

CASE : MONITORING PFAS SCHOUWEMISSIONS UIT DRAAITROMMELOVEN (DTO 2) VAN INDAVER NV: i.k.v. de ontwikkeling van een gevalideerde bemonsterings- en analysemethode



Studie uitgevoerd deels in kader van de referentietask LUCHT in opdracht van Departement Omgeving en deels in opdracht van Indaver

Juli 2022

INHOUD

HOOFDSTUK 1. INLEIDING	1
1.1. CONTEXT	1
1.2. DOELSTELLING	1
1.3. TIJDELIJK TOETSINGSKADER	2
1.4. MEETSTRATEGIE	3
HOOFDSTUK 2. EMISSIES.....	4
2.1. MEETOPZET	4
2.2. RESULTATEN	5
HOOFDSTUK 3. MODELLERING	12
3.1. MODEL	12
3.2. DE EMISSIES	12
3.3. DE RESULTATEN	13

LIJST VAN TABELLEN

TABEL 1 : GENORMALISEERDE CONCENTRATIES (NG/NM ³ DR) VAN DE PFAS COMPONENTEN OP DE VERSCHILLENDE MEETDAGEN. DE COMPONENTEN IN GEEL GEARCEERD BEHOREN TOT DE UITBREIDING VAN 41 TOT 50 COMPONENTEN	8
TABEL 2 : GENORMALISEERDE EMISSIEWAARDEN (NG/NM ³ DR) VAN DE PFAS COMPONENTEN OPGEMETEN OP DE TWEE MEETDAGEN. DE COMPONENTEN IN GEEL GEARCEERD BEHOREN TOT DE UITBREIDING VAN 41 TOT 50 COMPONENTEN.....	10
TABEL 3 : SCHOUWGEGEVENS VAN DE 3 DTO'S.....	13

LIJST VAN FIGUREN

FIGUUR 1 : MEETPUNT EN GEMODIFICEERDE EPA OTM-45 OPSTELLING SCHOUWMETING, NA DE SCRUBBER VAN DE FILMWASSERIJ (RODE PIJL)	4
FIGUUR 2 : MEETOPZET GEMODIFICEERDE EPA OTM-45 METHODE.....	5
FIGUUR 3 : GEMETEN PFAS (NG/MONSTER) ALS SOM VAN DE 5 ANALYTISCHE FRACTIES VOOR DE PRE- EN POST-BLANCO EN 5 MEETDAGEN (1, 2 EN 16 DECEMBER 2021 EN 22 EN 23 FEBRUARI 2022).	6
FIGUUR 4 : PROCENTUELE SAMENSTELLING VAN DE INDIVIDUELE PFAS COMPONENTEN (% OF TOTAL NG) TIJDENS DE EMISSIEMETINGEN OP 1, 2 EN 16 DECEMBER (RESPECTIEVELIJK BINNENSTE, MIDDELSTE EN BUITENSTE CIRKEL).	7
FIGUUR 5 : PROCENTUELE SAMENSTELLING VAN DE INDIVIDUELE PFAS COMPONENTEN (% OF TOTAL NG) TIJDENS DE EMISSIEMETINGEN OP 22 EN 23 FEBRUARI (RESPECTIEVELIJK BINNENSTE EN BUITENSTE CIRKEL).	7
FIGUUR 6 : GEMODELLEERDE JAARGEMIDDELTE TOTALE PFAS-CONCENTRATIE AFKOMSTIG VAN INDAVER (IN NG/M ³). HET TIJDELIJK EFSA TOETSINGSKADER STELT EEN GEZONDHEIDSKUNDIGE ADVIESWAARDE WAARDE VAN 0,4 – 2,2 NG/M ³ VOOR DE SOM VAN DE 4 PFAS VERBINDINGEN. ACHTERGRONDFOTO: ORTHOFOTOMOZAÏEK, MIDDENSCHALIG, WINTEROPNAMEN, KLEUR, MEEST RECENT, VLAANDEREN ON GEOSERVICES.INFORMATIEVLAANDEREN.BE	14
FIGUUR 7 : GEMODELLEERDE MAXIMALE DAGGEMIDDELTE TOTALE PFAS-CONCENTRATIE AFKOMSTIG VAN INDAVER (IN NG/M ³). HET TIJDELIJK EFSA TOETSINGSKADER STELT EEN GEZONDHEIDSKUNDIGE ADVIESWAARDE WAARDE VAN 0,4 – 2,2 NG/M ³ VOOR DE SOM VAN DE 4 PFAS VERBINDINGEN.	15

LIJST VAN AFKORTINGEN

EPA	US Environmental Protection Agency
TSP	Total suspended particles (totaal stof)
EFSA	European Food Safety Authority
DTO	Draaitrommeloven

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. CONTEXT

PFAS zijn een zeer diverse groep van verschillende fluorhoudende verbindingen met diverse fysische en chemische eigenschappen en alomtegenwoordig in onze consumentenproducten en processen. Bovendien zijn deze verbindingen uiterst resistent en vervallen deze mogelijks tot andere PFAS producten tijdens het thermisch afbraakproces.

Voor een aantal PFAS-verbindingen (bijv. PFOA en PFOS) zijn er gevalideerde analysemethoden beschikbaar voor water, bodem, bloed en voeding. In het kader van de PFAS problematiek in Zwijndrecht zijn reeds bemonsteringen en analyses uitgevoerd voor de bepaling van PFAS in omgevingslucht (zowel de deeltjesfractie als de vluchtige PFAS) en kunnen de hierbij gevalideerde meetmethoden worden toegepast voor deze campagne. In het kader van het opstellen van een Vlaamse gevalideerde meetmethode voor PFAS in geleide emissies, werd Indaver bereid gevonden om bij de ontwikkeling en de validatie van deze methode (gebaseerd op de EPA OTM-45 methode) te ondersteunen door in eerste instantie hun geleide emissiebronnen op de site op de Poldervlietweg 5 in Antwerpen ter beschikking te stellen voor de metingen.

In dit rapport worden de resultaten opgenomen van 5 emissie-meetcampagnes uitgevoerd door het referentielaboratorium VITO. Twee campagnes werden uitgevoerd in december 2021 (respectievelijk 1 en 2 december en 16 december 2021), één in februari 2022 (22 en 23 februari), één in maart 2022 (30 maart) en één in mei 2022 (19 mei). Telkens werd de staalname uitgevoerd op het emissiepunt van de draaitrommeloven 2 (DTO2). Tijdens de campagnes van maart en mei werden er tevens op respectievelijk 31 maart en 20 mei 2022 staalnames uitgevoerd op het meetpunt na de electrofilter, ook op de lijn van de DTO2.

De eerste vier meetcampagnes werden uitgevoerd binnen de referentietoets. De meetcampagne in mei 2022 werd uitgevoerd i.o.v. Indaver NV.

