



1st Gefaseerd Beschrijvend Bodemonderzoek

Gebied ten zuiden van de autosnelweg
E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht
Initiële beoordeling van de humane
risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

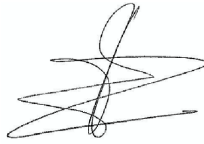
10 februari 2022

Project nr. 0540247

Document details	
Titel van het document	1 st Gefaseerd Beschrijvend Bodemonderzoek
Ondertitel van het document	Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem
Project nr.	0540247
Datum	10 februari 2022
Versie	1.0
Geschreven door	Julie Oppenheimer, Ronald Ruijter, Pieter Schrooten, Jan Van linden en Dirk Nuyens
Klant	3M Belgium bvba

Handtekening

10 februari 2022



Dirk Nuyens
Principal Partner



Jan Van linden
Principal Consultant

ERM nv, Posthoflei 5 bus 6, 2600 Antwerpen-Berchem

© Copyright 2022 door ERM Worldwide Group Ltd en/of haar dochterondernemingen ("ERM"). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ERM.

INHOUD

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	A
NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING	I
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergrond van het project en regelgevend kader	1
1.2 Projectgebied.....	2
2. SITUATIESCHETS	4
2.1 Milieukenmerken en beschrijving van het projectgebied.....	4
2.1.1 Beschrijving van woongebieden	4
2.1.2 Beschrijving van de landbouwgebieden.....	6
2.2 Beschrijving van andere potentiële bronnen buiten het terrein	6
2.2.1 Gebruik van blusschuim.....	7
2.2.2 Aanwezigheid van PFAS in afvalwater	8
2.3 Bouwwerkzaamheden Oosterweel	9
2.4 Geologische en hydrogeologische gegevens	9
2.4.1 Geologische opbouw	9
2.4.2 Grondwaterstand	11
2.4.3 Grondwaterstromingsrichting	11
2.4.4 Grondwaterwinningen, waterwingebieden en beschermingszones	12
2.4.5 Grondwaterkwetsbaarheid	13
2.4.6 Oppervlaktewater.....	13
2.5 Atmosferische depositie.....	15
2.6 Historisch Onderzoek	17
2.6.1 Algemeen.....	17
2.6.2 Vergunningen	17
2.6.3 Overzicht van de huidige en vroegere opslag tanks	17
2.6.4 3M activiteiten: door de cliënt verstrekte informatie	17
2.6.5 Informatie van (historische) luchtfoto's.....	22
2.7 Conclusies van eerdere bodemonderzoeken.....	23
2.7.1 BBO 2006	23
2.7.2 Saneringsproject 2008	24
2.7.3 Bemonstering voor bouwwerkzaamheden Oosterweel	26
2.8 Kenmerken van de verontreiniging	26
2.9 Veiligheids- en voorzorgsmaatregelen, gebruiksbeperkingen of bestemmingsbeperkingen.....	28
2.10 Gebruiksadvies	30
2.11 Terreinbezoek.....	30
3. BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE	31
3.1 Stap 1 - Evaluatie van de beschikbare gegevens	31
3.2 Stap 2 - Afperking van de bodemverontreiniging op basis van de voorgestelde bodemsaneringsnormen	31
3.3 Stap 3 - Onderzoek in verband met de risico-evaluatie	32
3.4 Stap 4 - integratie van bemonsteringscampagnes voor de bodem door derden.....	33
3.5 Beoordelingskader bodem en grondwater	34
3.5.1 PFOS en PFOA	34
3.5.2 Bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de andere COC's.....	34
3.6 Beoordelingskader voor voedselgerelateerde producten.....	39
4. VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES	40
4.1 Algemeen.....	40

4.2	Eerste fase van de bodembemonstering	40
4.3	Onderzoek in kader van de afperkingen	42
4.3.1	Staalnamecampagne - juni 2021	42
4.3.2	Staalnamecampagne - augustus 2021	43
4.3.3	Analyses	45
4.4	Bemonstering voor de risico-evaluatie	46
4.4.1	Bemonstering van toplaag en gewassen - juni 2021	46
4.4.2	Bemonstering van toplaag en gewassen - augustus/september 2021	46
4.4.3	Installatie peilbuizen en grondwaterbemonstering - augustus 2021	47
4.4.4	Oppervlaktewater en sedimenten - september 2021	48
4.5	Analyses	48
5.	RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK.....	51
5.1	Olfactorische metingen	51
5.2	Parameters voor bodemsamenstelling en bodemstructuur	51
5.3	Veldmetingen grondwater	52
5.4	Resultaten bodemmonsters	52
5.4.1	Algemeen.....	52
5.4.2	Verdachte stoffen.....	53
5.4.3	Andere PFAS-verbindingen	55
5.5	Resultaten grondwatermonsters	57
5.5.1	Algemeen.....	57
5.5.2	Verdachte stoffen.....	57
5.5.3	Andere PFAS-verbindingen	58
5.6	Resultaten in voedingsmiddelen	60
5.6.1	Dierlijke producten	60
5.6.2	Groenten en gewassen.....	61
5.6.3	Fruit.....	62
5.6.4	Producten voor diervoeding	63
5.7	Resultaten sediment- en oppervlaktewaterstalen	63
5.7.1	Sediment.....	63
5.7.2	Oppervlaktewater.....	63
6.	EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS.....	64
6.1	Plaatselijke geologie en hydrogeologie.....	64
6.2	Resultaten grondanalyses	64
6.2.1	Algemeen.....	64
6.2.2	PFAS-verontreiniging.....	70
6.3	Resultaten grondwateranalyses.....	76
6.4	Bespreking van de voedingsmiddelen voor consumptie	77
6.5	Bespreking van de sediment- en oppervlaktewaterstalen.....	77
6.6	Conceptueel site model (CSM)	77
6.7	Algemene conclusie.....	78
7.	BEPALING VAN DE TOXICOLOGISCHE RISICO'S VOOR DE MENS TEN GEVOLGE VAN PFAS-VERONTREINIGING	80
7.1	Inleiding	80
7.2	S-Risk model	80
7.3	Keuze landgebruik en blootstellingsroutes.....	82
7.4	Opname via planten.....	85
7.4.1	Inleiding	85
7.4.2	Risicoberekening via plantopname	87
7.5	Inname via dierlijke producten	87
7.6	Bodemtype.....	90

7.7	Risicogrenswaarden	91
7.7.1	Berekening risicogrenswaarden.....	91
7.7.2	Evaluatie bodemgegevens ten opzichte van risicogrenswaarden.....	92
7.7.3	Evaluatie ERM-methodologie	93
7.7.4	Conclusie risicogrenswaarden	95
7.8	Bloedmetingen en vermindering van de blootstelling.....	96
7.9	Conclusie van de humaan toxicologische risico-evaluatie van de PFAS-grondverontreiniging ...	97
8.	CONCLUSIES	98
8.1	Algemeen.....	98
8.2	Besluit per verontreiniging - PFAS (ID 40) - Q	100
8.2.1	Specificaties.....	100
8.2.2	Noodzaak tot sanering	100
8.2.3	Saneringsprioriteit	100
8.2.4	Noodzaak van veiligheids- en voorzorgsmaatregelen.....	100
8.2.5	Noodzaak van aanbevelingen inzake landgebruik ("gebruiksadviezen")	101
8.3	Volgende stappen.....	102
9.	RANDVOORWAARDEN	103
10.	DISCLAIMER.....	104
11.	VERKLARING EN HANDTEKENING	105

Lijst van bijlagen en figuren

BIJLAGE 1	OVERZICHT KADASTRALE PERCELEN
BIJLAGE 2	OVERZICHT GRONDWATERONTTREKINGEN
BIJLAGE 3	MEEST RECENTE OMGEVINGSVERGUNNING VAN 3M
BIJLAGE 4	LUCHTDEPOSITIEONDERZOEK UIT INITIEEL BBO (2006)
BIJLAGE 5	VERSLAG EN GEGEVENS BUITENWERKING STELLEN VAN DE Z-WELLS
BIJLAGE 6	PFAS-EIGENSCHAPPEN: EEN BASIS VOOR DE BEPALING VAN SANERINGSNORMEN VOOR PFHXA, PFHXS, PFBA EN PFBS
BIJLAGE 7	MEMO VOORZORGSMATREGELEN (JULI 2021) EN GOEDKEURING DOOR OVAM (SEPTEMBER 2021)
BIJLAGE 8	RAPPORTEN VAN BODEMONDERZOEKEN DOOR DERDEN
BIJLAGE 9	BODEMPROFIELEN
BIJLAGE 10	FOTOREPORTAGE
BIJLAGE 11	GETOETSTE ANALYSERESULTATEN
BIJLAGE 12	LABORATORIUM CERTIFICATEN
BIJLAGE 13	S-RISK OUTPUT VOOR DE BEREKENING VAN BODEMSANERINGSNORMEN
BIJLAGE 14	S-RISK OUTPUT VOOR DE RISICO-EVALUATIE
FIGUUR 1	TOPOGRAFISCHE KAART MET LIGGING ONDERZOEKSGBIED
FIGUUR 2	ONDERZOEKSGBIED OP HET GEWESTPLAN
FIGUUR 3	KAART MET LOCATIES BRANDEN IN HET GROTE GEBIED ROND DE 3M FABRIEK (BRANDWEER MELSELE)

FIGUUR 4	GEDETAILLEERD PLAN ONDERZOEKSLOCATIE
FIGUUR 5	OVERZICHT BEMONSTERINGSLOCATIES
FIGUUR 6	KAARTEN MET RESULTATEN IN DE BODEM
FIGUUR 7	KAARTEN MET DE RESULTATEN IN GRONDWATER
FIGUUR 8	KAARTEN MET RESULTATEN IN VOEDINGSMIDDELEN VOOR CONSUMPTIE
FIGUUR 9	KAARTEN MET RESULTATEN IN SEDIMENT
FIGUUR 10	KAARTEN MET RESULTATEN IN OPPERVLAKTEWATER
FIGUUR 11	KAARTEN MET CONTOURLIJNEN VOOR PFAS
FIGUUR 12	KAARTEN MET DE DETECTIES VAN PFAS-VERBINDINGEN DIE GEEN COC ZIJN
FIGUUR 13	VERTICALE DOORSNEDE
FIGUUR 14	GEBRUIKSADVIES

