

CASE : MONITORING PFAS SCHOUWEMISSIONS UIT DRAAITROMMELOVEN (DTO 2) VAN INDAVER NV:

Samenvatting resultaten 2021-2023

Jelle Hofman, Patrick Berghmans, Gert Otten, Wouter Lefebvre, Aline Reis de Carvalho, Griet Jacobs

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

2023/HEALTH/R/2995
augustus 2023

INHOUD

HOOFDSTUK 1. INLEIDING	1
1.1. CONTEXT	1
1.2. DOELSTELLING	2
1.3. TIJDELIJK TOETSINGSKADER	2
1.4. MEETSTRATEGIE	3
HOOFDSTUK 2. EMISSIES.....	5
2.1. MEETOPZET	5
2.2. RESULTATEN	6
2.2.1. Resultaten emissiemeetpunten DTO2 en DTO3	6
2.2.2. Resultaten na elektrofilter op de lijn DTO2	10
HOOFDSTUK 3. MODELLERING	12
3.1. MODEL	12
3.2. DE EMISSIES	12
3.3. DE RESULTATEN	13

Dit rapport is de weerslag van een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek op basis van de stand van de kennis van wetenschap en techniek beschikbaar bij VITO op het moment van het onderzoek. Alle intellectuele eigendomsrechten, waaronder het auteursrecht, op dit rapport berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. Dit rapport kan zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO niet geheel of gedeeltelijk worden gereproduceerd of worden gebruikt voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin. Tenzij uitdrukkelijk anders bepaald is de informatie zoals verstrekt in dit rapport van vertrouwelijk aard en kan dit rapport, of delen ervan, niet worden verspreid aan derden. In het geval dat reproductie of verspreiding wel is toegestaan, vb. door de vermelding "algemene verspreiding", is bronvermelding verplicht.

LIJST VAN TABELLEN

TABEL 1 : GENORMALISEERDE CONCENTRATIES (NG/NM ³ DR, BIJ EEN REFERENTIEZUURSTOFGEHALTE VAN 11%) VAN DE PFAS COMPONENTEN OP DE VERSCHILLENDE MEETDAGEN WAARBIJ DE ONDERGRENS METHODE TOEGEPAST WERD (<LOQ=0, ONDERGRENSMETHODE).	8
TABEL 2 : GENORMALISEERDE EMISSIEWAARDEN (NG/NM ³ DR, BIJ EEN REFERENTIEZUURSTOFGEHALTE VAN 11%) VAN DE PFAS COMPONENTEN OPGEMETEN OP DE TWEE MEETDAGEN. DE RESULTATEN WERDEN BEREKEND ZOWEL MET DE MIDDENGRENSMETHODE (<LOQ=1/2 LOQ) ALS MET DE ONDERGRENSMETHODE(<LOQ=0)	10
TABEL 3 : SCHOUWGEGEVENS VAN DE 3 DTO'S.....	12

LIJST VAN FIGUREN

FIGUUR 1 : MEETPUNT EN GEMODIFICEERDE EPA OTM-45 OPSTELLING SCHOUWMETING OP DE DTO2 BIJ INDAVER,	5
FIGUUR 2 : MEETOPZET GEMODIFICEERDE EPA OTM-45 METHODE.....	5

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)¹ 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-45² methode) te ondersteunen door in eerste instantie hun geleide emissies van de draaitrommelovens (DTO's) op de site op de Poldervlietweg 5 in Antwerpen ter beschikking te stellen voor de PFAS emissiemetingen. In dit rapport worden de resultaten opgenomen van zeven emissie-meetcampagnes (15 effectieve emissiemetingen) 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). Een zesde meetcampagne in oktober 2022 (3 en 4 oktober en 20 oktober) werd uitgevoerd met als doel een vergelijkende test tussen verschillende commerciële laboratoria in Vlaanderen.

De staalnames werden in de eerste zes meetcampagnes uitgevoerd op het emissiepunt van de draaitrommeloven 2 (DTO2). Tijdens de campagnes van maart en mei 2022 werden er tevens, op respectievelijk 31 maart en 20 mei 2022, staalnames uitgevoerd op een meetpunt na de electrofilter, ook op de lijn van de DTO2.