De vervolgstappen om tot een LUC meetmethode te komen is het uitvoeren van vergelijkende emissiemetingen met commerciële laboratoria.

1.2. DOELSTELLING

Het doel van het project bij Indaver is om de onderzoeksmeetmethode OTM-45 te valideren en meetgegevens te verzamelen omtrent de potentiële PFAS gehaltes in de schouwemissies afkomstig van de draaitrommeloven (DTO) van Indaver. In het tijdsbestek dat voorhanden was en om resultaten in de tijd te kunnen vergelijken, werd hiervoor enkel de DTO2 bemeaten. Op basis van communicatie met Indaver wordt er voor de modellering (zie Hoofdstuk 3) van uitgegaan dat de emissies van de andere 2 DTO's vergelijkbaar zijn met die van de DTO2. Verdere metingen dienen deze hypothese te onderbouwen.

Naast het rechtstreeks meten van de schouwemissies, wordt in dit rapport op basis van de bekomen meetresultaten ook een modellering voorzien, om de impact van deze schouwemissies op de omgeving in kaart te brengen. Deze gemodelleerde waarden worden vervolgens vergeleken met het tijdelijk EFSA toetsingskader dat in eerdere rapporten (2021/HEALTH/R/2592 en 2021/HEALTH/R/2610) werd voorgesteld en hier verder toegelicht in §1.3.

1.3. 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://zorg-en-gezondheid.be)). 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 methode¹, 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 een tijdelijk toetsingskader voorgesteld:

- Een waarde tussen **0,4 en 2,2 ng/m³** 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)².
- 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 guidance³ (nl. inhalatievolume van 20 m³/dag) en een lichaamsgewicht van 70 kg wordt hiervoor toegepast.
- Men dient ermee rekening te houden dat de volledige 'ruimte' om de GWW 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. 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 m³/dag en 70 kg), en een allocatiefactor tussen 20 en 100 % neemt, komt men tot **een waarde van 0,4 - 2,2 ng/m³** 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

¹ [Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx \(zorg-en-gezondheid.be\)](https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223)

² <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>

³ https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf/e153243a-03f0-44c5-8808-88af66223258

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** dient gebruikt te worden, in afwachting van een **volwaardige gezondheidkundige advieswaarde voor PFAS in omgevingslucht**, volgens de methodiek opgesteld door AZG en VITO⁴. Hierbij dient zeker gekeken te worden naar studies die expliciet gaan over inhalatoire routes. Als 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/m³ en een bovengrens van 2,2 ng/m³. Er wordt niet met één vaste waarde gewerkt om rekening te kunnen houden met verschillen in allocatiefactor. De meest strenge toetsingswaarde is de ondergrenswaarde.

1.4. MEETSTRATEGIE

Er werd gestart met een gerichte meetcampagne om emissieconcentraties te verzamelen. Daarbij werd de focus gelegd op de geleide emissies van de draaitrommelovens. Op 5 verschillende meetdagen (3 in december 2021 en 2 in februari, 1 in maart en 1 in mei 2022) werden de emissies in de schouw van DTO2 bemonsterd. De monsters werden via LC-MS/MS geanalyseerd op initieel 41 PFAS verbindingen (eerste 5 meetdagen) en daarna (laatste 2 metingen) uitgebreid naar 50 verbindingen. De keuze van deze verbindingen werd ingegeven door de ter beschikking zijnde methodes (CMA/3/D en WAC/IV/A/025)⁵.

De eerste meetronden (december 2021), hadden tot doel om de praktische haalbaarheid van de methodiek te evalueren. Rond deze meetmethode, welke gebaseerd is op de US EPA OTM-45 ('21; publicatie als draft in januari 2022), is nog maar beperkt praktische ervaring om metingen uit te voeren op geleide emissies. Indaver werd bereid gevonden om zijn installaties beschikbaar te stellen om de voorgestelde methodiek in de praktijk uit te testen door VITO. Na evaluatie van de eerste meetronde werd door VITO geconcludeerd dat er reeds een kwalitatieve dataset voor de niet-vluchtige en semi-vluchtige componenten beschikbaar is, maar dat nog verdere, incrementele, verbeteringen mogelijk zijn. Indaver werd bereid gevonden om de bijkomende testen op hun installaties te laten uitvoeren.

Op basis van de bekomen resultaten van de emissiemeetcampagnes, werd de impact naar de omgeving gemodelleerd met het in Vlaanderen ondersteunde IFDM rekenmodel. Deze gemodelleerde concentraties werden vervolgens afgetoetst tegen het tijdelijk EFSA toetsingskader (§1.3).

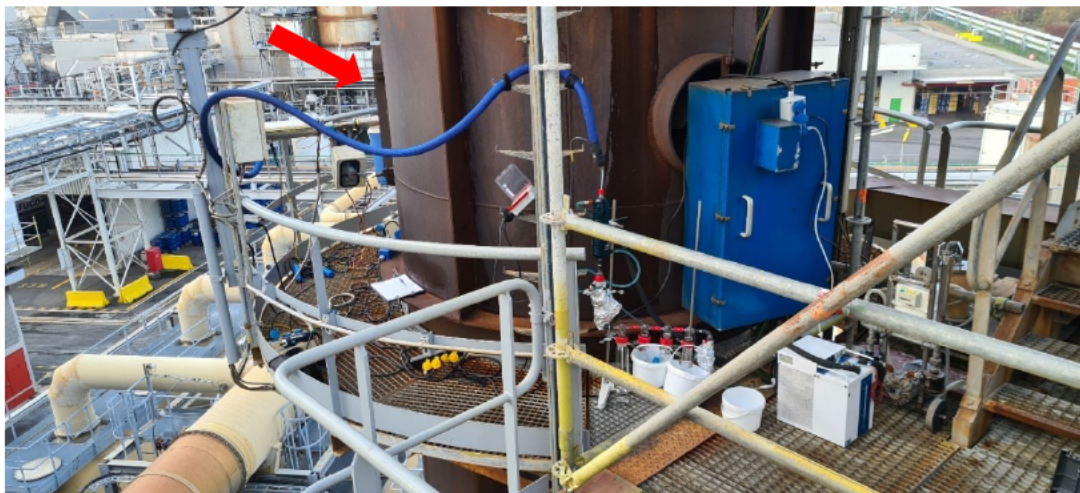
⁴ [Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx \(zorg-en-gezondheid.be\)](#)

⁵ *De bijkomende componenten en bijhorende concentraties kaderen in de continue uitbreiding van de scope van de vermelde methodes. De concentraties dienen in deze evenwel als indicatief beschouwd te worden..*