Overzicht illustraties

Illustratie 1.1	Grenzen van het projectgebied	3
Illustratie 2.1	Luchtfoto 1971 en 1979-1990.....	4
Illustratie 2.2	Luchtfoto 1979-1990 en 2000-2003	5
Illustratie 2.3	Luchtfoto's 2000-2003 en 2005-2007.....	5
Illustratie 2.4	Locaties met PFAS in afvalwater - Linkeroever	8
Illustratie 2.5	Gebied van Oosterweel werken	9
Illustratie 2.6	Plaatselijke hydrogeologische structuur	10
Illustratie 2.7	Onttrekkingsputten in/rond het projectgebied.....	12
Illustratie 2.8	Kwetsbaarheid van het grondwater (Geopunt).....	13
Illustratie 2.9	Overzicht van de oppervlaktewaterlichamen in het projectgebied	14
Illustratie 2.10	Windroos resultaten voor meetpunt in Deurne.....	15
Illustratie 2.11	Resultaat van SF6-verspreidingsmodellering (Protec, 1999).....	16
Illustratie 2.12	Evolutie PFAS-productie in Zwijndrecht	19
Illustratie 2.13	Overzicht PFAS-proces - ECF.....	20
Illustratie 2.14	Overzicht PFAS-proces - batch	21
Illustratie 2.15	Ligging Z-wells.....	26
Illustratie 3.1	Voorstel staalnamelocaties langs radiale assen	32
Illustratie 4.1	Staalnamelocaties juni 2020.....	40
Illustratie 4.2	Staalnamelocaties - juni 2021	42
Illustratie 4.3	Staalnamelocaties - augustus 2021	43
Illustratie 4.4	Extra peilbuizen - augustus 2021	47
Illustratie 4.5	Locaties van oppervlaktewater- en sedimentstalen - september 2021	48
Illustratie 6.1	Afname PFOS-concentraties met de afstand tot de site	65
Illustratie 6.2	Afname PFAS-concentraties met de afstand tot de locatie.....	66
Illustratie 6.3	Verticale verdeling PFOS-concentraties (landgebruik II en III)	66
Illustratie 6.4	PFOS boven voorgestelde bodemsaneringsnormen >1,5 m-mv	67
Illustratie 6.5	PFOS-concentraties 0,0-0,5 m-mv (landgebruik II/III/IV/V)	68
Illustratie 6.6	Visualisatie van gebieden waar vermenging kan optreden.....	70
Illustratie 6.7	Onderscheiding gebied met lagere en hogere vuilvracht (PFOS).....	74
Illustratie 6.8	Conceptueel site model	78
Illustratie 7.1	Blootstellingsroutes in S-Risk.....	81

Overzicht Tabellen

Tabel 0.1. Administratieve gegevens van het verslag	A
Tabel 0.2 Identificatie van betrokken gronden	C
Tabel 2.1 Hydrogeologische schematische voorstelling	10
Tabel 2.2 Productie van COC's door 3M: tijdlijn	22
Tabel 2.3. Verdachte stoffen	28
Tabel 3.1. Saneringswaarden voorgesteld door OVAM (2021)	34
Tabel 3.2 Blootstellingsroutes per landgebruik	37
Tabel 3.3 Voorgestelde bodemsaneringsnormen voor PFHxS, PFHxA, PFBS en PFBA	38
Tabel 4.1 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname- juni 2020	41
Tabel 4.2 Beknopte informatie voor peilbuizen - oktober 2020	41
Tabel 4.3 Overzicht van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname - juni 2021	43
Tabel 4.4 Overzicht van de boorwerkzaamheden voor de grondstaalname - augustus 2021	44
Tabel 4.5 Overzicht van de op bodemonsters uitgevoerde analyses	45
Tabel 4.6 Samenvattende informatie voor peilbuizen en bijbehorende bodemonsters - augustus 2021	47
Tabel 4.7 Overzicht van de analyses die zijn uitgevoerd op monsters die in het kader van de risico-evaluatie zijn genomen	49
Tabel 5.1 Gehalte aan organische stof en klei en pH-KCl gemeten tijdens de huidige studie	51
Tabel 5.2 Resultaten veldmetingen	52
Tabel 5.3 Statistische evaluatie COCs - type II	53
Tabel 5.4 Statistische evaluatie COCs - type III	54
Tabel 5.5 Statistische evaluatie niet COCs - type II & III	55
Tabel 5.6 PFAS-verbindingen - niet gedetecteerd (type II & III)	56
Tabel 5.7 Statistische evaluatie COCs	57
Tabel 5.8 Statistische evaluatie andere PFAS-verbindingen	58
Tabel 6.1 PFAS-verbindingen vergeleken met voorgestelde bodemsaneringsnorm (vBSN)	64
Tabel 6.2 Specificaties PFAS-verontreiniging (PFAS-index >1)	72
Tabel 6.3 Specificaties contour voor PFOS	72
Tabel 6.4 Specificatiecontour voor PFOA	73
Tabel 6.5 Raming vuilvracht PFOS en PFOA	75
Tabel 7.1 Verbruikshoeveelheden per type landgebruik	84
Tabel 7.2 Overzicht van ei- en grondanalyses en gemiddelden per PFAS-verbinding	88
Tabel 7.3 Berekende risicogrenswaarden voor verschillende geëvalueerde vormen van grondgebruik	91
Tabel 7.4 Vergelijking PFOS RGW's door ERM en VITO	93
Tabel 7.5 Zones en aanbevolen gebruik in relatie tot de PFOS-grondconcentratie	95
Tabel 8.1 Gebruiksadviezen	101

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht
 Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Lijst van acroniemen van afkortingen

Naam	Beschrijving
m-mv	meter min maaiveld
CMA	Compendium voor Monsternamen en Analyse
COC	Compound of Concern
ds	Droge stof
BBO	Beschrijvend Bodemonderzoek
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij
PFAS	PerFluor-Alkyl Stoffen
10:2 FTS	10:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (10:2 FTS)
4:2 FTS	4:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (4:2 FTS)
6:2 FTS	6:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (6:2 FTS)
6:2/8:2 FTPD	6:2/8:2 Fluortelomeer fosfaat diëster
8:2 FTS	8:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (8:2FTS)
b2PFHEP	bis[2-(perfluorhexyl)ethyl]fosfaat
bPFDP	bisperfluorodecyl fosfaat
CHS	Cyclohexaansulfonzuur
DONA	4,8-Dioxa-3H-perfluoronanonzuur (DONA)
EtPFOSA	N-Ethyl perfluorooctaansulfonamide (EtPFOSA)
HxFPO-DA	Hexafluorpropyleenoxide-dimeerzuur, GenX (HxFPO-DA)
NEtPFOSAA	N-ethylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur (NEtPFOSAA)
NMePFBSA	N-Methylperfluorbutaansulfonamide
NMePFOSA	N-Methylperfluorooctaansulfonamide (NMePFOSA)
PFBA	Perfluorbutaanzuur (PFBA)
PFBS	Perfluorobutaansulfonzuur (PFBS)
PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide (FBSA)
PFBSAMA	Perfluorobutaansulfonylamido(methyl)acetaat
PFDA	Perfluorodecaan zuur (PFDA)
PFDoDA	Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)
PFDoDS	Perfluorododecanesulfonzuur (PFDoDS)
PFDS	Perfluorodecaan sulfonzuur (PFDS)
PFHpA	Perfluorheptaan zuur (PFHpA)
PFHpS	Perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)
PFHxA	Perfluorhexaan zuur (PFHxA)
PFHxDA	Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)
PFHxS	Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)
PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide (PFHxSA)
PFNA	Perfluoronanon zuur (PFNA)
PFNS	Perfluoronaansulfonzuur (PFNS)
PFOA	Perfluorooctaanzuur (PFOA)
PFODA	Perfluorooctadecaan zuur (PFODA)
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide (FOSA)
PFPeA	Perfluoropentaan zuur (PFPeA)
PFPeS	Perfluoropentaansulfonzuur (PFPeS)
PFTeDA	Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)
PFTTrDA	Perfluorotridecaan zuur (PFTTrDA)
PFUnDA	Perfluoroundecaan zuur (PFUnDA)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu (Nederlandse autoriteit)

DEEL 3

VERSLAG

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond van het project en regelgevend kader

In opdracht van 3M Belgium (3M) heeft ERM als onafhankelijk bodemsaneringsdeskundige de actualisatie uitgevoerd van het initiële beschrijvend bodemonderzoek (BBO) (Arcadis, 2006, referentie 11/003094) voor de 3M fabriek te Zwijndrecht (nabij Antwerpen, België). OVAM verzocht om deze actualisatie via een brief van 4 april 2019. De deadline voor het indienen van het 1st gefaseerde BBO op 31 januari 2022 werd geformaliseerd via een brief van 23 december 2021. Voor het verstrijken van deze deadline heeft 3M gemeld aan OVAM dat er een kleine vertraging was bij het finaliseren van onderhavig rapport, en dat het ten laatste op 10 februari zou ingediend worden. Eind 2019 hebben ERM en 3M een gedetailleerde planning ingediend bij de OVAM om de aanpak voor de actualisatie van dit BBO uit te voeren.

De actualisering van het BBO houdt een update in van de verdachte stoffen (*Compounds of Concern* of COC), alsook een evaluatie van de atmosferische depositie buiten de 3M-fabriek. In het oorspronkelijke BBO van 2006 waren PFOS, PFOA, PFOSA en PFHxS weerhouden als verdachte stoffen. Voor de actualisatie van het de BBO is deze lijst met COC's in overleg met de OVAM uitgebreid met 5 bijkomende PFAS-verbindingen, PFHxA, PFHxSA, PFBS, PFBA en PFBSA, wat resulteerde in 9 COC's.

Sinds 1 april 2021 zijn voorgestelde bodemsaneringsnormen beschikbaar voor PFOS en PFOA (OVAM). Voor de overige COC's heeft ERM humaan toxicologische bodemsaneringsnormen berekend met behulp van het S-Risk model op basis van beschikbare veldgegevens en de meest recente toxicologische/risico-evaluatie gegevens (tot december 2021), met uitzondering van de sulfonamiden PFOSA, PFHxSA en PFBSA. Voor deze laatste verbindingen zijn in de literatuur slechts beperkte toxicologische data beschikbaar. Bijgevolg kunnen met het S-Risk-model geen bodemsaneringsnormen worden afgeleid, zoals verder in sectie 3.5.2 is toegelicht.

Er is besloten om het BBO gefaseerd aan te pakken, waarbij de eerste fase beperkt blijft tot de bodem (vaste deel van de aarde), zowel op als buiten het terrein van de 3M-fabriek. Aangezien de bemalingswerken van de lopende Oosterweelwerken hun invloed hebben op de plaatselijke waterhuishouding, is besloten om de volgende fase van het BBO voor het grondwater te starten op het einde van de bouwwerkzaamheden (naar schatting in 2025), zodat de nieuwe hydrogeologische situatie kan worden meegenomen.

In juli 2021 is met de OVAM overeengekomen om, als gevolg van nieuwe gegevens, de eerste fase van het BBO voor de bodem toe te spitsen op het potentiële humane risico voor het off-site gebied in de zuidelijke omgeving van de 3M-fabriek in Zwijndrecht, met de nadruk op het residentiële en agrarische landgebruik dat dominant is in dit gebied, met een afzonderlijk BBO-rapport (dit rapport). De beoordeling van het verspreidingsrisico en het ecotoxicologische risico voor de waargenomen PFAS-verbindingen, alsook de beoordeling van het humane risico voor de overige landgebruiken (inclusief op het 3M-terrein), zullen in een volgende fase van het BBO worden besproken.

In dit verslag verwijst *bodem* naar het vaste deel van de aarde.

Het analysepakket bestond uit 39 afzonderlijke PFAS-verbindingen overeenkomstig de CMA, waarvan er negen zijn geïdentificeerd als verdachte stoffen (COC) op basis van vroegere en huidige activiteiten op het terrein van de 3M-fabriek: PFOS, PFOA, PFOSA, PGHxS, PFHxA, PFHxSA, PFBS, PFBA en PFBSA.

