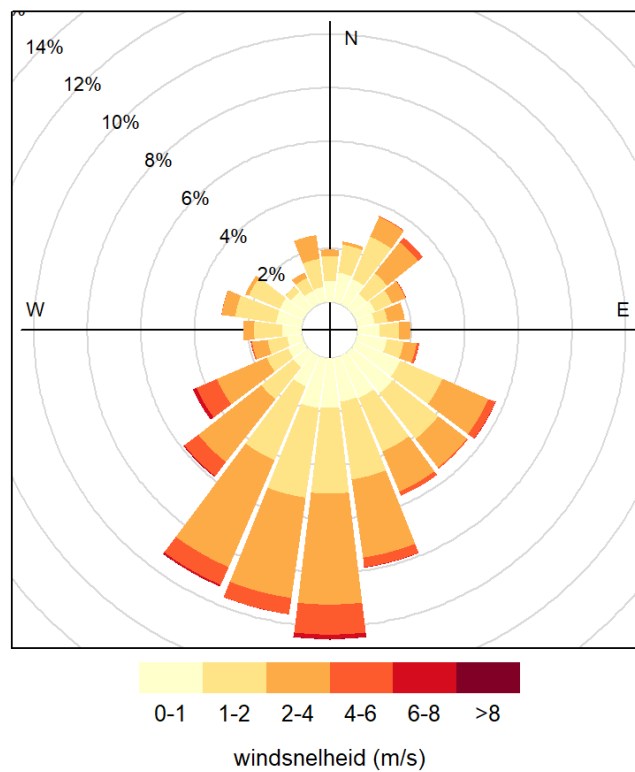
VITO rapport 2023/HEALTH/R/2918. STUDIE NAAR PFAS IN LUCHT EN DEPOSITIES IN DE OMGEVING VAN INDAVER EN STABROEK. 60p.

## BIJLAGE

### INTERPRETATIE VAN DE WINDROOS

- Cirkels met percentages: aandeel van de tijd dat de wind uit een bepaalde richting kwam (procentueel)
- Richting van segmenten: richting van waaruit de wind komt
- Inkleuring van de segmenten: proportioneel volgens windsnelheid (schaalverdeling onderaan)

**29/07/2021-13/01/2022**



## LIJST VAN DE GEANALYSEERDE WAC-SCOPE PFAS VERBINDINGEN

Component/Compound	Afkorting/ Abbreviation	depositie		Omgevingslucht (filter)		Omgevingslucht (PUF)	
		U (k=2)	Opm.	U (k=2)	Opm.	U (k=2)	Opm.
perfluor-n-butaanzuur perfluoro-n-butanoic acid	PFBA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-pentaanzuur perfluoro-n-pentanoic acid	PFPeA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-hexaanzuur perfluoro-n-hexanoic acid	PFHxA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-heptaanzuur perfluoro-n-heptanoic acid	PFHpA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-octaanzuur (lineair) perfluoro-n-octanoic acid (linear)	L-PFOA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-octaanzuur (totaal) perfluorooctanoic acid (total)	T-PFOA	-		-		-	
perfluor-n-nonaanzuur perfluoro-n-nonanoic acid	PFNA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-decaanzuur perfluoro-n-decanoic acid	PFDA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-undecaanzuur perfluoro-n-undecanoic acid	PFUnDA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-dodecaanzuur perfluoro-n-dodecanoic acid	PFDoDA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-tridecaanzuur perfluoro-n-tridecanoic acid	PFTrDA	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-tetradecaanzuur perfluoro-n-tetradecanoic acid	PFTeDA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-hexadecaanzuur perfluoro-n-hexadecanoic acid	PFHxDA	<50%		<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-octadecaanzuur perfluoro-n-octadecanoic acid	PFODA	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-butaansulfonzuur perfluoro-n-butanesulfonic acid	PFBS	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-pentaansulfonzuur perfluoro-n-pentanesulfonic acid	PFPeS	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineair) perfluoro-n-hexanesulfonic acid (linear)	L-PFHxS	<50%		<50%		<50%	
perfluorhexaansulfonzuur (totaal) perfluorohexanesulfonic acid (total)	T-PFHxS	-		-		-	
perfluor-n-heptaansulfonzuur perfluoro-n-heptanesulfonic acid	PFHpS	<50%		<50%		<50%	
perfluor-n-octaansulfonzuur (lineair) perfluoro-n-octanesulfonic acid (linear)	L-PFOS	<50%		<50%		<50%	
perfluor-octaansulfonzuur (totaal) perfluorooctanesulfonic acid (total)	T-PFOS	-		-		-	
perfluor-n-nonaansulfonzuur perfluoro-n-nonanesulfonic acid	PFNS	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-decaansulfonzuur perfluoro-n-decanesulfonic acid	PFDS	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-undecaansulfonzuur perfluoro-n-undecanesulfonic acid	PFUnDS	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-dodecaansulfonzuur perfluoro-n-dodecanesulfonic acid	PFDoDS	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-tridecaansulfonzuur perfluoro-n-tridecanesulfonic acid	PFTrDS	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
4:2 fluorotelomeersulfonzuur 4:2 fluorotelomer sulfonic acid	4:2 FTS	>50%		>50%	indicatief/ indicative	>50%	
8:2 fluorotelomeersulfonzuur 8:2 fluorotelomer sulfonic acid	8:2 FTS	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative
10:2 fluorotelomeersulfonzuur 10:2 fluorotelomer sulfonic acid	10:2 FTS	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative	>50%	indicatief/ indicative
perfluor-n-butaansulfonamide perfluoro-n-butanesulfonamide	PFBSA	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	
N-methylperfluor-n-butaansulfonamide N-methylperfluoro-n-butanefulfonamide	MePFBSA	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
2-N-methylperfluor-n-butaansulfonamide azijnzuur	MePFBSAA	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative

Component/Compound	Afkorting/ Abbreviation	depositie		Omgevingslucht (filter)		Omgevingslucht (PUF)	
		U (k=2)	Opm.	U (k=2)	Opm.	U (k=2)	Opm.
2-(N-methylperfluoro-n-butanesulfonamido)acetic acid							
perfluor-n-hexaansulfonamide (lineair) perfluoro-n-hexanesulfonamide (linear)	L-PFHxSA	<50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	
perfluor-n-hexaansulfonamide (totaal) perfluoro-n-hexanesulfonamide (total)	T-PFHxSA	-		-		-	
perfluor-n-octaansulfonamide (lineair) perfluoro-n-octanesulfonamide (linear)	L-PFOA	<50%		<50%		<50%	
perfluorooctaansulfonamide (totaal) perfluorooctanesulfonamide (total)	T-PFOA	-		-		-	
N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineair) N-methylperfluor-n-octanesulfonamide (linear)	L-MePFOA	<50%		<50%		<50%	indicatief/ indicative
N-methylperfluorooctaansulfonamide (totaal) N-methylperfluorooctanesulfonamide (total)	T-MePFOA	-		-		-	indicatief/ indicative
N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (lineair) N-ethylperfluor-n-octanesulfonamide (linear)	L-EtPFOA	<50%		<50%			indicatief/ indicative
N-ethylperfluorooctaansulfonamide (totaal) N-ethylperfluorooctanesulfonamide (total)	T-EtPFOA	-		-		-	indicatief/ indicative
2-(N-methylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (lineair) 2-(N-methylperfluoro-n-octanesulfonamido)acetic acid (linear)	L-MePFOAA	<50%		<50%		<50%	
2-(N-methylperfluorooctaansulfonamido)azijnzuur (totaal) 2-(N-methylperfluorooctanesulfonamido)acetic acid (total)	T-MePFOAA	-		-		-	
2-(N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (lineair) 2-(N-ethylperfluoro-n-octanesulfonamido)acetic acid (linear)	L-EtPFOAA	<50%		<50%		<50%	
2-(N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido)azijnzuur (totaal) 2-(N-ethylperfluoro-n-octanesulfonamido)acetic acid (total)	T-EtPFOAA	-		-		-	
6:2 fluortelomeerfosfaat diester 6:2 fluortelomerphosphate diester	6:2 diPAP	<50%		<50%		<50%	indicatief/ indicative
6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester 6:2/8:2 fluortelomerphosphate diester	6:2/8:2 diPAP	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	indicatief/ indicative
8:2 fluortelomeerfosfaat diester 8:2 fluortelomerphosphate diester	8:2 diPAP	<50%		<50%		<50%	indicatief/ indicative
perfluor-2-propoxypropanoic acid perfluoro-2-propoxypropanoic acid	HFPO-DA	<50%		<50%		<50%	
4,8-dioxa-3H-perfluoronaan-3-yl-azijnzuur 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoic acid	ADONA	<50%		<50%		<50%	
perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur perfluoro-4-ethylcyclohexane sulfonic acid	PFECs	>50%	indicatief/ indicative	<50%		<50%	

Indicatief/indicative : geen kwantitatief resultaat

U = measurement uncertainty 95% confidence

- : geen resultaat