HOOFDSTUK 2. EMISSIES

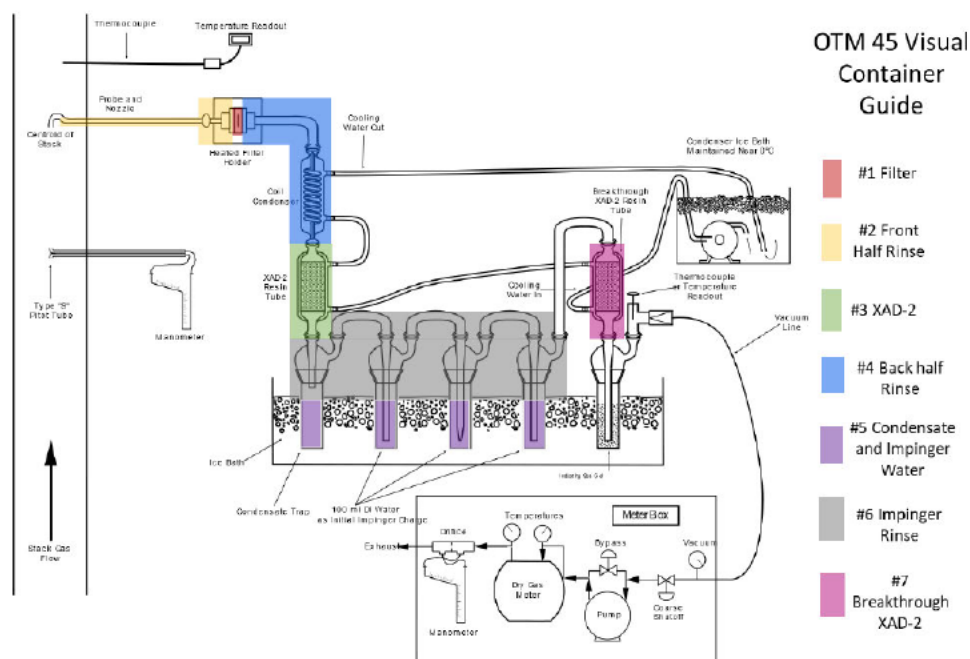
2.1. MEETOPZET

Het meetpunt en gemodificeerde OTM-45 opstelling op DTO2 worden weergegeven in onderstaande figuur (Figuur 1).



Figuur 1 : Meetpunt en gemodificeerde EPA OTM-45 opstelling schouwmeting op de DTO2 bij Indaver,

De bemonsteringen werden uitgevoerd volgens het gemodificeerde EPA OTM-45 meetprotocol (impinger trein met 2 XAD2-containers). De scope van de bemeten componenten, weergegeven in dit rapport, correspondeert grotendeels met de scope van de vermelde OTM methode.



Figuur 2 : Meetopzet gemodificeerde EPA OTM-45 methode

Deze procedure capteert zowel de deeltjesgebonden PFAS (filter), als de semivolatiele PFAS componenten (XAD2-patronen en impingers) en resulteert in 7 stalen die vervolgens worden gepoold tot 5 analytische fracties:

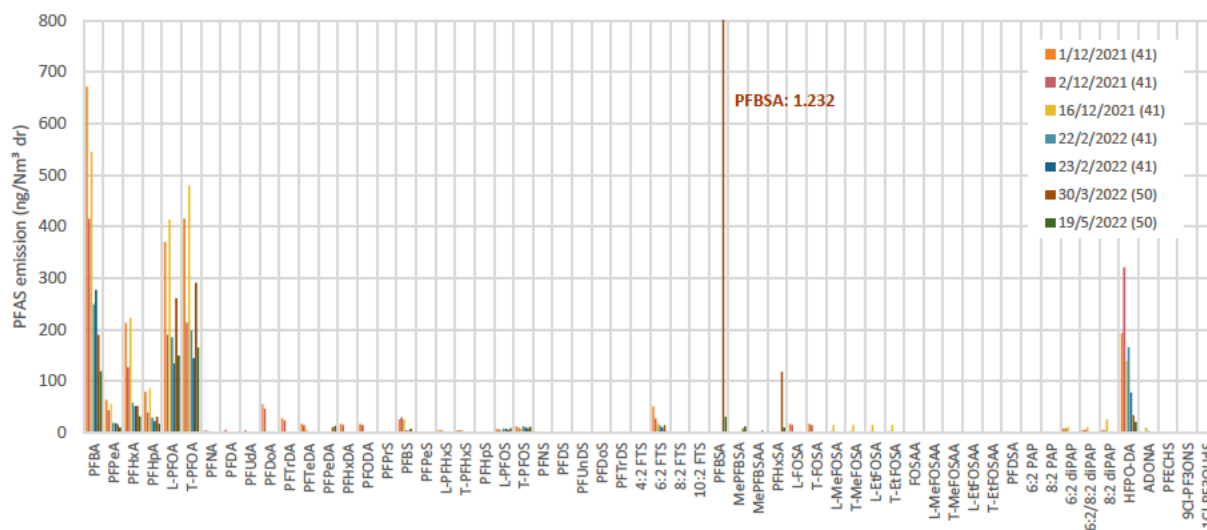
- filter + spoelsel probe
- spoelsel condenser + impinger 1
- XAD2-1
- water impinger (1-4) + rinse impinger (2-4)
- XAD2-2

Een aantal PFAS-verbindingen (8 verbindingen uit Tabel 1) komen zowel in lineaire als in vertakte vorm voor (PFOA, PFHxS, PFOS, PFOSA, MePFOSA, EtPFOSA, MePFOSAA en EtPFOSAA). In de meetresultaten wordt daarom voor een aantal 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 de som werd enkel de totale fractie ("T-") meegenomen.