Zoals beschreven in het Vlarebo¹, omvat het doel van een beschrijvend bodemonderzoek de volgende taken:

- Het type, de aard en de oorsprong van verontreinigende stoffen bepalen;

¹ Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering, 2008, meest recente versie 1 september 2020

- Bepaling van de hoeveelheid, de concentraties en de omvang van de verontreinigende stoffen die op het terrein zijn aangetroffen;
- het risico van verspreiding van deze verontreinigende stoffen te evalueren; en
- De risico's van de verontreinigende stoffen voor de volksgezondheid en het milieu evalueren.

Op basis van deze doelstellingen kan een besluit worden genomen over de noodzaak tot sanering en, indien sanering inderdaad nodig is, over de prioriteiten en urgentie.

Dit gefaseerde BBO is uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van OVAM: Standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek (april 2020) die een gefaseerde beschrijvend bodemonderzoeksaanpak omvat. Dit gefaseerd BBO omvat enkel de beoordeling van het humaan toxicologisch risico voor de vastgestelde PFAS-concentraties in de bodem voor het gebied gelegen in de zuidelijke omgeving van de 3M-fabriek in Zwijndrecht, met de nadruk op het residentieel en agrarisch grondgebruik dat dominant is in dit gebied.

1.2 Projectgebied

Het projectgebied voor de risico-evaluatie van dit BBO bevindt zich ten zuiden van de productiefaciliteit van 3M en omvat hoofdzakelijk het niet-industriële grondgebied van de gemeente Zwijndrecht en een deel van het aangrenzende grondgebied van de gemeente Beveren. Het is aanvankelijk afgebakend door bodemonderzoeken tot een straal van 4 km rond de site.

De afperking van de PFAS-verontreiniging tot aan de richtwaarde voor PFOS van 3 µg/kg ds was in dit stadium niet haalbaar. Dit houdt verband met de veronderstelde vermenging met andere niet-3M-gerelateerde PFAS-bronnen en met de aanwezigheid van een verhoogde PFAS-achtergrondwaarde in het Antwerpse havengebied. Daarom is het projectgebied gebaseerd op de zone met een overschrijding van de BSN-Index² voor bodem (BSN-I>1), gebaseerd op de beschikbare bodemgegevens tot op heden, waarbij de index wordt berekend met de bodemsaneringsnorm voor type II voor alle bodemonsters, ongeacht de ligging van de locatie op het gewestplan. Het totale projectgebied beslaat een oppervlakte van ongeveer 8 km², en omvat meer dan 4500 kadastrale percelen.

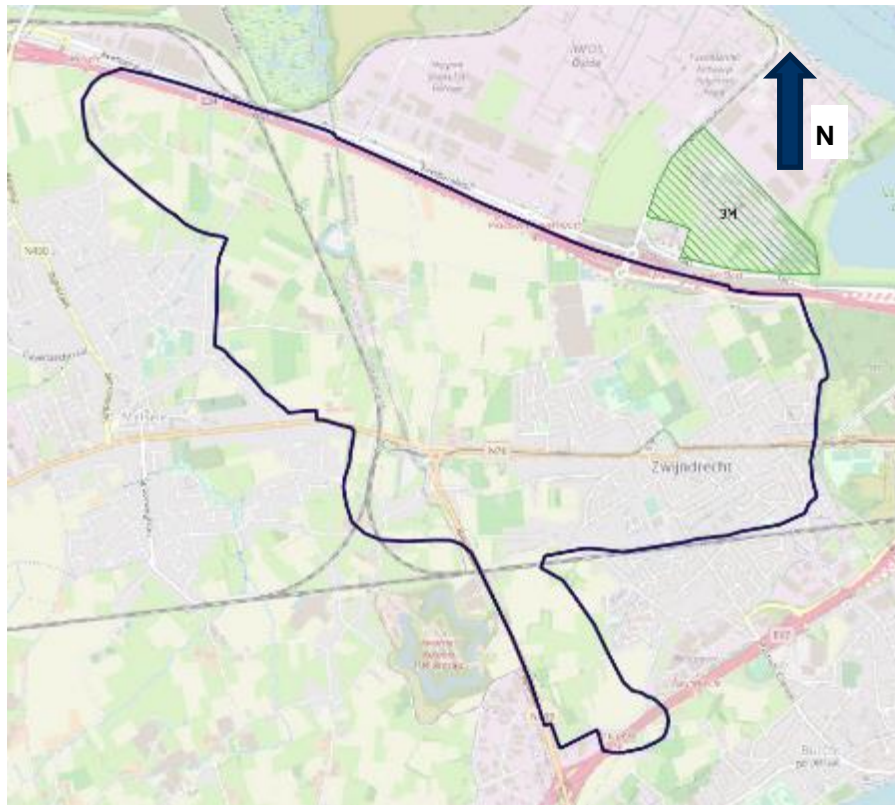
Een lijst van de betrokken kadastrale percelen die binnen het afgeleide projectgebied liggen, is te vinden in Bijlage 1.

De grenzen van het projectgebied voor dit BBO zijn weergegeven in Illustratie 1.1.

² BSN-index= een door VITO voorgestelde indexwaarde waarbij de indexen per stof met voorgestelde saneringsnorm worden opgeteld. De index houdt rekening met de bodemconcentraties van PFOS, PFOA, PFHxS, PFHxA, PFBS en PFBA en is gedefinieerd als:

$$RI = \frac{C_{PFOS}}{PRS_{PFOS}} + \frac{C_{PFOA}}{PRS_{PFOA}} + \frac{C_{PFBS}}{PRS_{PFBS}} + \dots$$

Illustratie 1.1 Grenzen van het projectgebied



2. SITUATIESCHETS

2.1 Milieukenmerken en beschrijving van het projectgebied

Deze eerste fase van het BBO richt zich op het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de 3M-fabriek. Het natuurgebied Blokkersdijk, Antwerpen Linkeroever, en het 3M-terrein zelf zijn niet in deze studie opgenomen en zullen in volgende fasen deel uitmaken van op zichzelf staande gefaseerde BBO-rapporten.

Een overzicht van het projectgebied op het gewestplan is weergegeven in Figuur 2. Het onderzochte gebied omvat delen van de gemeenten Zwijndrecht en Beveren, met de nadruk op het gebied in de directe omgeving van de 3M-fabriek met overwegend residentieel en agrarisch grondgebruik.

2.1.1 Beschrijving van woongebieden

De dichtstbijzijnde woonwijk ligt op 150-200 m van de zuidelijke grens van de 3M-fabriek. De woonzones bevatten meestal vrijstaande woningen of halfopen bebouwingen met twee of drie verdiepingen en een tuin. Sommige bewoners hebben een moestuin, fruitbomen en/of een kippenren voor eigen gebruik. In dit stadium van het BBO is geen gedetailleerde inventarisatie gemaakt van de daadwerkelijke aanwezigheid van kippenrennen met vrije uitloop en moestuinen of fruitbomen binnen het gehele projectgebied.

Wat de moestuinen betreft, heeft ERM tijdens beide staalname campagnes in juni en september vastgesteld dat de bewoners een grote variatie aan groenten en fruit telen, zoals peulvruchten, bladgroenten, wortelgewassen, en zacht/hard fruit. De oppervlakte van individuele moestuinen kan oplopen tot 200 m².

Wegen en trottoirs zijn over het algemeen verhard. Een schatting op basis van een kleuranalyse van de beschikbare luchtfoto's geeft aan dat tot 65% van het oppervlak in het woongebied bedekt is met gebouwen of bestrating.

Aan de hand van een overzicht van openbaar beschikbare luchtfoto's in de directe omgeving van de 3M-fabriek sinds het begin van de 3M-activiteiten in de jaren 1970 zijn de volgende zaken waargenomen voor het gebied in de directe omgeving van de 3M-fabriek:

1. 1971

Illustratie 2.1 Luchtfoto 1971 en 1979-1990



1971



1979-1990

- In de onmiddellijke nabijheid van 3M, aan de Neerstraat & Smoutpot, zijn er reeds woningen aanwezig;

- Nabij de T-splitsing Neerstraat/Molenstraat zijn nog geen huizen aanwezig ten noorden van de boerderij (huidig huisnummer 184), ten zuiden van deze boerderij staan wel enkele huizen, voornamelijk aan de westzijde van de Molenstraat;
- Langs de Molenstraat is er nog geen tuinbouw (serres);
- De ontwikkelingen langs de Pijlstraat/Blokkeerdijkstraat en de Neerbroekbuurt zijn nog niet begonnen; en
- In de Polderstraat (zuidelijk deel) zijn slechts enkele woningen aanwezig.

2. 1979-1990

Illustratie 2.2 Luchtfoto 1979-1990 en 2000-2003



- Een paar extra huizen in de Neerstraat;
- De wijken langs de Pijlstraat/Blokkeerdijkstraat en Neerbroek zijn in aanbouw; en
- In de Polderstraat (zuidelijk deel) zijn enkele extra huizen gebouwd.

3. 2000-2003

Illustratie 2.3 Luchtfoto's 2000-2003 en 2005-2007



- De buurten langs de Pijlstraat/Blokkeersdijkstraat en Neerbroek worden ontwikkeld; en
- Er zijn enkele extra huizen gebouwd in de Polderstraat (zuidelijk deel) en ook in de Molenstraat in de richting van de kruising met de Neerstraat (N van het huidige huisnummer 184).

Op basis van deze beoordeling kan worden geconcludeerd dat de huidige inplanting van de woningen in de directe omgeving reeds aanwezig was sinds 2000.

Foto's die tijdens het bezoek ter plaatse in de woonwijk zijn genomen om een algemeen overzicht te geven van de woonwijk binnen het projectgebied, zijn te vinden in Bijlage 10.

2.1.2 Beschrijving van de landbouwgebieden

In de landbouwgebieden is het terrein meestal gebruikt als weiland of voor de teelt van maïs, klaver, aardappelen en perenbomen. De weiden worden gebruikt voor het grazen van koeien voor melkproductie.

Daarnaast zijn er serres van aanzienlijke afmetingen voor het kweken van onder meer bomen, planten, tomaten en aardbeien.

Er is ook een grote perenboomgaard, ten zuiden van de Neerstraat, ten westen van de Molenstraat in de directe omgeving van de 3M-fabriek.

Het openbaar toegankelijke Vredesbos, doorkruist door het voetpad 'Vredespad', ligt in het gebied tussen de Neerstraat en de Polderstraat. Dit is een recreatiegebied, echter gelegen binnen landbouwgebied.

Op basis van de evaluatie van de openbaar beschikbare historische luchtfoto's, zoals hierboven al weergegeven, is het volgende vastgesteld:

1. 1971

- Langs de Molenstraat staan nog geen serres; en
- Nog geen tuinbouw (serres) aanwezig in Polderstraat/Vliethuys en Blauwe Hoevestraat.

2. 1979-1990

- Nog geen tuinbouw (serres) aanwezig in Polderstraat/Vliethuys en Blauwe Hoevestraat.

3. 2000-2003

- Tuinbouw (serres) in de buurt van Polderstraat/Vliethuys en Blauwe Hoevestraat is aanwezig

Foto's die tijdens het bezoek ter plaatse in landbouwgebied zijn genomen om een algemeen overzicht van het landbouwgebied te geven, zijn te vinden in Bijlage 10.