De eerste vier meetcampagnes werden uitgevoerd binnen de referentietaak in het kader van de ontwikkeling van de meetmethode. De meetcampagne in mei 2022 werd uitgevoerd in opdracht van Indaver NV. De meetcampagne in oktober 2022 werd uitgevoerd in het kader van een vergelijkende test met een aantal commerciële laboratoria. Tijdens deze campagne werd er gezien de testopzet telkens een 1-puntsmeting uitgevoerd en in die zin afgeweken van de draft compendiummethode waar een screening over het volledige meetvlak vereist is.

De nieuwe, nog lopende meetcampagne in opdracht van Indaver werd opgestart in 2023. Deze meetcampagne heeft vooral als doel om het effect van de vervanging van de bruinkoolfilters op de PFAS-emissies in kaart te brengen. Hier worden naast het emissiepunt DTO2 ook de staalnamepunten op de schouwen van de DTO1 en DTO3 bemeten. In dit voortschrijdend rapport worden de bijkomende resultaten gegeven van de metingen op de DTO1, DTO2 en DTO3 van de metingen in april, mei en juni 2023.

¹ <https://www.vmm.be/publicaties/studie-naar-pfas-in-lucht-en-deposities-in-de-omgeving-van-3m-en-zwijndrecht>

² https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-01/documents/otm_45_semivolatile_pfas_1-13-21.pdf

1.2. DOELSTELLING

Het doel van het project bij Indaver is om de onderzoeksmeetmethode OTM-45 van EPA te valideren en meetgegevens te verzamelen omtrent de potentiële PFAS-gehalten in de schouwemissies afkomstig van de draaitrommelovens (DTO) van Indaver. Voor het jaar 2022 zijn enkel gegevens beschikbaar van de DTO2. 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 in 2023 (lopende) 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://www.zorg-en-gezondheid.be/aandachtsgebieden-en-humane-biomonitoring-zorg-en-gezondheid)). 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 methode³, 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)⁴.

³ Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx (zorg-en-gezondheid.be)

⁴ <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>

- 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 guidance⁵ (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+PFHx+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** dient gebruikt te worden, in afwachting van een **volwaardige gezondheidkundige advieswaarde voor PFAS in omgevingslucht**, volgens de methodiek opgesteld door AZG en VITO⁶. 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 13 verschillende meetdagen tussen december 2021 en mei 2023) werden de emissies in de schouw van DTO2 bemonsterd. In april en juni 2023 werden ook de andere draaitrommelovens van Indaver bemonsterd (respectievelijk DTO3 en DTO1). De bemonsterde stalen werden via LC-MS/MS geanalyseerd op initieel 37 PFAS verbindingen (eerste 5 meetdagen) en daarna uitgebreid naar 45 verbindingen. De keuze van deze verbindingen werd ingegeven door de ter beschikking zijnde methodes (CMA/3/D en WAC/IV/A/025)⁷.

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 ('maart '21; publicatie als draft in januari 2022), was nog maar beperkte 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.

⁵ https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf/e153243a-03f0-44c5-8808-88af66223258

⁶ [Microsoft Word - protocol GAW revised version 2020 final.docx \(zorg-en-gezondheid.be\)](#)

⁷ 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..

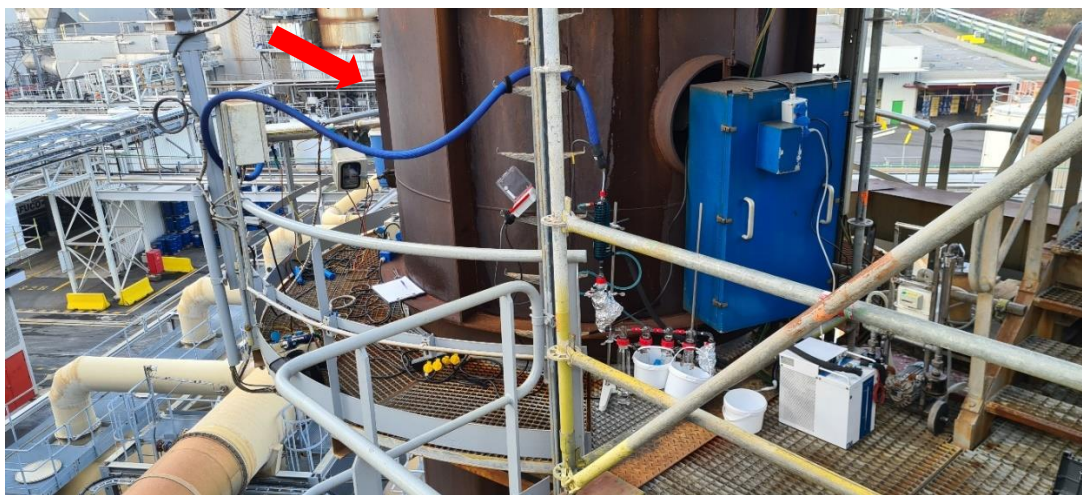
Na evaluatie van de eerste meetronde werd door VITO geconcludeerd dat er reeds een kwalitatieve dataset voor de niet-vluchtige en semi-vluchtige componenten beschikbaar is , maar dat nog verdere, incrementele, verbeteringen mogelijk zijn. Indaver werd bereid gevonden om de bijkomende testen op hun installaties 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).