2.2. Resultaten

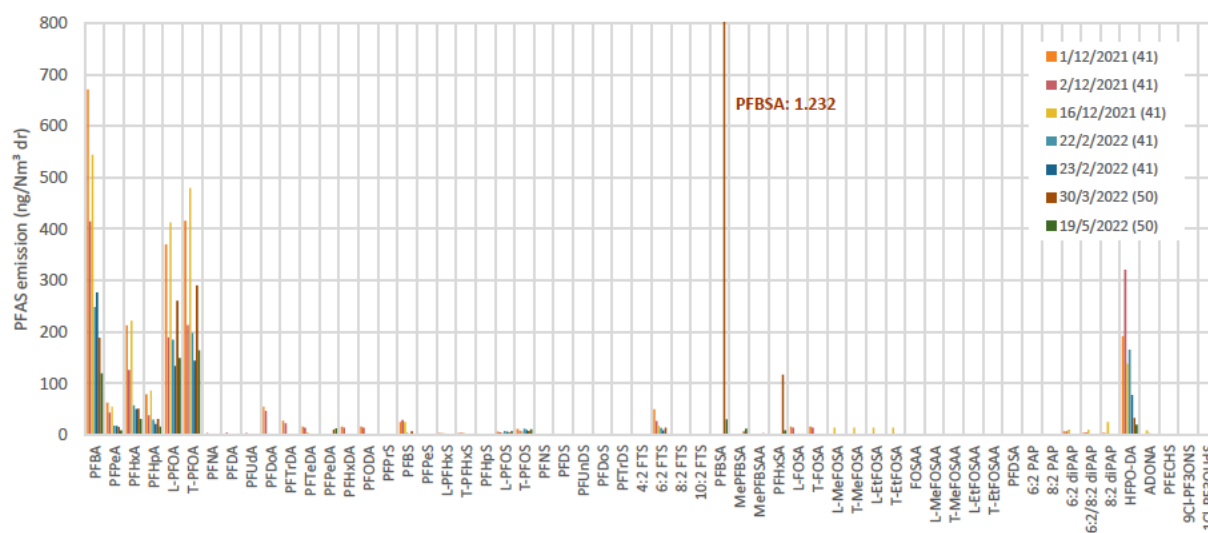
2.2.1. Resultaten emissiemeetpunt DTO2

Wanneer we de som van de 5 analytische fracties per PFAS component en meting beschouwen (



Figuur 3), zien we dat telkens dezelfde componenten gedetecteerd worden tijdens de 7 meetdagen. De belangrijkste componenten zijn PFBA, PFOA, HFPO-DA (GenX), PFHxA, PFHpA, 6:2 FTS, PFBS met concentraties die duidelijk te onderscheiden zijn van de pre- en postblanco's. Absolute concentraties lopen op tot maximaal ~670 ng/Nm³dr (PFBA). Er valt daarnaast op te merken dat de PFAS- emissies op de DTO2 afnemen in de tijd.

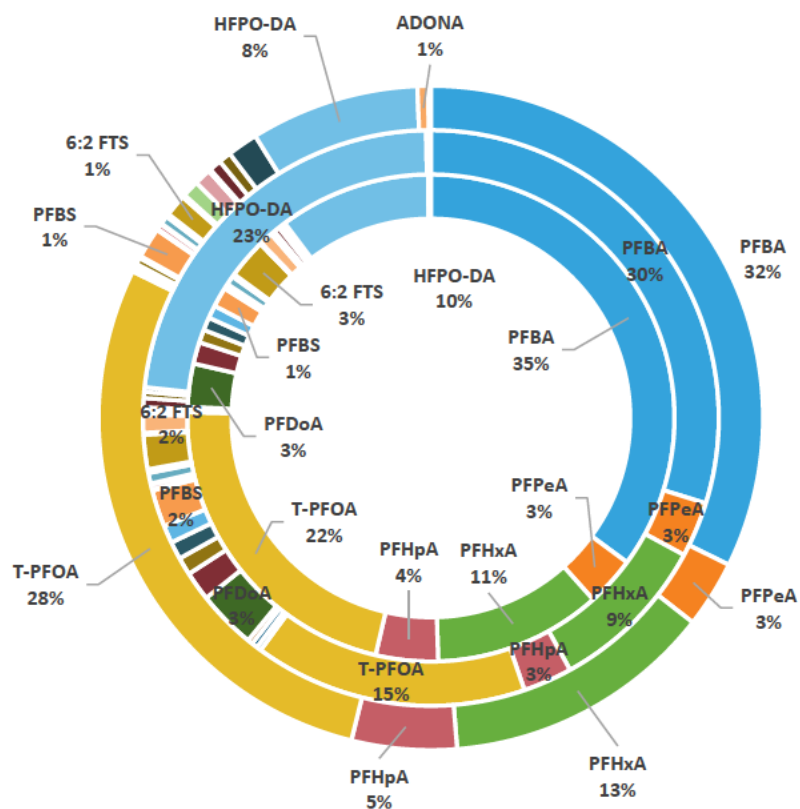
Wanneer we de gemeten PFAS concentraties (ng/sample) vervolgens verrekenen met het bemonsterde debiet en omrekenen naar 11% zuurstof, verkrijgen we de genormaliseerde PFAS emissies (ng/Nm³dr), zoals weergegeven in

Tabel 1 (middengrens methode: $<DL = \frac{1}{2} DL$).

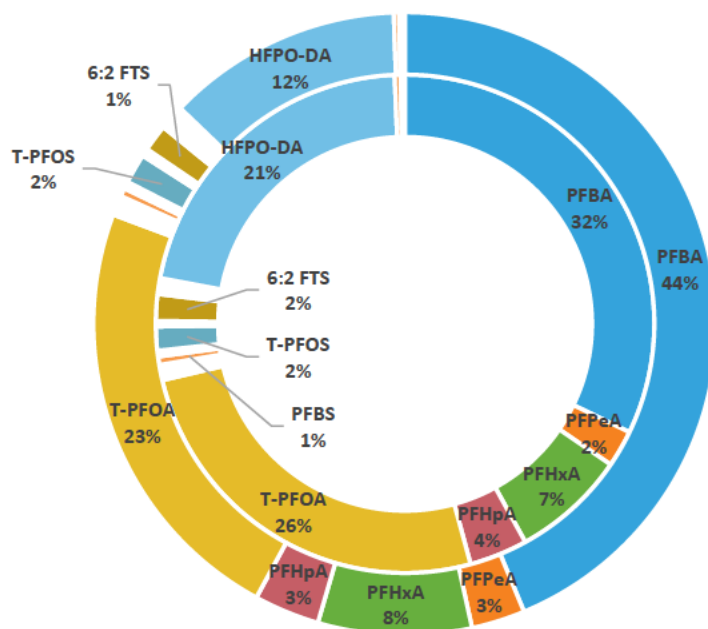
Figuur 3 : Gemeten PFAS emissie ($ng/Nm^3 dr$) als som van de 5 analytische fracties voor de 7 meetdagen (1, 2 en 16 december 2021, 22 en 23 februari, 30 maart en 19 mei 2022).

Op basis van de onderlinge verhouding (%) van de individuele PFAS componenten van de 41 PFAS componenten (Figuur 4 en Figuur 5) kunnen we stellen dat de PFAS fingerprint in de DTO schouwemissies erg gelijkend is tussen de 7 opeenvolgende meetdagen met grootste bijdragen van PFBA (30-44%), HFPO-DA (8-23%), PFOA (15-28%), PFHxA (7-13%), PFHpA (3-5%), PFPeA (2-3%), 6:2 FTS (1-3%), PFBS (1-2%). Kleinere occasionele bijdragen worden ook opgemerkt voor PFDoA (3%).