2.2 Beschrijving van andere potentiële bronnen buiten het terrein

OVAM heeft informatie verzameld over locaties waar PFAS is gebruikt. In totaal zijn 789 locaties geïdentificeerd waar blusschuim is gebruikt, hetzij op oefenlocaties, hetzij op locaties van branden, waarvoor een eerste bodem- en grondwateronderzoek vereist is. Daarnaast zijn industriële locaties geïdentificeerd waar mogelijk PFAS is gebruikt op basis van de evaluatie van vergunningen, wat resulteert in meer dan 4000 locaties met een potentieel risico voor een verontreiniging met PFAS in bodem of grondwater.³

³ Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>

Gezien het ruime gebruik van PFAS-houdende materialen in zowel productieprocessen als tijdens brandoefeningen en bij het bestrijden van incidenten, kan de aanwezigheid van andere externe PFAS-bronnen in de omgeving van het 3M-terrein (en de ruimere Antwerpse havenregio) niet worden uitgesloten.

Bovendien kunnen PFAS door hun aanwezigheid in afvalwater ook in het milieu terechtkomen via uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater, en via het uitloggen van verontreinigd sediment dat in het verleden op de nabijgelegen oevers van oppervlaktewater terechtkwam.

2.2.1 Gebruik van blusschuim

PFAS-verbindingen kunnen worden aangetroffen in blusschuim. Vandaag de dag hebben veel brandweerkorpsen nog steeds blusschuim in voorraad waarin PFAS-verbindingen aanwezig zijn, die kunnen bestaan uit C4, C6, C8 en andere ketenlengtes.

Daarom kunnen branden die met dergelijke schuimen worden bestreden een (lokale) PFAS-bron zijn voor verontreiniging in de bodem en/of het grondwater⁴.

Op basis van een beperkte internetzoektocht op nieuwswebsites zijn de volgende plaatsen teruggevonden waar branden zijn geweest. Op beide plaatsen is de aanwezigheid van PFAS aangetoond:

- Op 14 februari 2000 heeft een grote brand gewoed op het terrein van Sanyo & Universal Shipping aan de Katwilgweg 4, 2050 Antwerpen, ten zuidoosten van het 3M-terrein; en
- In de Ernest Claesstraat, Linkeroever, is een grote brand geweest in de voormalige "Vliegtuigschool".

Op verzoek van ERM heeft de brandweer van het Waasland (gevestigd in Melsele) een lijst verstrekt van branden waarbij PFAS houdend blusschuim is gebruikt. Deze locaties zijn aangegeven op de kaart in Figuur 3.

Helaas hebben wij in dit stadium van het BBO dergelijke gedetailleerde informatie niet ontvangen van de brandweerkorpsen van Linkeroever en Antwerpen, en dit specifiek voor de gebieden Zwijndrecht en Linkeroever.

Naast branden kunnen ook brandweeroefenlocaties beschouwd worden als een potentiële bron voor een PFAS-verontreiniging wegens het gebruik van blusschuim voor opleidingsdoeleinden. Op basis van de informatie van het korps van Melsele en gegevens opgenomen in het onderzoeksrapport van de biomonitoring opgesteld op vraag van het AZG zijn de volgende opleidingsfaciliteiten aanwezig in de omgeving van de 3M-faciliteit:

- Het Industrieel Opleidings- en Trainingscentrum voor Veiligheid en NooBBOtuaties (ISEC) aan de Keetberglaan in Beveren (enkele kilometers ten westen van het 3M-terrein);
- Het brandweeropleidingscentrum in Melsele, gelegen Keetberglaan 7 in Beveren;
- De brandweeroefenplaats van Linkeroever, gelegen aan de Halenwijnlaan 82 te Antwerpen;
- De brandoefeninstallatie van Total, gelegen op de rechteroever aan de Scheldelaan 4 ; en
- De brandoefenfaciliteit van ExxonMobil, gelegen op de rechteroever aan de Scheldelaan 676.

Bovendien heeft ERM begrepen dat veel industriële bedrijven in het Antwerpse havengebied, waaronder die op Linkeroever, op hun terreinen een brandoefenterrein hebben of in het verleden hebben gehad, een brandbestrijdingssysteem (sprinkler) hebben of hadden dat gebruik maakt van PFAS houdend blusschuim (waarbij mogelijk schuim is vrijgekomen door onbedoelde activering van

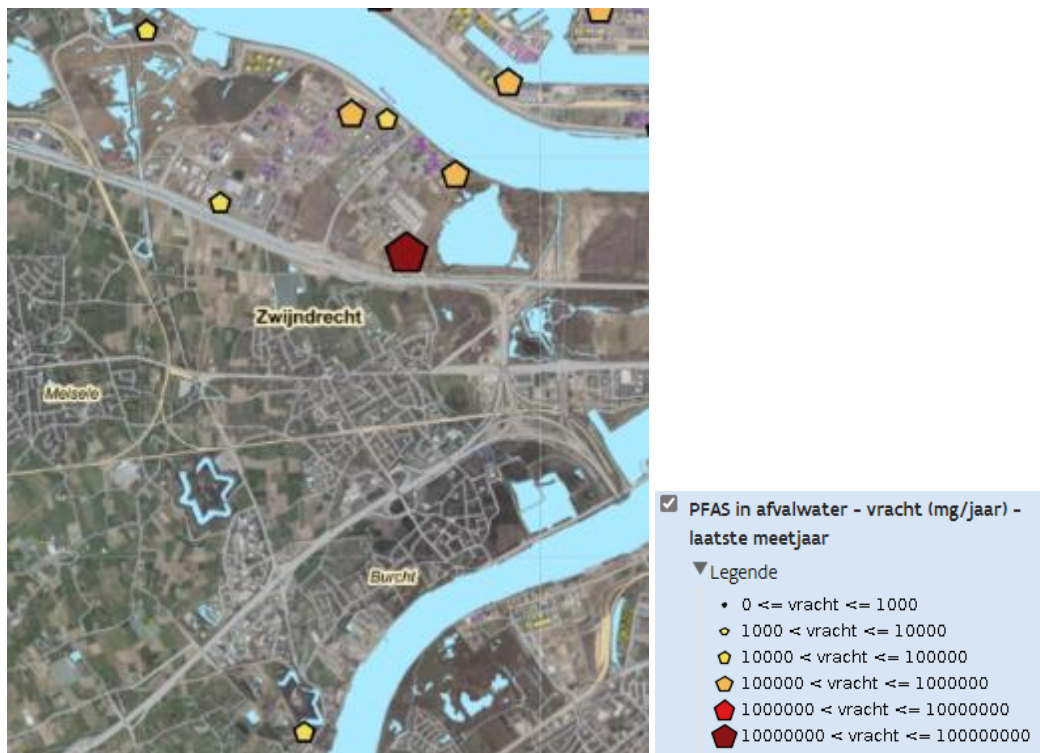
⁴ Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>

het systeem of doordat het systeem regelmatig moest worden getest), of waar een belangrijk brandincident heeft plaatsgevonden waarbij het gebruik van speciaal brandblusschuim nodig was.

2.2.2 Aanwezigheid van PFAS in afvalwater

In de onlangs op de DOV-website gepubliceerde PFAS-viewer zijn de volgende bedrijven in de omgeving van de 3M-fabriek aanwezig op de linkeroever van de Schelde geïdentificeerd met PFAS-verbindingen in hun afvalwater⁵. De ligging van deze bedrijven is te vinden op Illustratie 2.4 hieronder.

Illustratie 2.4 Locaties met PFAS in afvalwater - Linkeroever



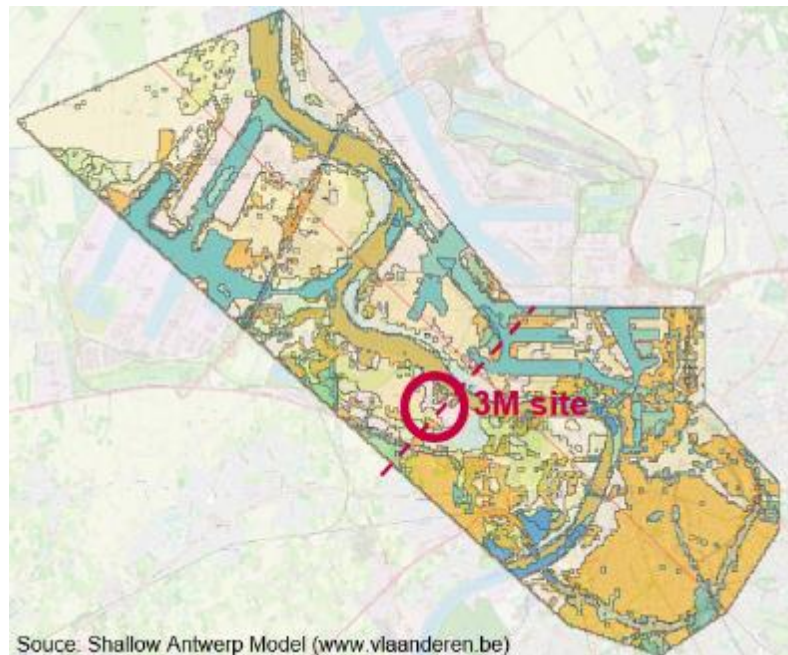
- Van Moer Cleaning & Repair, gevestigd op Vitshoekstraat 7, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 2065,66 mg PFOS/jaar, 20053,55 mg PFAS/jaar, in 2019);
- Ineos, gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 714351,73 mg PFOS/jaar, 942564,14 mg PFAS/jaar, in 2019);
- Exxon Mobil Petroleum & Chemical bv - Antwerp Polymer plant, gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 13018,76 mg PFAS/jaar, in 2011);
- DEME Contractors, - slibverwerkingscentrum 'Krankeloon', dichtstbijzijnde adres is Kapeldijkstraat 2X, 9120 Beveren (gerapporteerde lozing van 4380,37 mg PFOS/jaar, 35623,44 mg PFAS/jaar, in 2018);
- Arlanxeo Belgium, gevestigd op Canadastraat 21, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 63316,63 mg PFOS/jaar, 104401,39 mg PFAS/jaar, in 2018); en
- De Vlaamse Waterweg, Argex Zwijndrecht, gelegen aan Burchtstraat 200, 9150 Kruibeke (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 11353,62 mg PFAS/jaar, in 2015).

Ter informatie: de gepubliceerde PFOS-lozing van de 3M-locatie op dezelfde website bedroeg 1013783,39 mg/jaar in 2021.

⁵ PFAS-viewer en bijbehorende informatie inzake lozing kunnen worden geraadpleegd op de webpagina [PFAS \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/pfas-viewer)

de locatie. Aangezien de Polderklei alleen aanwezig is nabij de Schelde, is deze kleilaag niet aanwezig in het projectgebied van het huidige gefaseerde BBO.