HOOFDSTUK 2. EMISSIES

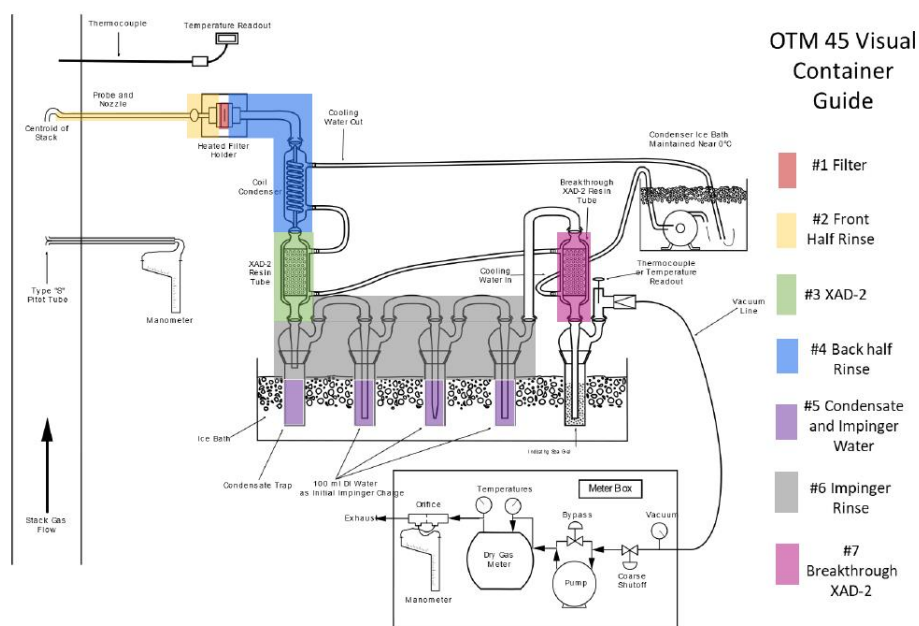
2.1. MEETOPZET

Het meetpunt en gemodificeerde OTM-45 opstelling op DTO2 worden weergegeven in 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 (46), weergegeven in dit rapport, correspondeert grotendeels met de scope van de vermelde OTM methode (50).



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 onderscheid gemaakt tussen de concentratie van de lineaire vorm ("L"-prefix; bv. L-PFOS) en de concentratie van de lineaire en vertakte isomeren samen (totaal, prefix "T", bv. T-PFOS). Daarnaast werd de scope aan PFAS vanaf 30 maart 2022 uitgebreid met 8 componenten (PFPrS, PFUnDS, PFTrDS, PFBSA, MePFBSA, MePFBSAA, PFHxSA en PFDSA; Tabel 1). Om de som concentratie aan PFAS te kunnen vergelijken doorheen de tijd worden in Tabel 1 zowel de beperkte (37) als uitgebreide (45) scope aan componenten gesommeerd per meetdag. Bovendien wordt ook de som genomen van de 4 EFSA componenten (PFNA, PFOA, PFHxS, PFOS) waarvoor een tijdelijk toetsingskader bestaat op immissie niveau (§1.3).