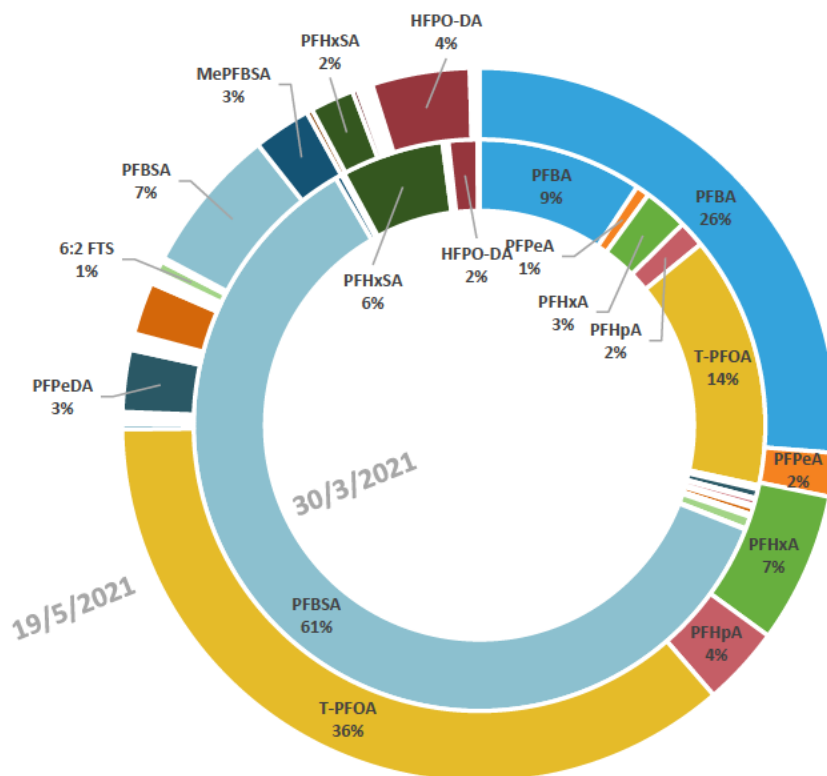
Indien we de componenten van de uitgebreidere analyse (50 PFAS componenten; Figuur 6 en geel gearceerd in tabel 1) beschouwen, zien we in maart een significante bijdrage van PFBSA (tot 61% of 1232 $ng/Nm^3 dr$) en ook van PFHxSA (tot 6% of 117 $ng/Nm^3 dr$). Deze componenten nemen qua procentuele bijdrage duidelijk af in mei tot respectievelijk 7% voor PFBSA en 2% voor PFHxSA. Gezien de significante bijdrage in de maart-campagne is er met terugwerkende kracht ook gekeken naar de bijdrage van deze componenten in de resultaten van de februari-campagne. Deze blijft beperkt blijft tot respectievelijk 2,1% voor PFBSA en 0,7 % voor PFHxSA. We verwijzen hierbij ook naar de voetnoot 5 van pagina 3 van dit rapport.



Figuur 4 : Procentuele samenstelling van de individuele PFAS componenten (% of ng/Nm³dr) tijdens de emissiemetingen op 1, 2 en 16 december (respectievelijk binnenste, middelste en buitenste cirkel).



Figuur 5 : Procentuele samenstelling van de individuele PFAS componenten (% of ng/Nm³dr) tijdens de emissiemetingen op 22 en 23 februari (respectievelijk binnenste en buitenste cirkel).



Figuur 6 : Procentuele samenstelling van de individuele PFAS componenten (% of ng/Nm³dr) tijdens de emissiemetingen op 30 maart en 19 mei (respectievelijk binnenste en buitenste cirkel).

Totale PFAS emissies (41 componenten) variëren op basis van deze 7 metingen tussen 387 en 1912 ng/Nm³dr. De berekende emissiewaarden, op basis van de middengrensmethode, voor elk van de beschouwde PFAS componenten worden weergegeven in Tabel 1. De emissies van de EFSA componenten (waarvoor een tijdelijk toetsingskader bestaat op immissie niveau) variëren van 156 tot 493 ng/Nm³ dr.

Tabel 1 : Genormaliseerde concentraties (ng/Nm³dr) van de PFAS componenten op de verschillende meetdagen. De componenten in geel gearceerd behoren tot de uitbreiding van 41 tot 50 componenten

Component	MIDDENGRENS METHODE: <DL = 1/2DL						
	SCHOUW	SCHOUW	SCHOUW	SCHOUW	SCHOUW	SCHOUW	SCHOUW
	01-Dec-21 ng/Nm ³ dr	02-Dec-21 ng/Nm ³ dr	16-Dec-21 ng/Nm ³ dr	22-Feb-22 ng/Nm ³ dr	23-Feb-22 ng/Nm ³ dr	30-Mar-22 ng/Nm ³ dr	19-May-22 ng/Nm ³ dr
nieuwe componenten							
PFBA	671.2	414.7	544.1	248.7	276.8	188.9	119.2
PFPeA	63.0	43.2	54.9	18.5	17.6	15.5	9.0
PFHxA	212.8	126.2	222.2	57.4	50.4	51.1	31.0
PFHpA	78.8	38.4	86.1	29.2	21.5	30.5	16.3
L-PFOA	369.9	189.4	412.7	184.8	133.6	260.4	149.0
T-PFOA	415.5	213.5	479.0	197.9	144.1	290.3	164.4
PFNA	2.8	3.7	2.5	1.8	1.4	1.3	1.1
PFDA	2.2	4.6	1.9	1.4	1.0	1.1	0.7
PFUdA	1.8	3.9	1.0	0.8	0.8	0.6	0.5
PFDoA	54.7	45.9	0.7	0.8	0.7	0.6	0.4
PFTTrDA	27.5	22.9	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
PFTeDA	16.5	13.8	5.4	0.7	0.6	0.5	0.4