Illustratie 2.6 Plaatselijke hydrogeologische structuur



Tabel 2.1 Hydrogeologische schematische voorstelling

Geschatte diepte (m-mv)	Textuur	Heterogeniteit en gelaagdheid	Stratigrafie	Doorlaatbaarheid (m/s)*
0-10	Fijn zand-leisteen	Grof zand van getijdengeulen, fijn waddenzand en vlakke klei t.g.v. de getijden, alsmede eolische afzettingen	Formatie van Vlaanderen (Boven Kwartair)	$1.0 \cdot 10^{-5}$ - $1.7 \cdot 10^{-5}$
10-13	Zand	Bestaat voornamelijk uit eolisch dekzand	Formatie van Gent (Pleistoceen)	$9.8 \cdot 10^{-5}$ - $1.3 \cdot 10^{-4}$
13-15	Zand	Kleiige bijmenging in het onderste gedeelte en met verschillende, duidelijke schelpenlagen.	Formatie van Lillo (Pliocene)	$5.8 \cdot 10^{-5}$ - $2.1 \cdot 10^{-4}$
15-22	Zand	Donkergrijs tot groengrijs, fijn tot matig fijn, glauconiethoudend zand, zwak kleilig	Formatie van Kattendijk (Pliocene)	$4.6 \cdot 10^{-5}$ - $2.3 \cdot 10^{-4}$
22-80	Klei	De Boomse klei is een grijze lemige klei of kleiige leem met constante	Formatie van Boom (Oligoceen)	$1.0 \cdot 10^{-10}$

Geschatte diepte (m-mv)	Textuur	Heterogeniteit en gelaagdheid	Stratigrafie	Doorlaatbaarheid (m/s)*
		chemische en mineralogische eigenschappen. Deze klei is rijk aan pyriet en bevat glauconiet in de meest siltige horizonten		

*Stratigrafische naam zoals gebruikt in de databank ondergrond Vlaanderen**
: Bron: SCK-CEN. Hydrogeologie van Noordoost-België. December 2013

2.4.2 Grondwaterstand

Het freatische grondwater in het projectgebied varieert tussen 0,6 en 3,3 m onder het maaiveld, op basis van de grondwaterstanden die zijn verzameld tijdens de bemonstering in september 2021 en weergegeven in Tabel 5.2.

2.4.3 Grondwaterstromingsrichting

In het BBO van 2006 beschreef Arcadis dat de algemene grondwaterstroming in de quartaire afzettingen ten zuiden van de Palingbeek, dus binnen het projectgebied van onderhavig BBO, naar het noorden is, in de richting van de Palingbeek. In het kader van dit gefaseerd BBO is de grondwaterstroming niet bepaald door het inmeten van de grondwaterstand in de nieuw geplaatste peilbuizen ten opzichte van een vast referentiepunt.

In het MER deelrapport voor bodem en grondwater, opgesteld door Antea voor de Oosterweelwerken op Linkeroever in opdracht van BAM⁷, is het projectgebied van het huidige gefaseerd BBO opgenomen in het grondwatermodel. In dit document wordt gesteld dat de grondwaterstroming zwaar wordt beïnvloed door Bloklersdijk en de oppervlaktewateren die binnen het gemodelleerde gebied aanwezig zijn. Het gebied nabij de E34 wordt beïnvloed door de nabijgelegen oppervlaktewateren Palingbeek en Karperreed; daarom stroomt het grondwater in het gebied ten zuiden van de E34 naar het noorden. Bovendien wordt het gebied tussen de R1, E17 en E34 beïnvloed door de afwatering van de oppervlaktewateren in dat gebied, zoals de Vlietbosbeek, Laarbeek, en het oppervlaktewater en de vijver in het natuurgebied Middenvijver, gelegen ten oosten van de E34, tussen de N49a en de N70.

In hetzelfde Antea-rapport staat dat de grondwaterstromingsrichting in de tweede watervoerende laag (formatie van Lillo en Berchem) wordt beïnvloed door getijdenwerking van de Schelde. Dit is gebaseerd op grondwaterstandgegevens die in 2002 en 2003 zijn verzameld. Bovendien is het tweede watervoerend pakket ingesloten.

In opdracht van 3M werkt ERM momenteel aan een grondwaterstromingsmodel voor het 3M-terrein en zijn omgeving. Op basis van ERM's huidige kennis van dat gebied lijkt het erop dat het grondwater ten zuiden van het 3M-terrein naar het zuidoosten/oosten stroomt. Het lijkt erop dat de ondiepe watervoerende laag ten oosten van de E34, tussen de N49a en de N70, wordt gedraineerd door de Middenvijver. Ook andere oppervlaktewateren, zoals de Palingbeek, hebben een drainerende werking, net als haar zijbeken.

In de loop van 2022 zal ERM meer peilbuizen installeren voor verdere afperking en karakterisering, alsook om de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater beter te begrijpen. Daarnaast zal ERM in een groter gebied ten zuiden van de 3M-locatie de grondwaterstanden nivelleren in het kader van de gedetailleerde opbouw van het numerieke stromingsmodel.

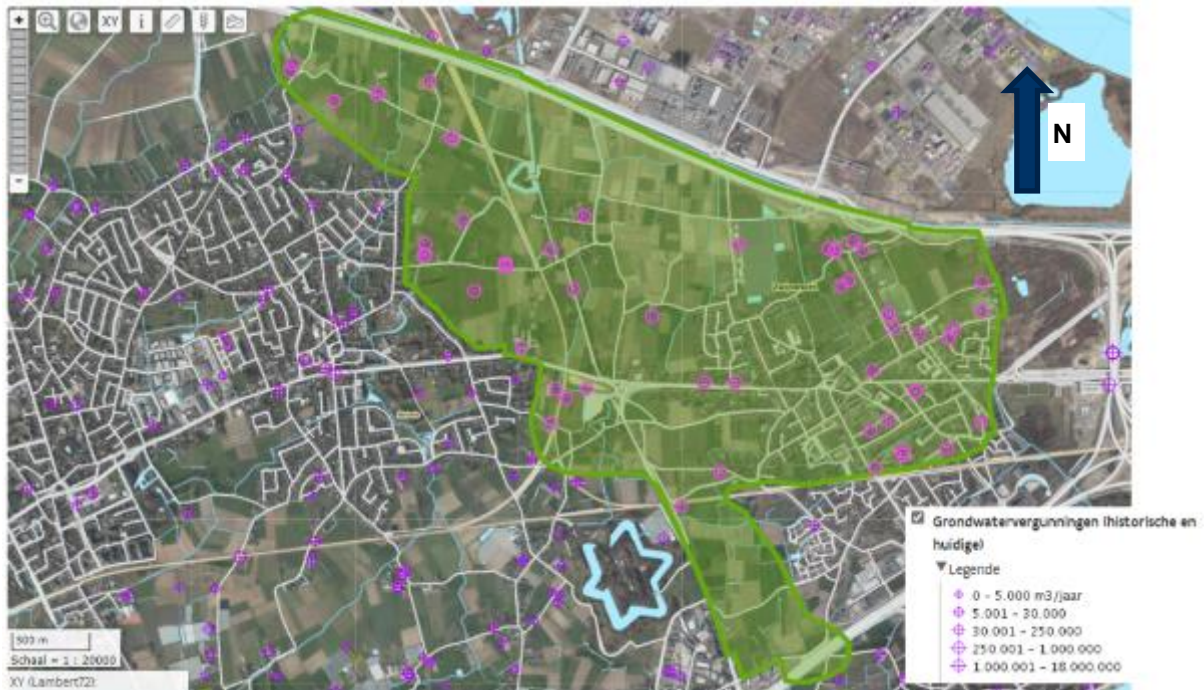
⁷ ProjectMER Infrastructuurwerken Linkeroever, deelrapport Discipline Bodem en Grondwater, 3 juni 2016 opgesteld door Antea in opdracht van BAM

2.4.4 Grondwaterwinnings, waterwingebieden en beschermingszones

In het projectgebied en in een straal van 500 m rondom het projectgebied zijn veel huidige en voormalige vergunde grondwateronttrekkingsputten aanwezig. Een schermafbeelding met paarse putten zijnde zowel huidige als voormalige putten zoals aanwezig op de DOV website is gevisualiseerd in Illustratie 2.7.

Een uitdraai van de vergunde extracties is opgenomen in Bijlage 2. Kortstondige grondwateronttrekkingen komen soms voor als gevolg van bouwwerkzaamheden (woningbouw, installatie of reparatie van riolering,...) binnen het projectgebied.

Illustratie 2.7 Onttrekkingsputten in/rond het projectgebied



Gebaseerd op informatie verzameld tijdens de bemonsteringscampagne, en gedocumenteerd in het rapport waarin de resultaten van de biomonitoring worden besproken (zie sectie 2.9), wordt het grondwater in het projectgebied hoofdzakelijk gebruikt voor irrigatie van (moes)tuinen, voor het schoonmaken (auto's, bestrating,...), het vullen van het zwembad, en voor consumptie (drinken, koken).

Volgens de website van de DOV zijn er in een straal van 2 km rond het projectgebied geen drinkwaterwingebieden of bijbehorende beschermingszones. Het dichtstbijzijnde winningsgebied ligt op 14 km afstand, in Kapellen aan de noordoostkant van de stad Antwerpen, aan de andere kant van de Schelde.

2.4.5 Grondwaterkwetsbaarheid

Volgens Geopunt ligt het projectgebied grotendeels in een gebied met zeer kwetsbaar grondwater, categorie Ca1 (geel gebied op onderstaande illustratie), waarbij een zandige toplaag niet wordt afgedekt door een afsluitende (slecht doorlatende) laag, de onverzadigde zone zich binnen 10 m vanaf het oppervlak bevindt, en het grondwater zandig/verzilt is. De kwetsbaarheid zoals terug te vinden in Geopunt staat weergegeven in Illustratie 2.8. Het gebied in het bruin heeft een lage kwetsbaarheid (code Dc).

Op basis van de veldmetingen tijdens de grondwaterbemonstering is evenwel geen intrusie met zout water waargenomen, gelet op de gemeten conductiviteit die varieert tussen 238 - 1.074 $\mu\text{S}/\text{cm}$, zoals weergegeven in Tabel 5.2. In het bovengenoemde MER-deelrapport kan ook worden vastgesteld dat het projectgebied van het huidige BBO buiten het gebied met zoutwaterintrusie ligt.