2.2. Resultaten

2.2.1. Resultaten emissiemetpunten DTO1, DTO2 en DTO3 voor periode 2021-2023

De genormaliseerde emissieconcentraties (ng/Nm³dr) worden weergegeven in Tabel 1 en zijn allen omgerekend naar een referentiezuurstofgehalte van 11%. Voor de berekening van deze concentraties werden meetwaarden beneden de kwantificatielimiet (<LOQ) gelijkgesteld aan nul (ondergrensprincipe), in analogie met rapportering voor andere matrices (water, bodem). Voor de 8 verbindingen die zowel in lineaire (L-) als vertakte vorm voorkomen wordt de som concentratie bepaald op basis van de totale fractie (T-; oranje gearceerd in Tabel 1). Aangezien er geen interne standaarden bestaan voor alle vertakte isomeren wordt de totale fractie ("T-"; oranje gearceerd in Tabel 1) relatief bepaald ten opzichte van de interne standaard van de lineaire (L-) vorm en moet deze dus strikt genomen als indicatief beschouwd worden. Toch wordt de totale fractie meegenomen in de som concentraties (totaal/EFSA) (i) vanuit voorzichtigheidsprincipe (geadviseerd door EFSA) en (ii) aangezien de kwantitatief bepaalde lineaire (L-) vorm vooralsnog de grootste bijdrage vertoont in de totale fractie (zie verschil tussen T- en L-componenten in Tabel 1).

Verder worden 15 componenten in Tabel 1 weergegeven met een asterisk (*). Het betreffen componenten die op basis van de huidige expertise en voortschrijdend inzicht een verhoogde meetonzekerheid hebben. Deze componenten dienen dan ook als indicatief te worden beschouwd. In de praktijk worden echter maar voor 3 componenten concentraties boven de LOQ waargenomen (MePFBSA > PFTrDA > 6:2diPAP) en kunnen we spreken over een beperkte bijdrage tot de som concentratie (0-14%). Een finale bepaling van de meetonzekerheid per component zal worden bepaald op een recent verrichte en uitgebreide validatieoefening en zal binnenkort in de ontwerp LUC methode (LUC/VI/003)⁸ gepubliceerd worden (LOQ en meetonzekerheid per component).

Voor wat betreft de component 6:2FTS die in eerdere rapportering werd meegenomen, werden contaminaties in de medium en procedureblanco's vastgesteld. Wegens de variabiliteit en willekeur

⁸ https://reflabos.vito.be/2025/LUC_VI_003.pdf

van contaminaties doorheen de meetreeks wordt deze component als onstabiel gezien en niet gerapporteerd in Tabel 1.

De totale PFAS emissies (45) variëren op basis van de 15 metingen (1 meting op de DTO1, 13 metingen op de DTO2 en 1 meting op de DTO3) tussen 47 en 1987 ng/Nm³dr. De emissies van de EFSA componenten variëren van 10 tot 509 ng/Nm³ dr. Op basis van de resultaten uit Tabel 1 stellen we een significante daling van de PFAS emissies vast doorheen de tijd (>90% op basis van SUM 37). In die mate dat verschillende componenten bij de laatste metingen in 2023 niet meer voldoen aan het veldblanco criterium (veldblanco <10% van de meetwaarde; Tabel 1). Deze daling is wellicht te wijten aan procesoptimalisaties van de draaitrommeloven. Vanaf februari 2022 werd namelijk een eerste procesoptimalisatie uitgevoerd, zijnde de inzet van gezuiverd water in de natte gaswassing van de draaitrommeloven. Een tweede procesoptimalisatie werd in maart (DTO2), april (DTO3) en mei (DTO1) 2023 gerealiseerd, met name de vernieuwing van de bruinkoolfilters.

HOOFDSTUK 2 - Emissies

Tabel 1 : Genormaliseerde concentraties (ng/Nm³dr, bij een referentiezuurstofgehalte van 11%) van de PFAS componenten op de verschillende meetdagen waarbij de ondergrens methode toegepast werd (<LOQ=0, ondergrensmethode). De componenten met een asterisk (*) hebben een verhoogde meetonzekerheid en moeten als indicatief beschouwd worden. De oranje gearceerde componenten (T-) geven de totale concentratie van zowel de lineaire (L-) en vertakte isomeren samen. Rode waarden voldoen niet aan het veldblanco criterium (veldblanco <10% van meetwaarde).