PFPeDA						10.3	12.7
PFHxDA	16.5	13.8	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
PFODA	16.5	13.8	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
PFPPrS						0.5	0.4
PFBs	25.1	28.7	25.0	4.1	2.7	6.9	0.8
PFPeS	1.2	1.1	1.0	0.8	0.6	0.7	0.4
L-PFHxS	3.7	3.3	3.5	1.3	1.0	1.2	0.5
T-PFHxS	4.3	3.7	4.5	1.4	1.1	1.4	0.5
PFHpS	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4
L-PFOS	6.2	5.3	4.0	7.5	6.5	4.6	8.0
T-PFOS	11.4	8.3	6.9	12.0	9.8	7.9	10.7
PFNS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
PFDS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
PFUnDS						0.5	0.4
PFDoS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
PFTTrDS						0.5	0.4
4:2 FTS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
6:2 FTS	50.1	26.9	17.9	13.3	8.8	14.2	2.3
8:2 FTS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.4
10:2 FTS	0.9	0.7	0.6	0.8	0.7	0.5	0.4
PFBsA						1231.9	30.0
MePFBsA						7.3	11.8
MePFBsAA						3.5	1.2
PFHxSA						117.3	9.0
L-FOSA	16.5	13.8	0.8	1.1	1.0	0.9	0.9
T-FOSA	16.5	13.8	0.9	1.5	1.4	1.3	1.1
L-MeFOSA	1.8	2.2	13.8	0.7	0.9	0.8	0.5
T-MeFOSA	1.8	2.2	13.8	0.7	1.2	1.4	0.5
L-EtFOSA	1.8	2.2	13.8	0.7	0.8	0.7	0.0
T-EtFOSA	1.8	2.2	13.8	0.7	1.0	0.8	0.0
FOSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-MeFOSA	0.9	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4
T-MeFOSA	0.9	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
L-EtFOSA	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4
T-EtFOSA	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
PFDSA						0.5	0.4
6:2 PAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8:2 PAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6:2 diPAP	7.2	7.2	10.1	0.7	0.6	0.6	0.5
6:2/8:2 diPAP	4.8	4.8	10.1	0.7	0.6	0.5	0.4
8:2 diPAP	4.5	3.6	25.1	0.7	0.6	0.5	0.4
HFPO-DA	192.1	320.6	138.4	165.4	77.5	33.2	20.1
ADONA	1.0	1.4	9.0	3.1	1.8	0.5	0.7
PFECHS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
9CI-PF3ONS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
11CI-PF3OUdS	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4
SUM 41 (total; without new compounds)	1912	1392	1685	773	633	658	387
SUM 50 (total; with new compounds)						2031	454
SUM EFSA (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS)	434	229	493	213	156	301	177

2.2.2. Resultaten na elektrofilter op de lijn DTO2

Er werden op 31 maart en 20 mei eveneens metingen uitgevoerd op het meetpunt na de elektrofilter. De metingen werden daarbij uitgevoerd op het bestaande meetpunt. Als opmerking dient gegeven te worden dat de diameter van de meetopening niet toeliet om een verwarmde sonde conform de OTM te gebruiken, werd de meetopstelling aangepast. In plaats van een verwarmde sonde met verwarmd

filterhuis werd de meting uitgevoerd met een onverwarmde glazen liner met een (in stack) kwartswolprop. De overige onderdelen van de bemonsteringstrein zijn ongewijzigd⁶.

We dienen op te merken dat voor de meting van mei er niet werd voldaan aan alle QA/QC-vereisten, met name de terugvinding van de pre-sampling standaard voor PFBA voldoet niet. De terugvinding van de pre-sampling standaarden voor PFOA en PFOS voldoen wel. De QA/QC vereisten voor de meting van maart voldoen voor de drie componenten.

Daarom kan men wel stellen dat de concentraties teruggevonden op het meetpunt na de electrofilter aanzienlijk lager zijn dan deze in de schouw (emissiemeetpunt van de DTO2). Op basis hiervan dient er op dit moment dan ook geconcludeerd te worden dat de op het emissiemeetpunt teruggevonden PFAS-componenten vrijkomen uit de installatie na het punt op de electrofilter. Het is aangewezen om dit te bevestigen via bijkomende metingen.

Tabel 2 : Genormaliseerde emissiewaarden (ng/Nm³dr) van de PFAS componenten opgemeten op de twee meetdagen. De componenten in geel gearceerd behoren tot de uitbreiding van 41 tot 50 componenten

	MIDDENGRENS METHODE: <DL = ½DL	
	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER
nieuwe componenten	31-Mar-22	20-May-22
Component	ng/Nm ³ dr	ng/Nm ³ dr
PFBA	5,0	23,2
PFPeA	0,4	7,4
PFHxA	0,9	0,8
PFHpA	0,5	0,4
L-PFOA	3,1	0,8
T-PFOA	3,5	0,8
PFNA	0,4	0,1
PFDA	0,6	0,1
PFUdA	0,4	0,1
PFDoA	0,4	0,1
PFTTrDA	0,4	0,1
PFTeDA	0,4	0,1
PFPeDA	8,8	2,9
PFHxDA	0,4	0,1
PFODA	0,4	0,1
PFPPrS	0,4	0,4
PFBS	3,0	0,8
PFPeS	0,4	0,4
L-PFHxS	0,4	0,4
T-PFHxS	0,4	0,4
PFHpS	0,4	0,4
L-PFOS	4,8	7,2
T-PFOS	8,1	6,4
PFNS	0,4	0,4
PFDS	0,4	0,4
PFUnDS	0,4	0,4
PFDoS	0,4	0,4
PFTTrDS	0,4	0,4
4:2 FTS	0,4	0,4
6:2 FTS	1,5	1,1
8:2 FTS	0,4	0,4
10:2 FTS	0,4	0,4
PFBSA	0,4	0,03
MePFBSA	0,4	0,1
MePFBSAA	0,4	0,03
PFHxSA	0,4	0,03
L-FOSA	0,4	0,03
T-FOSA	0,4	0,03
L-MeFOSA	0,4	<0,01

⁶ Aangezien de methode verschillende bemonsteringsstappen bevat, en er bovendien geen doorbraak wordt geconstateerd, kan gesteld worden dat deze afwijking geen of slechts zeer beperkte impact zal hebben op de resultaten.

T-MeFOSA	0,4	<0,01
L-EtFOSA	0,4	<0,01
T-EtFOSA	0,4	<0,01
FOSAA	<0,01	<0,01
L-MeFOSAA	0,4	0,1
T-MeFOSAA	0,4	0,1
L-EtFOSAA	0,4	0,1
T-EtFOSAA	0,4	0,1
PFDSA	0,4	0,03
6:2 PAP	<0,01	<0,01
8:2 PAP	<0,01	<0,01
6:2 diPAP	0,4	0,1
6:2/8:2 diPAP	0,4	0,1
8:2 diPAP	0,4	0,03
HFPO-DA	6,1	4,8
ADONA	0,4	0,5
PFECHS	0,4	0,4
9Cl-PF3ONS	0,4	0,4
11Cl-PF3OudS	0,4	0,4
SUM 41 (total; without new compounds)	41	53
SUM 50 (total; with new compounds)	54	57
SUM EFSA (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS)	12	8

HOOFDSTUK 3. MODELLERING

3.1. MODEL

De modellering voor de emissies uit de schouwen van INDAVER is gebeurd met het bi-gaussiaans IFDM-model. Dit model wordt breed gebruikt voor MER's in Vlaanderen (bijvoorbeeld in de IMPACT-module). Het model wordt hier toegepast zonder de building downwash module, aangezien het over hoge schouwen gaat.

We simuleren voor een volledig jaar (meteorologie van 2018) met de aanname van constante emissies, en berekenen telkens de **jaargemiddelde concentratie** en **maximale daggemiddelde concentratie** op immissie-niveau.