Illustratie 2.8 Kwetsbaarheid van het grondwater (Geopunt)



2.4.6 Oppervlaktewater

In en rond het projectgebied zijn de volgende oppervlaktewaters aanwezig:

- De Schelde is het grootste oppervlaktewater in het gebied. Zij begrenst het onderzoeksgebied in het noorden en het oosten;
- De Palingbeek, ten noord, noordoosten van ons projectgebied, stroomt eerst oostelijk, dan noordelijk en mondt uit in de Schelde;
- De bron van de Karperreede ligt ongeveer 500 m ten westen van die van de Palingbeek, en stroomt naar het westen, waar hij overgaat in een gracht (Dijkgracht);

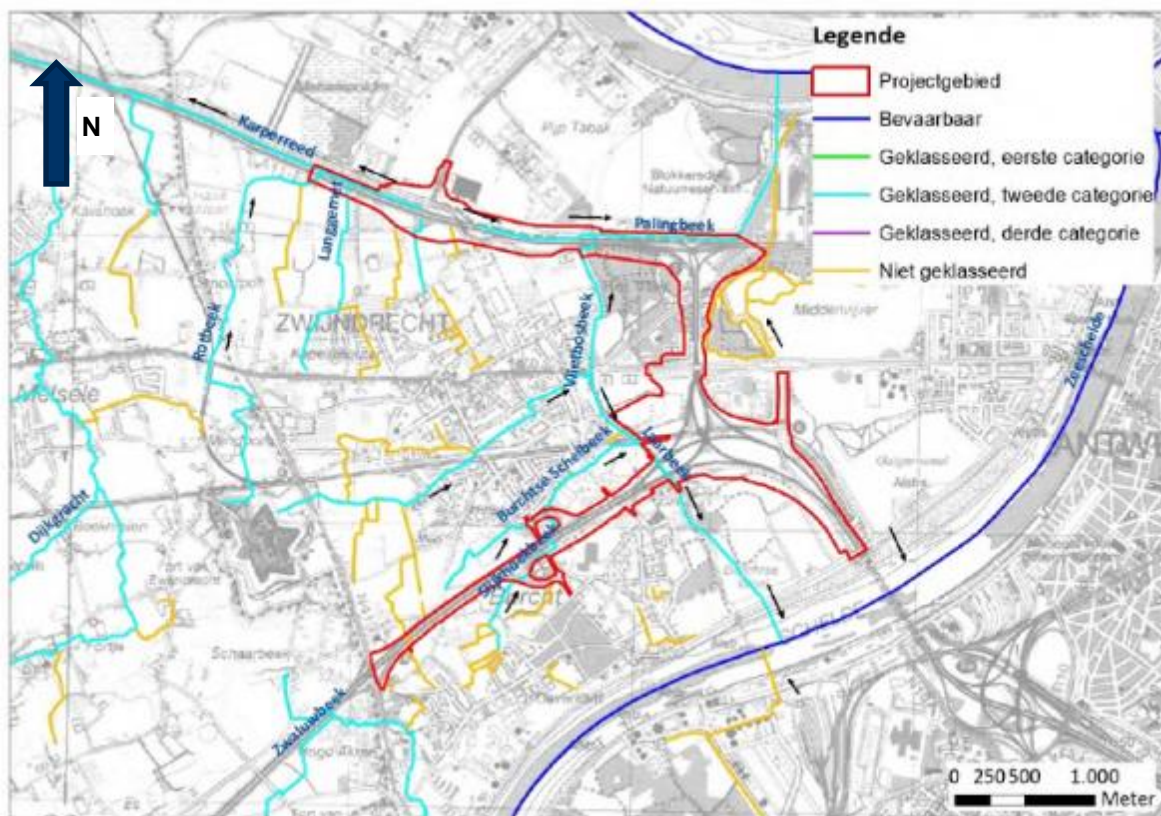
- Kleinere waterlopen zijn de Rotbeek, Langgemet, Burchtse Scheibeek, Laarbeek, Slijkhoekbeek, Vlietbosbeek, Kleine Kerkenkauterbeek, enz.
- Blokkersdijkvijver en Middenvijver, ten noorden en noordoosten van het projectgebied.

De Oosterweelwerken zullen gevolgen hebben voor sommige waterlopen in het gebied. Zo zijn er plannen voor de herinrichting van de Vlietbosbeek en voor een nieuwe verbinding tussen de Karperreed en de Palingbeek, met inbegrip van een herprofilering van deze laatste.

De oppervlaktewaters zullen waarschijnlijk allemaal een drainerende werking hebben op het ondiepe grondwater, vergelijkbaar met de Middenvijver, zoals vermeld in sectie 2.4.3. Anderzijds kan bij hoge oppervlaktewaterstanden niet worden uitgesloten dat het oppervlaktewater in omgekeerde richting stroomt, bijvoorbeeld van de Palingbeek naar de Vlietbosbeek.

Een kaart met de oppervlaktewaters en de bijbehorende stromingsrichting, samen met het projectgebied Oosterweel (in rood) is weergegeven op Illustratie 2.9. Deze illustratie is opgesteld door Antea voor de project MER in opdracht van BAM voor Linkeroever, in 2016⁸.

Illustratie 2.9 Overzicht van de oppervlaktewaterlichamen in het projectgebied

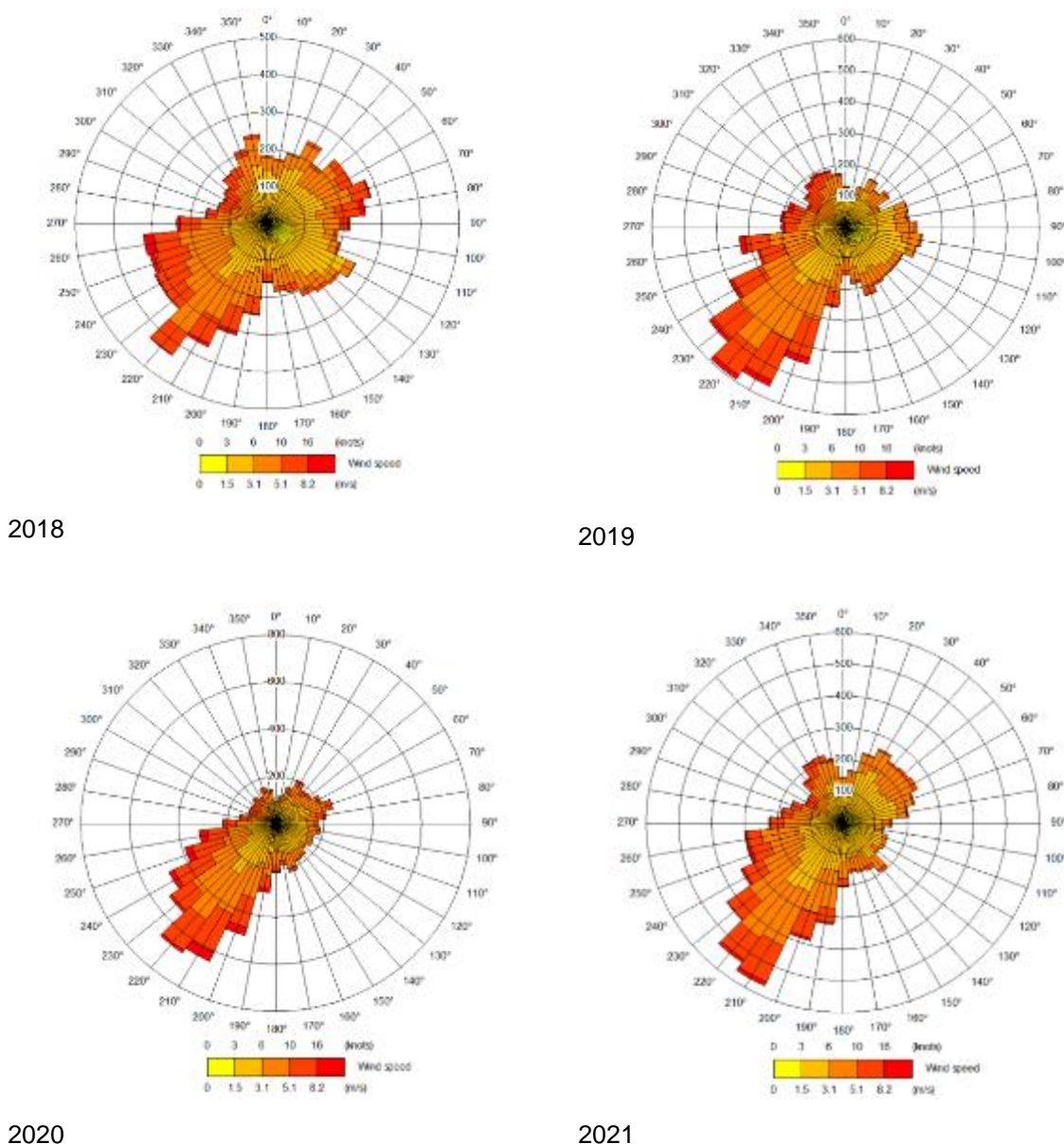


⁸ Project MER, Infrastructuurwerken Linkeroever, deelrapport discipline oppervlaktewater, in opdracht van BAM, opgesteld door Antea Group, 3 juni 2016, definitief MER.

2.5 Atmosferische depositie

Een analyse van de windpatronen in het betrokken gebied geeft aan dat de wind voornamelijk naar het noordoosten waait in de richting van het Antwerpse havengebied. Dit is duidelijk zichtbaar op de windroos van een meetstation in Deurne voor 2018, 2019, 2020 & 2021⁹ in Illustratie 2.10. De windroos geeft de richting weer waar de wind vandaan komt, niet de richting waarheen de wind waait. Enkel in 2018 is er een meer 'diffuus' patroon aanwezig, maar voor de 3 laatste jaren wordt de dominante windrichting vanuit het zuidwesten naar het noordoosten bevestigd.

Illustratie 2.10 Windroos resultaten voor meetpunt in Deurne.

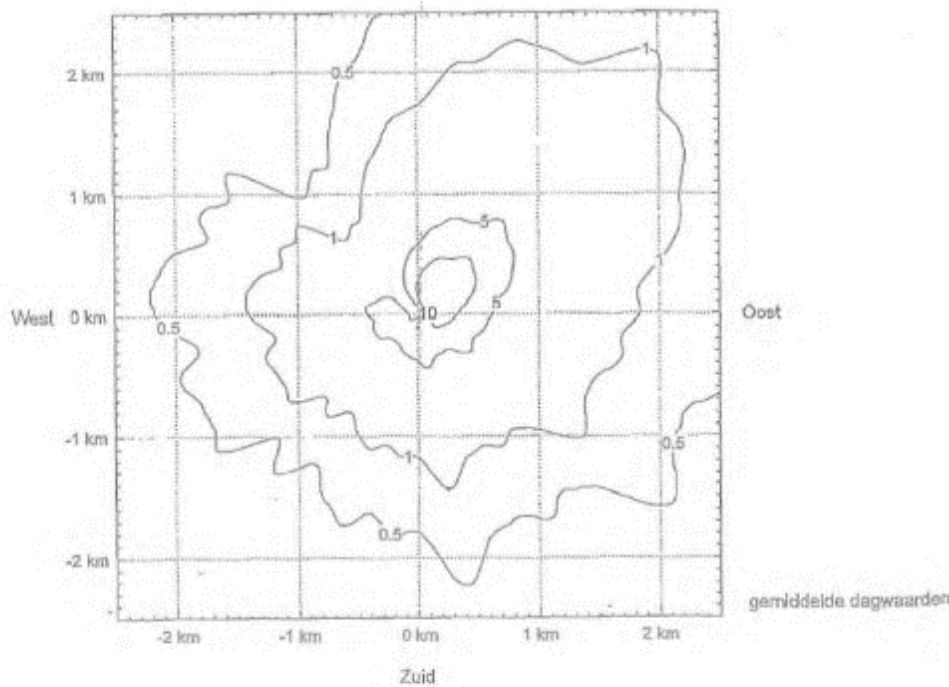


In het oorspronkelijke BBO (Arcadis 2006) is een evaluatie gebeurd van mogelijke atmosferische depositie van PFAS afkomstig van de 3M-fabriek. In dat BBO-rapport wordt verwezen naar de

⁹ Gegevens verkregen via [Met Data Search - ADM \(aboutair.com\)](https://www.aboutair.com/), voor het meetstation in Deurne, bij Antwerpen. De ruwe gegevens zijn gebruikt in AERMET software om windroos te creëren.

dispersie berekeningen die Protec Engineering in 1999 heeft uitgevoerd (opgenomen als bijlage bij het BBO-rapport). In deze studie was een evaluatie gemaakt van de potentiële effecten van de laagkokende rookgassen die vrijkomen uit de schoorsteen van de PFAS-productie-eenheid op de omgeving. Uit de simulaties met het dispersiemodel bleek dat de hoogste immisies worden aangetroffen binnen een straal van 1 km van de 3M-fabriek; op basis van dezelfde berekeningen blijkt ook dat de immisies voor de meeste laagkokende rookgassen met een factor 10 dalen binnen een straal van 2 km van de 3M-fabriek (zoals geïllustreerd voor SF₆ in Illustratie 2.11 hieronder).