Component	ONDERGRENDS METHODE: <DL = 0														
	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO2	DTO3	DTO2	DTO2	DTO2	DTO1
	1/dec/21 ng/Nm ³ dr	2/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/mrt/22 ng/Nm ³ dr	19/mei/22 ng/Nm ³ dr	3/okt/22 ng/Nm ³ dr	4/okt/22 ng/Nm ³ dr	20/okt/22 ng/Nm ³ dr	19/apr/23 ng/Nm ³ dr	20/apr/23 ng/Nm ³ dr	24/mei/23 ng/Nm ³ dr	25/mei/23 ng/Nm ³ dr	29/juni/23 ng/Nm ³ dr
PFBA	671.1	414.7	543.2	248.7	276.8	188.9	119.2	88.5	84.3	165.1	6.8	21.1	12.8	11.2	84.5
PFPeA	62.9	43.0	54.3	18.5	17.6	15.5	9.0	7.2	7.4	14.0	3.7	1.3	1.4	1.0	3.2
PFHxA	212.6	125.9	221.7	57.4	50.4	50.9	31.0	26.7	24.5	52.0	6.1	0.9	0.5	0.6	0.9
PFHpA	78.6	38.1	86.0	29.2	21.5	30.5	16.3	10.0	9.9	32.2	5.2	1.0	0.6	0.6	1.4
L-PFOA	369.7	189.1	412.7	184.8	133.4	260.4	149.0	89.1	91.6	457.0	11.3	5.2	2.2	2.2	3.8
T-PFOA	415.3	213.2	479.0	197.9	143.9	290.3	164.4	95.0	111.7	482.2	11.4	5.6	2.3	2.2	4.0
PFNA	2.0	3.0	1.9	1.2	0.8	0.8	0.7	0.4	0.3	1.9	13.3	4.3	2.1	2.2	5.2
PFDA	1.4	4.0	1.4	0.8	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	1.4	12.7	6.7	2.3	2.4	4.6
PFUnDA	0.5	2.8	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	17.7	9.4	2.7	3.0	6.4
PFDoDA	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	16.5	12.0	3.0	3.5	6.1
PFTrDA*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	17.3	16.1	4.1	4.7	6.3
PFTeDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	16.1	14.6	6.8	7.8	5.8
PFHxDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	5.9	0.2	0.2	0.0
PFODA*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	2.7	0.0	0.0	0.0
PFPrS*						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFBS	23.6	27.6	24.5	3.4	2.1	6.9	0.4	0.6	0.6	5.3	3.5	4.1	0.7	0.4	0.6
PFPeS	0.4	0.4	0.4	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-PFHxS	2.9	2.7	3.0	0.6	0.4	0.7	0.0	0.1	0.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
T-PFHxS	3.5	3.1	4.1	0.8	0.5	0.9	0.1	1.1	0.1	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1
PFHpS	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-PFOS	4.2	3.5	2.5	7.2	6.1	3.9	0.9	24.5	16.1	16.6	8.0	10.8	6.2	4.0	5.3
T-PFOS	8.2	5.7	5.6	11.7	9.4	6.7	1.3	32.4	21.4	23.2	12.7	18.7	9.1	5.9	8.2
PFNS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFDS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFUnDS*						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFDoS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFTrDS*						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4:2 FTS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8:2 FTS	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10:2 FTS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFBSA						1231.8	30.0	2.1	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MePFBSA*						6.8	11.4	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	ONDERGRENSEN METHODE: <DL = 0														
	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT02	DT03	DT02	DT02	DT02	DT01
MePFBSAA						3.0	0.8	0.4	0.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFHxSA						117.2	8.9	1.0	0.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-PFOSA	0.0	0.0	0.1	0.4	0.4	0.4	0.5	0.2	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T-PFOSA	0.0	0.0	0.3	0.9	0.8	0.8	0.7	0.3	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-MePFOSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T-MePFOSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-EtPFOSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T-EtPFOSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-MePFOSAA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T-MePFOSAA	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L-EtPFOSAA	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T-EtPFOSAA	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PFDSA*						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6:2 diPAP*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6:2/8:2 diPAP*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8:2 diPAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HFPO-DA	177.5	315.6	137.3	164.9	77.5	32.8	12.2	0.6	0.5	1.5	5.7	7.1	1.5	1.6	0.0
ADONA	0.1	0.7	8.9	2.4	1.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.1	0.6
PFECHS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9Cl-PF3ONS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11Cl-PF3OUdS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUM 37 (total; excl new compounds)	1658	1198	1570	738	604	628	356	265	262	783	153	132	50	47	138
SUM 45 (total; incl new compounds)						1987	408	269	264	790	153	132	50	47	138
SUM EFSA (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS)	429	225	491	212	155	299	166	129	133	509	38	29	14	10	18

2.2.2. Resultaten na elektrofilter van DTO2

Er werden op 31 maart en 20 mei eveneens metingen uitgevoerd op het meetpunt na de elektrofilter. De metingen werden daarbij uitgevoerd op een bestaand meetpunt. Als opmerking dient gegeven te worden dat de diameter van de meetopening niet toeliet om een verwarmde sonde conform de OTM 45 te gebruiken, waardoor de meetopstelling werd 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 ongewijzigd⁹.