3.2. DE EMISSIES

We hebben metingen beschikbaar over verschillende dagen. Voor het bepalen van de jaargemiddelde concentraties gebruiken we het gemiddelde van de metingen, voor het bepalen van de maximale dag concentraties, de maximale waarde van de verschillende metingen.

In eerste instantie worden de resultaten voor de eerste vijf metingen (dec 2021 – feb 2022) berekend. Voor het modelleren van de emissies verrekenen we het gemiddelde van de verkregen emissiewaarden (ng/Nm³dr) van de eerste 5 metingen uit Tabel 1 met het debiet van de schouwen (Nm³/h) uit Tabel 3, wat resulteert in een totale emissie (over de drie schouwen samen) van 182 mg/h voor totaal PFAS en 43 mg/h voor de EFSA-componenten voor de berekening van het jaargemiddelde. Voor de maximale dagconcentratie gaan we uit van de hoogste emissiewaarden, wat resulteert in emissies van respectievelijk 272 mg/h voor totaal PFAS en 70 mg/h voor de EFSA-componenten.

In maart 2022 en mei 2022 werden er twee bijkomende metingen uitgevoerd. Wanneer deze mee worden opgenomen in de berekeningen, resulteert dit in een totale emissie (over de drie schouwen samen) van 151 (181)⁷ mg/h voor totaal PFAS en 41 mg/h voor de EFSA-componenten.

De hoogste emissiewaarde voor totaal PFAS stijgt beperkt van 272 naar 289 mg/h indien de 9 nieuwe componenten, waarvan de concentratie als indicatief wordt opgegeven, worden meegeteld. Voor de EFSA-componenten (70 mg/h) verandert de waarde niet.

De gebruikte schouwgegevens werden aangeleverd door Indaver en zijn te vinden in onderstaande tabel. Voor DTO2 werden onderstaande gegevens bevestigd door de VITO metingen.

⁷ Getal tussen haakjes indien de 9 nieuwe componenten, waarvan de concentratie als indicatief wordt opgegeven, worden meegeteld

Tabel 3 : Schouwgegevens van de 3 DTO's

	DTO1	DTO2	DTO3
Lambertcoördinaat X (m)	148814	148724	148656
Lambertcoördinaat Y (m)	222897	222971	222885
Hoogte (m)	60	60	60
Diameter (m)	1.5	1.5	0.95
Temperatuur (°C)	65	65	63
Debiet (Nm ³ /h)	58594	56946	26822

3.3. DE RESULTATEN

M.b.v. de IFDM modellering berekenen we de geografische spreiding van de jaargemiddelde concentraties van totaal PFAS in de omgeving van Indaver (Figuur 7). Op basis van de gegeven van de eerste vijf metingen bedraagt de maximale jaargemiddelde concentratie voor totaal PFAS 0,020 ng/m³. Voor de EFSA-componenten is dit 0,0047 ng/m³.

Wanneer alle meetresultaten worden meegenomen in de modellering geeft dit een maximale jaargemiddelde concentratie voor totaal PFAS 0,0167 (0,020)⁸ ng/m³. Voor de EFSA-componenten is dit 0,0044 ng/m³.

Het tijdelijk EFSA toetsingskader stelt een gezondheidkundige advieswaarde waarde van 0,4 – 2,2 ng/m³ (afhankelijk van de allocatiefactor) voor de som van de 4 PFAS verbindingen (PFNA+PFOA+PFHxS+PFOS) (§1.3).

Qua patroon vinden we, dankzij de schouwwerking, de laagste concentraties vlak bij de schouw en hogere concentraties iets verderop ten NO van de bronnen (Figuur 7).

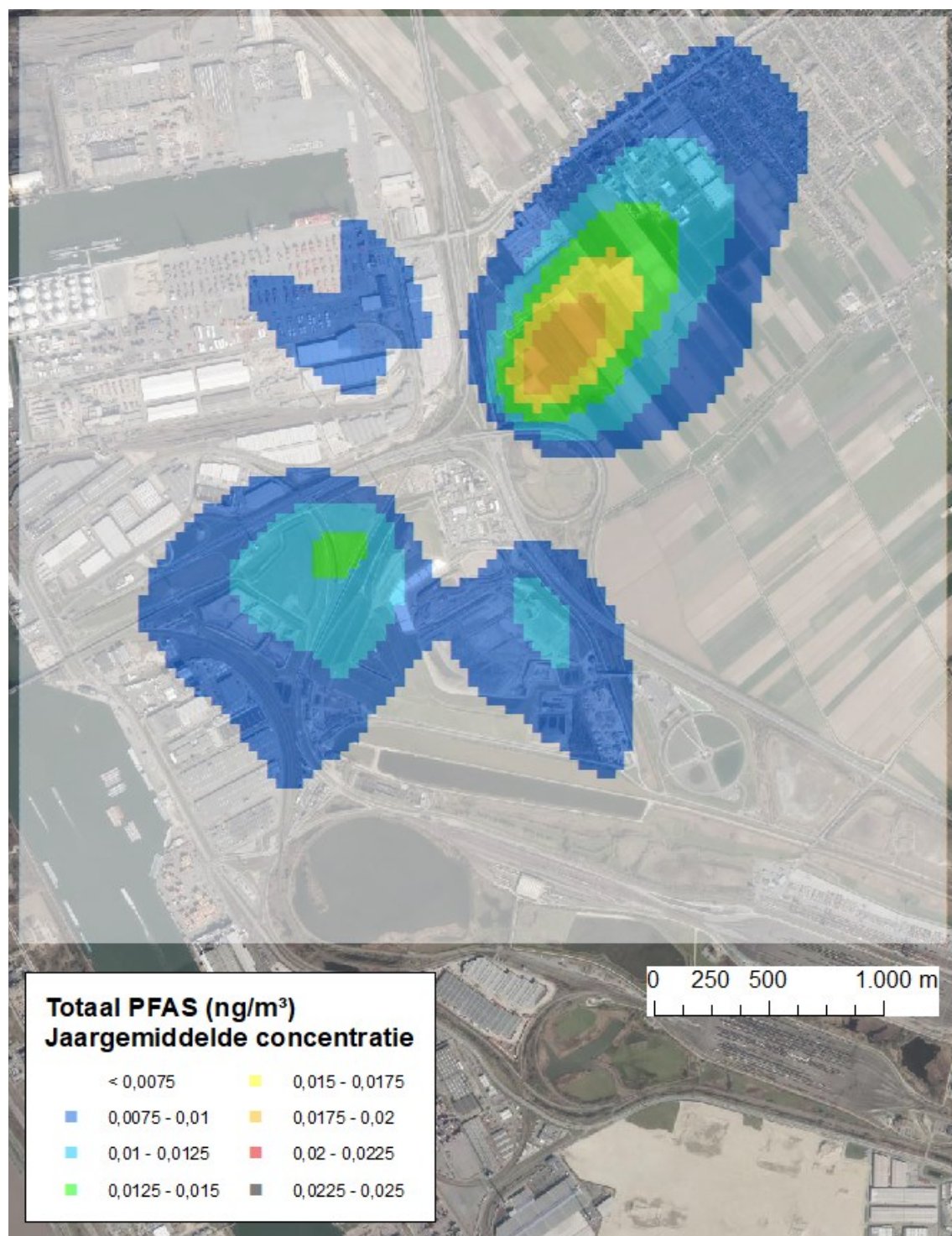
Kijken we naar de maximale daggemiddelde concentraties vinden we respectievelijke een maximum van 0,24 (0,255)⁸ ng/m³ (totaal PFAS) en 0,062 ng/m³ (EFSA componenten), ook op enige afstand van de bronnen (Figuur 8).