Illustratie 2.11 Resultaat van SF₆-verspreidingsmodellering (Protec, 1999).



Gemiddelde concentratie SF₆ [µg/m³]
 emissie schouw bestaand celsysteem

FIGUUR 1

De bovengenoemde resultaten van het verspreidingsmodel zijn door Arcadis gebruikt om een bodemonderzoek uit te voeren om het effect van luchtdepositie op de bodem- en grondwaterkwaliteit na te gaan. Het resultaat van dat onderzoek is samengevat in hoofdstuk 2.7.1 van dit gefaseerde BBO-rapport.

Volgens informatie van 3M, voeren zij in het kader van een veiligheidsmaatregel (ref: A/1602/202102980) lucht emissie metingen uit ter hoogte van meerdere PFAS processen. Op basis van de bekomen data zal een luchtmodellering worden uitgevoerd. De resultaten van deze modelwerkzaamheden zullen in een volgend gefaseerd BBO-rapport worden besproken, zodra deze gegevens beschikbaar zijn.

2.6 Historisch Onderzoek

2.6.1 Algemeen

Het historisch onderzoek is gebaseerd op de volgende gegevens:

- Eerdere onderzoeksrapporten;
- Digitale, openbare databanken (DOV, [Portaal \(vlaanderen.be\)](https://portaal.vlaanderen.be); Geopunt, [Kaart | Geopunt Vlaanderen](#));
- Informatie verstrekt door 3M en opgenomen in de oorspronkelijke BBO (Arcadis,2006);
- Interviews met het management van 3M Zwijndrecht;
- Bezoeken ter plaatse;
- (Historische) Luchtfoto's;
- Informatie verstrekt door de OVAM, de gemeente Zwijndrecht, de stad Antwerpen & de gemeente Beveren; en
- Gegevens op de PFAS-website Vlaanderen, informatie ontvangen van de brandweer Melsele, publicaties en resultaten van de Universiteit Antwerpen

2.6.2 Vergunningen

De meest recente omgevingsvergunning van 3M is als bijlage aan dit verslag toegevoegd (Bijlage 3). De oude vergunningen zijn terug te vinden in het oorspronkelijke BBO en het meest recente periodiek oriënterend bodemonderzoek.

2.6.3 Overzicht van de huidige en vroegere opslagtanks

Niet van toepassing voor dit gefaseerde BBO in het projectgebied. Opslagtanks bij omwonenden zijn niet opgenomen, aangezien dit niet het onderwerp van dit onderzoek is.

2.6.4 3M activiteiten: door de cliënt verstrekte informatie

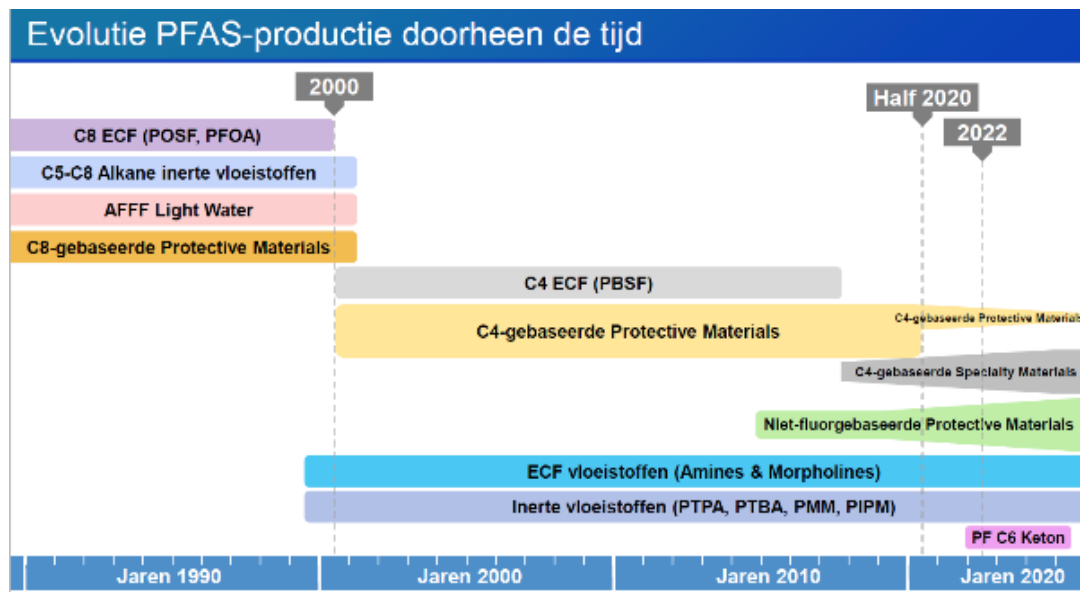
De 3M-fabriek in Zwijndrecht is gebouwd in 1970 en is gelegen in het Antwerps havengebied op de linkeroever van de Schelde. Deze fabriek produceert zowel organofluorosurfactanten (PFAS) als niet-fluorchemicaliën (zoals acrylaten, fenolharsen, enz.). 3M produceert ook de basisfluorchemicaliën die worden gebruikt voor de productie van PFAS.

3M produceert PFAS (waaronder PFOS en PFOA) sinds het midden van de jaren '70 in Zwijndrecht. 3M is in 2002 gestopt met de productie van lange keten (perfluoro-octanyl, C8) componenten (waaronder PFOS en PFOA). Een overzicht is te vinden in

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht
Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de
bodem

Illustratie 2.12.

Illustratie 2.12 Evolutie PFAS-productie in Zwijndrecht



De productie van PFAS in Zwijndrecht bestaat in wezen uit twee hoofdproductiefasen:

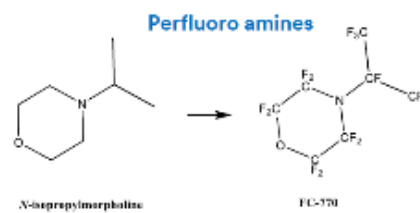
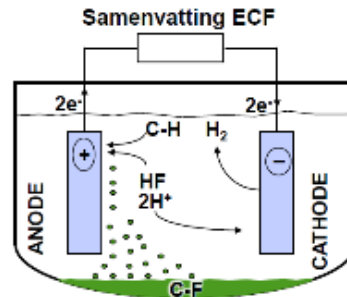
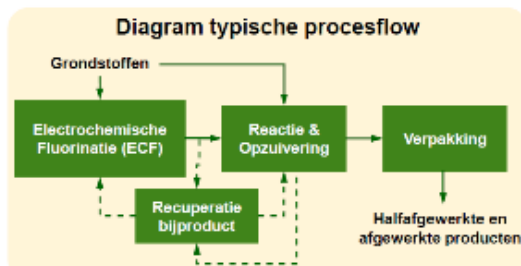
- Elektrochemische fluorinatie (ECF), waarbij gefluoreerd materiaal wordt geproduceerd door elektrochemische uitwisseling van waterstof met fluoratomen. De ECF-fase is een continu proces. Deze activiteit is gesitueerd in gebouw 16 en gevisualiseerd in Illustratie 2.13; en Zuiverings- en reactiefase, die typisch uit een reeks batch processen bestaat. Deze activiteiten zijn hoofdzakelijk gesitueerd in gebouw 3, en gevisualiseerd in

- Illustratie 2.14. Hier werd brandblusschuimen geproduceerd, evenals andere niet-PFAS-verbindingen (fenolharsen, polyurethaanpolymeren, enz.).

Illustratie 2.13 Overzicht PFAS-proces - ECF

Overzicht PFAS-processen – Continu (ECF) en batch

- Twee productiegebouwen & naverbrander (TO)
- Twee ECF-systemen
- Twee batch-fractionatie systemen
- Drie reactor- en opzuiveringssystemen
 - 15,000-23,000 liter, variërende constructie materialen
 - Uiteenlopende bijbehorende apparatuur
- Nieuwe procesinstallatie en naverbrander zijn in laatste fase van aanbouw



Illustratie 2.14 Overzicht PFAS-proces - batch

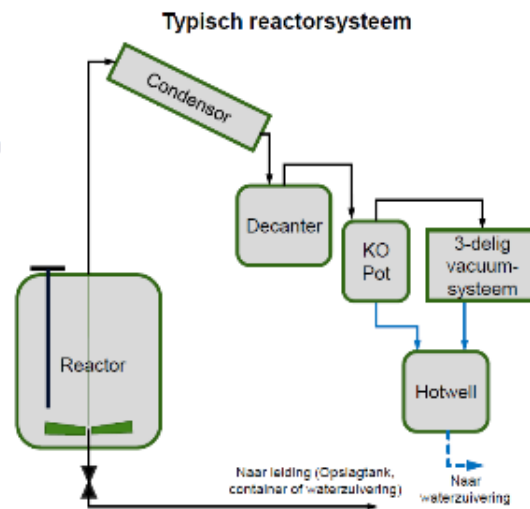
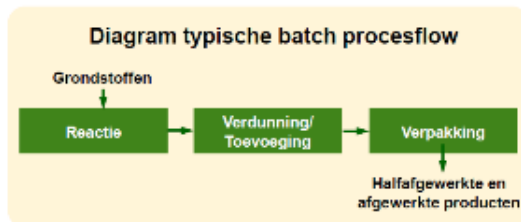
Overzicht PFAS-processen – Continu (ECF) en batch

Batch:

Drie productiegebouwen

24+ reactorsystemen

- 750–30,000 liter capaciteit
- Roestvrij staal, glasbekleding, speciale legeringen
- Uiteenlopende bijbehorende apparatuur



De ECF-productie is een gesloten systeem. De gassen worden gekoeld tot -70°C om productverliezen van PFAS tot een minimum te beperken. Er zijn meetcampagnes uitgevoerd om de samenstelling van de gassen die afgevangen worden uit het systeem te bepalen en te kwantificeren. Tijdens de voormalige productieprocessen van de C8-chemie, bestond een dergelijk gas uit laagkokende componenten zonder detecteerbare concentraties van C8 moleculen zoals PFOS of PFOA, wat te verwachten is na afkoeling van de gassen tot -70°C . Een extra gaswasser wordt gebruikt om de resterende laagkokende gassen te behandelen. In 1997 is een thermische oxidatie-eenheid geïnstalleerd om alle uit de ECF afkomstige gassen te verbranden.