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 staalname (pre-sampling) standaard voor PFBA voldoet niet. De terugvinding van de staalname standaarden voor PFOA en PFOS voldoen wel. De QA/QC vereisten voor de meting van maart voldoen voor de drie componenten.

Wanneer we de resultaten uit Tabel 2 vergelijken met de resultaten uit Tabel 1 (30/mrt/22 en 19/mei/22) men stellen dat de concentraties teruggevonden op het meetpunt na de elektrofilter aanzienlijk lager zijn dan deze in de schouw (emissiemetpunt van de DTO2; Tabel 1). Op basis hiervan dient dan ook geconcludeerd te worden dat de op het emissiemetpunt teruggevonden PFAS-componenten vrijkomen uit de installatie na het punt op de electrofilter.

Tabel 2 : Genormaliseerde emissiewaarden (ng/Nm³dr, bij een referentiezuurstofgehalte van 11%) van de PFAS componenten opgemeten na de electrofilter. De resultaten werden berekend zowel met de middengrensmethode (<LOQ=1/2 LOQ) als met de ondergrensmethode (<LOQ=0). De componenten met een asterisk () hebben een verhoogde meetonzekerheid en moeten als indicatief beschouwd worden. De oranje gearceerde componenten (T-) geven de totale concentratie van zowel de lineaire (L-) en vertakte isomeren samen.*

	MIDDENGRENS METHODE: <LOQ = ½LOQ		ONDERGRENS METHODE: <LOQ =0	
	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER
nieuwe componenten	31/mrt/22	20/mei/22	31/mrt/22	20/mei/22
Component	ng/Nm ³ dr	ng/Nm ³ dr	ng/Nm ³ dr	ng/Nm ³ dr
PFBA	5	23.2	4.6	19.8
PFPeA	0.4	7.4	0.0	7.0
PFHxA	0.9	0.8	0.0	0.0
PFHpA	0.5	0.4	0.1	0.0
L-PFOA	3.1	0.8	2.2	0.2
T-PFOA	3.5	0.8	2.5	0.2
PFNA	0.4	0.1	0.0	0.0
PFDA	0.6	0.1	0.0	0.0
PFUnDA	0.4	0.1	0.0	0.0
PFDoDA	0.4	0.1	0.0	0.0
PFTTrDA*	0.4	0.1	0.0	0.0
PFTeDA	0.4	0.1	0.0	0.0
PFHxDA	8.8	2.9	0.0	0.0
PFODA*	0.4	0.1	0.0	0.0
PFPrS*	0.4	0.1	0.0	0.0
PFBS	0.4	0.4	0.0	0.0
PFPeS	3	0.8	2.9	0.4
L-PFHxS	0.4	0.4	0.0	0.0
T-PFHxS	0.4	0.4	0.0	0.0
PFHpS	0.4	0.4	0.0	0.0
L-PFOS	0.4	0.4	0.0	0.0
T-PFOS	4.8	7.2	3.5	6.1
PFNS*	8.1	6.4	5.8	3.5
PFDS*	0.4	0.4	0.0	0.0
PFUnDS*	0.4	0.4	0.0	0.0
PFDoS*	0.4	0.4	0.0	0.0
PFTTrDS*	0.4	0.4	0.0	0.0
4:2 FTS	0.4	0.4	0.0	0.0

⁹ 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.