Conclusie

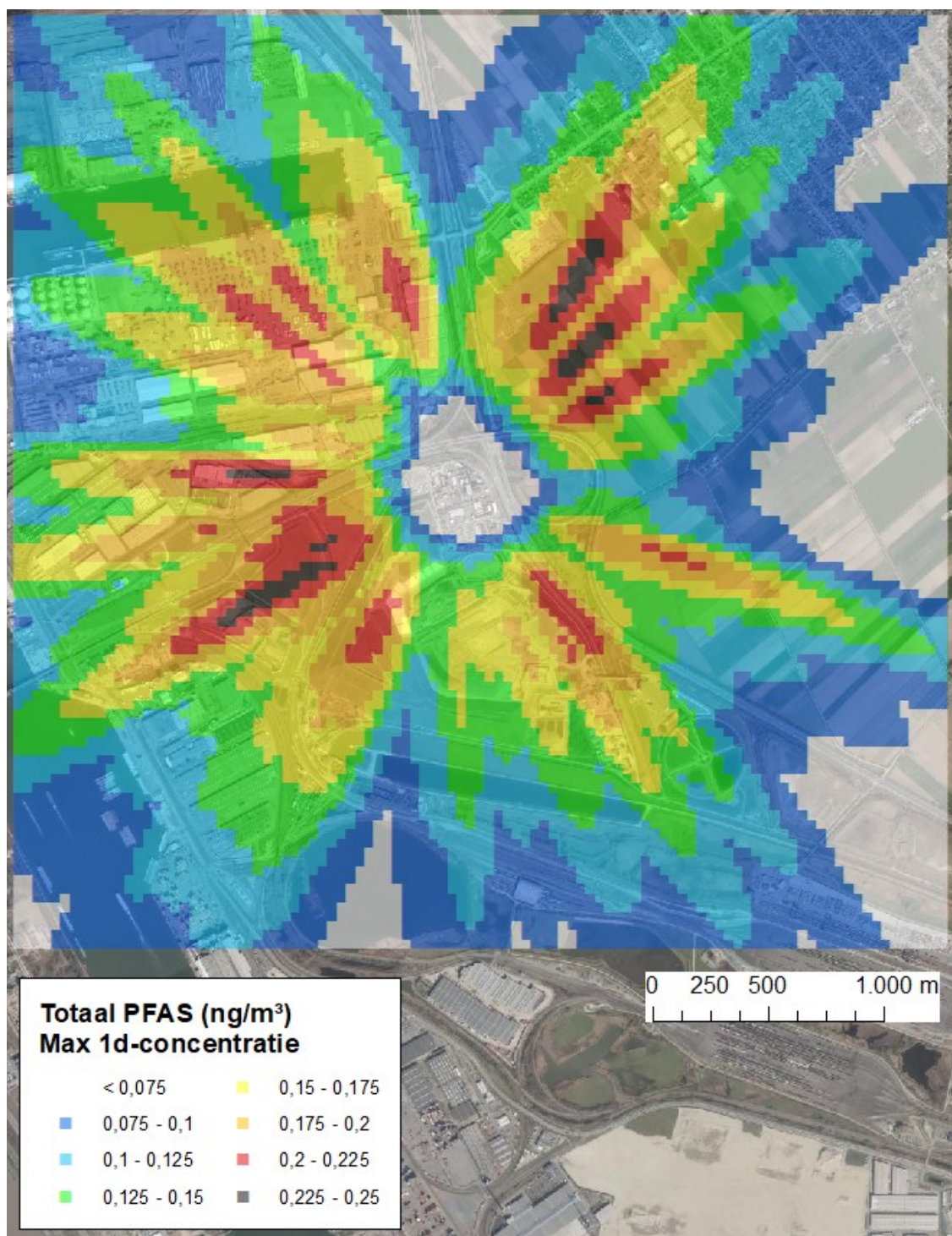
Op basis van de huidige verkregen meetresultaten en de IFDM modellering kan berekend worden dat de jaargemiddelde en de maximale daggemiddelde concentraties de gezondheidkundige advieswaarden van het tijdelijk EFSA toetsingskader (§1.3) niet overschrijden⁹.

⁸ Getallen tussen haakjes indien de 9 nieuwe componenten, waarvan de concentratie als indicatief wordt opgegeven, worden meegeteld

⁹ De vergelijking met de maximale daggemiddelde concentratie is in principe facultatief aangezien de aftoetsing van gezondheidkundige advieswaarden in principe gebeurt tov langetermijn gemiddelde waarden (bv jaargemiddelde)



Figuur 7 : Gemodelleerde jaargemiddelde totale PFAS-concentratie afkomstig van INDAVER (in ng/m³). Het tijdelijk EFSA toetsingskader stelt een gezondheidkundige advieswaarde waarde van 0,4 – 2,2 ng/m³ voor de som van de 4 PFAS verbindingen. Achtergrondfoto: Orthofotomozaïek, middenschallig, winteropnamen, kleur, meest recent, Vlaanderen on geoservices.informatievlaanderen.be



Figuur 8 : Gemodelleerde maximale daggemiddelde totale PFAS-concentratie afkomstig van INDAVER (in ng/m³). Het tijdelijk EFSA toetsingskader stelt een gezondheidskundige advieswaarde waarde van 0,4 – 2,2 ng/m³ voor de som van de 4 PFAS verbindingen. Achtergrondfoto: Orthofotomozaïek, middenschallig, winteropnamen, kleur, meest recent, Vlaanderen on geoservices.informatievlaanderen.be

LITERATUURLIJST

Cosemans G., Lefebvre W. and Mensink C. (2012), Calculation scheme for a Gaussian parameterization of the Thompson 1991 wind tunnel building downwash dataset, *Atm. Env.*, 59, 355-365, doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.05.017

Lefebvre W., Cosemans G. and Kegels J. (2013), Comparison of the IFDM building downwash model predictions with field data, *Atm. Env.*, 75, 32-42, doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.04.022