	MIDDENGRENS METHODE: <LOQ = ½LOQ		ONDERGRENS METHODE: <LOQ =0	
	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER	NA ELEKTROFILTER
8:2 FTS	0.4	0.4	0.0	0.0
10:2 FTS*	0.4	0.4	0.0	0.0
PFBSA	0.4	0.03	0.0	0.0
MePFBSA*	0.4	0.1	0.0	0.0
MePFBSAA	0.4	0.03	0.0	0.0
PFHxSA	0.4	0.03	0.0	0.0
L-PFOSA	0.4	0.03	0.0	0.0
T-PFOSA	0.4	0.03	0.0	0.0
L-MePFOSA	0.4	<0,01	0.0	0.0
T-MePFOSA	0.4	<0,01	0.0	0.0
L-EtPFOSA	0.4	<0,01	0.0	0.0
T-EtPFOSA	0.4	<0,01	0.0	0.0
L-MePFOSAA	0.4	0.1	0.0	0.0
T-MePFOSAA	0.4	0.1	0.0	0.0
L-EtPFOSAA	0.4	0.1	0.0	0.0
T-EtPFOSAA	0.4	0.1	0.0	0.0
PFDSA*	0.4	0.03	0.0	0.0
6:2 diPAP*	0.4	0.1	0.0	0.0
6:2/8:2 diPAP*	0.4	0.1	0.0	0.0
8:2 diPAP	0.4	0.03	0.0	0.0
HFPO-DA	6.1	4.8	4.9	0.0
ADONA	0.4	0.5	0.0	0.1
PFECHS	0.4	0.4	0.0	0.0
9Cl-PF3ONS*	0.4	0.4	0.0	0.0
11Cl-PF3OUdS*	0.4	0.4	0.0	0.0
SUM 37 (total; without new compounds)	39	51	21	31
SUM 45 (total; with new compounds)	51	55	21	31
SUM EFSA (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS)	12	8	8	4

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

Er zijn resultaten beschikbaar over in totaal 14 verschillende meetdagen. 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.

Op basis van de emissiewaarden (ng/Nm³dr, Tabel 1) van deze 15 metingen met het debiet van de schouwen (Nm³/h) uit Tabel 4, resulteert dit in een totale gemiddelde emissie (over de drie schouwen samen) van 95 mg/h voor totaal PFAS en 27 mg/h voor de EFSA-componenten.

De hoogste emissiewaarde voor totaal PFAS bedraagt 283 mg/h. Voor de EFSA-componenten bedraagt die hoogste waarde 72 mg/h.

Wanneer enkel de laatste 5 metingen (2023, waarvan 3 op de DTO2, 1 op de DTO3 en 1 op de DTO1), na vervanging van de bruinkoolfilters in het voorjaar 2023, bekeken worden, resulteert dit in een totale gemiddelde emissie (over de drie schouwen samen) van 15 mg/h voor totaal PFAS en 3 mg/h voor de EFSA-componenten.

De hoogste emissiewaarde voor totaal PFAS over deze 5 meetdagen bedraagt 20 mg/h. Voor de EFSA-componenten bedraagt die hoogste waarde 5,4 mg/h.

De gebruikte schouwgegevens werden aangeleverd door Indaver en zijn te vinden in onderstaande tabel (Tabel 3). Voor DTO2 werden onderstaande gegevens bevestigd door de VITO metingen.

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. Op basis van de gemiddelde gegevens van alle meetresultaten (15 metingen) geeft deze berekening een maximale jaargemiddelde concentratie voor **totaal PFAS** 0,0104 ng/m³. Voor de **EFSA-componenten** is dit 0,0030 ng/m³.

Op basis van de gegevens van de meetresultaten van 2023 (5 metingen) geeft deze berekening een maximale jaargemiddelde concentratie voor **totaal PFAS** 0,0016 ng/m³. Voor de **EFSA-componenten** is dit 0,0003 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 .

Kijken we naar de maximale daggemiddelde concentraties op basis van alle 15 metingen vinden we respectievelijke maxima van 0,25 ng/m³ (totaal PFAS) en 0,064 ng/m³ (EFSA componenten), ook op enige afstand van de bronnen. Indien we enkel kijken naar 2023 vinden we dan respectievelijk 0,02 ng/m³ (totaal PFAS) en 0,004 ng/m³ (EFSA componenten).

Conclusie

Op basis van de 15 emissiemetingen (2021-2023) 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 overschrijden¹⁰.

¹⁰ De vergelijking met de maximale daggemiddelde concentratie is in principe facultatief aangezien de aftoetsing van de gezondheidkundige advieswaarden in principe gebeurt tov langetermijn gemiddelde waarden (bv jaargemiddelde)

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