De zuiverings- en reactiefase omvat gewoonlijk verscheidene productiestappen, waaronder een scheidingsfase. Dit zijn allemaal batchprocédés in een gesloten systeem die onder verschillende omstandigheden qua druk plaatsvinden. De gassen die afgevangen worden uit de batchprocessen worden gekoeld tot omgevingstemperatuur om productverliezen te minimaliseren. De actieve behandeling van het verontreinigd gas bestond in het verleden uit een gaswasser of een afblaastank. Sinds 1997 worden de gassen die afgevangen worden tijdens de scheidingsfase ook behandeld in de thermische oxidatie-eenheid. Door het ontbreken van betrouwbare meetmethoden zijn vóór 1990 geen systematische meetcampagnes uitgevoerd om de samenstelling van dergelijke gassen afkomstig van deze batchprocessen te bepalen. Lage concentraties aan C8 componenten zoals PFOS of PFOA in de dampfase kunnen vroeger mogelijk aanwezig geweest zijn in de gassen, gelet op het feit dat deze gassen niet zijn afgekoeld tot extreem lage temperaturen zoals bij het ECF-proces. Het volume aan gas uit deze batchprocessen was eerder beperkt en de snelheid in de schoorstenen was eerder laag, wat resulteert in een beperkte opwaartse beweging, waardoor PFOS en PFOA maar een beperkte afstand konden afleggen alvorens neer te slaan op de bodem.

In de periode 1994-2002 produceerde 3M Zwijndrecht zowel producten op basis van PFOS als PFOA. De productie van PFOA was echter vrij beperkt, doorgaans slechts één productiecampagne per jaar gedurende één week. Producten op basis van PFOS werden in wezen het hele jaar door geproduceerd.

In het kader van de productie van blusschuim werd elke partij aan een kwaliteitstest onderworpen. Deze test bestond uit het bestrijden van een kerosinebrand met het schuim. De productie van brandblusschuim is stopgezet op hetzelfde moment dat ook de productie van PFOS is gestopt, waarbij dan ook de kwaliteitstests ter hoogte van de testzone zijn stopgezet.

Tabel 2.2 geeft een overzicht van de productieperiode van de verschillende PFAS-componenten op het 3M-terrein die weerhouden zijn als verdachte stoffen.

Tabel 2.2 Productie van COC's door 3M: tijdlijn¹⁰

Chemie	Samengesteld	CAS nr	Tijdlijn productie
C4	PFBA	375-22-4	2001 – later
	PFBS	375-73-5	2001 – later
	PFBSA	30334-69-1	2001 - later
C6	PFHxA	307-24-4	1976-2001
	PFHxS	355-46-4	1976-2001
	PFHxSA	41997-13-1	1976-2001
C8	PFOA	335-67-1	1980-2007
	PFOS	1763-23-1	1976-2002
	PFOSA	754-91-6	1976-2002

De typische, historische isomeerverdeling voor de C8 PFAS-verbindingen in de 3M-fabriek was 70 tot 80 % lineair tegenover 20 tot 30% vertakt isomeer.

De thans beschikbare gegevens (toxicologische eigenschappen) over het specifieke gedrag van beide isomeren zijn beperkt. Het is echter bekend dat vertakte verbindingen mobieler zijn dan lineaire.

Volgens de informatie van 3M zijn HxFPO-DA (Gen-X) en PFAS-telomeren niet intentioneel geproduceerd op de locatie. Aangezien HxFPO-DA echter sporadisch in afvalwater van de 3M-locatie is aangetroffen, kan niet worden uitgesloten dat HPFO-DA als onzuiverheid in een grondstof aanwezig was of als onbedoeld bijproduct ontstaan is.

2.6.5 Informatie van (historische) luchtfoto's

Historische luchtfoto's geven een overzicht van de productiegeschiedenis op de 3M site. Vooral foto's van Geopunt ([Kaart | Geopunt Vlaanderen](#)) zijn hiervoor gebruikt. De geschiedenis van de site kan als volgt samengevat worden:

- 1969: Vóór de aanvang van de activiteiten op het 3M-terrein is dit terrein gebruikt voor landbouwdoeleinden;
- 1971: Industriële activiteit is zichtbaar in de noordoostelijke helft van de huidige terreinindeling. De zuidoostelijke helft van het terrein wordt nog steeds ingenomen door percelen die voor landbouw worden gebruikt;
- 1979 -1990 : De activiteit op het 3M-terrein heeft zich uitgebreid. Het zuidwestelijke deel van het terrein heeft geen begroeiing meer en wordt niet meer voor landbouw gebruikt. De algemene vorm van het 3M-perceel is dezelfde als nu;
- 2000 - 2003: Lichte uitbreiding van de installaties naar het zuidwesten; en
- 2021: Lichte uitbreidingen van de installaties in het zuidoosten. Nieuwe gebouwen op aangrenzend perceel ten noordoosten van het 3M-terrein.

Alle luchtfoto's zijn terug te vinden in Bijlage 5.

¹⁰ Bepaalde producten zijn intentioneel geproduceerd, andere ontstaan als afbraak- of nevenproduct

2.7 Conclusies van eerdere bodemonderzoeken

2.7.1 BBO 2006

2.7.1.1 Aanwezige Bronzones op site en luchtdepositieonderzoek

In het BBO van 2006 heeft Arcadis vijf bronzones voor de ontstane PFAS-verontreiniging geïdentificeerd, waarbij PFAS zijn aangetroffen in de bodem op het 3M-terrein:

1. De productiezone (gebouw 16): in deze zone waren lekken geweest in de chemische riolering, totdat deze riolering is vervangen;
2. Het gebied ten oosten van de waterzuiveringsinstallatie: dit is de locatie van de voormalige slibbekkens;
3. Testzone in open lucht voor blusschuim (kwaliteitstest van elke partij);
4. Het gebied ten oosten van de waterzuiveringsinstallatie, waar slib afkomstig van de biologie van de waterzuivering werd verspreid als test; en
5. Het gebied ten zuidwesten van de testzone voor brandschuim, waar de grond werd opgehoogd.

In de BBO van 2006 zijn ook verontreinigingen met PFAS vastgesteld op aanpalende percelen die grenzen aan de 3M-locatie, alsook verontreinigingen in grondwater stroomopwaarts van de 3M-locatie, op de Lanxess-locatie. Arcadis gaf aan dat de PFAS-verontreiniging in het grondwater op de Lanxess-site allicht op een andere manier is ontstaan dan via verspreiding met het grondwater alleen, bijvoorbeeld via depositie vanuit de lucht, en heeft onder meer daarom een onderzoek naar depositie vanuit de lucht uitgevoerd.

Arcadis heeft verschillende verspreidingsmechanismen geïdentificeerd voor PFAS van de 3M site naar omliggende terreinen:

- Het verspreiden via schoorstenen;
- Het verspreiden tijdens de testen met blusschuim;
- Het verspreiden van schuim uit de waterzuiveringseenheid; en
- Het verspreiden van opwaaiend verontreinigd stof en slib met de wind.

Modelberekeningen naar atmosferische depositie die toen werden uitgevoerd, gaven aan dat de verontreinigende stoffen die op het 3M-terrein werden uitgestoten omliggende bodems konden bereiken via depositie in de lucht. Er zijn bodemonsters genomen op het Lanxess-terrein en op het 3M-pad in de richting van de Schelde. Eén referentiemonster werd genomen in de Neerstraat, in Zwijndrecht. Volgende resultaten zijn beschreven in het BBO van 2006:

- Zowel op de Lanxess-locatie als op het 3M-pad zijn concentraties waargenomen die ruim onder de normen lagen die in het BBO-rapport van 2006 werden gehanteerd, dewelke voor industriële gebieden werden vastgelegd op 40 mg/kg ds voor PFOS en 200 mg/kg ds voor PFOA bepaald door het Minnesota Department of Health (MDH); en
- Op de referentielocatie in de Neerstraat is een PFOA-concentratie van 0,022 mg/kg gerapporteerd in het ondiepe bodemonster 0,05-0,15 m mv. Deze concentratie in het off-site bodemstaal lag ruim onder de toenmalige norm voor woongebieden van 30 mg/kg ds voor PFOA, opgesteld door MDH, die in het BBO van 2006 als drempelwaarde voor woongebruik is gehanteerd.

Op basis van deze resultaten is onderzoek buiten het terrein onnodig geacht en bijgevolg is geen verder onderzoek buiten het terrein uitgevoerd. Bovengenoemde conclusies zijn te vinden in de paragrafen 10.2.5 en 10.6.3 van het BBO rapport van 2006.

2.7.1.2 Algemene conclusie BBO 2006

De algemene conclusies van het BBO opgesteld in 2006 voor de onderzochte PFAS-verbindingen luiden als volgt:

- Er is een grondwaterverontreiniging met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA. Er is aangenomen dat deze verontreiniging in het grondwater historisch van aard is; en.
- Op basis van de risico-evaluatie wordt geen risico voor de mens verwacht. Op basis van de ecotoxicologische risico-evaluatie kan een ecotoxicologisch risico niet worden uitgesloten. Er is ook een potentieel verspreidingsrisico voor de verontreiniging in het grondwater met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA.

Een saneringsplan is nodig voor de grondwaterverontreiniging met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA op het 3M-terrein. Ook voor de verontreiniging in het grondwater buiten het terrein zijn maatregelen nodig.

2.7.2 Saneringsproject 2008

In 2008 heeft Arcadis een bodemsaneringsproject¹¹ (BSP) opgesteld voor de grondwaterverontreiniging op en buiten het terrein. De algemene doelstelling van de sanering, zoals beschreven in dit BSP, is om de verontreiniging met PFAS in de bronzones te beheersen en zoveel als technisch/financieel mogelijk massa te verwijderen, om zo de verspreiding van de verontreiniging te beperken.

2.7.2.1 Sanering op het terrein

Wat de verontreiniging op het 3M terrein betreft, kan een ruimtelijk onderscheid worden gemaakt tussen de PFAS verontreiniging in grondwater op het zuidelijke deel van het terrein (perceelsgrens) en deze in de buurt van de productieruimte (gebouw 16) en ter hoogte van de waterzuiveringsinstallatie (WZI). Daarom werd een gefaseerde saneringsaanpak voorgesteld. De saneringswerkzaamheden voor de bronzones ter hoogte van gebouw 16 en de WZI zijn kort na de goedkeuring van het BSP opgestart en bestaan uit een P&T-systeem om de verontreiniging in de eerste aquifer te beheersen. Het monitoringsprogramma om de doeltreffendheid van de sanering op te volgen, omvat peilbuizen in de eerste aquifer, alsook peilbuizen in de tweede aquifer en oppervlaktewater bij Blokkersdijk.

Voor de verontreiniging ter hoogte van de zuidelijke perceelsgrens van het terrein werd aangegeven dat de sanering zou beginnen na de voltooiing van het Oosterweelproject, aangezien de plannen voor de herinrichting van de Palingbeek nog niet klaar waren toen het BSP werd opgesteld.

2.7.2.2 Sanering buiten het terrein (Z-wells)

Wat de verontreiniging buiten het terrein van 3M betreft, is in het BSP van 2008 een grondwatermonitoring voorgesteld.

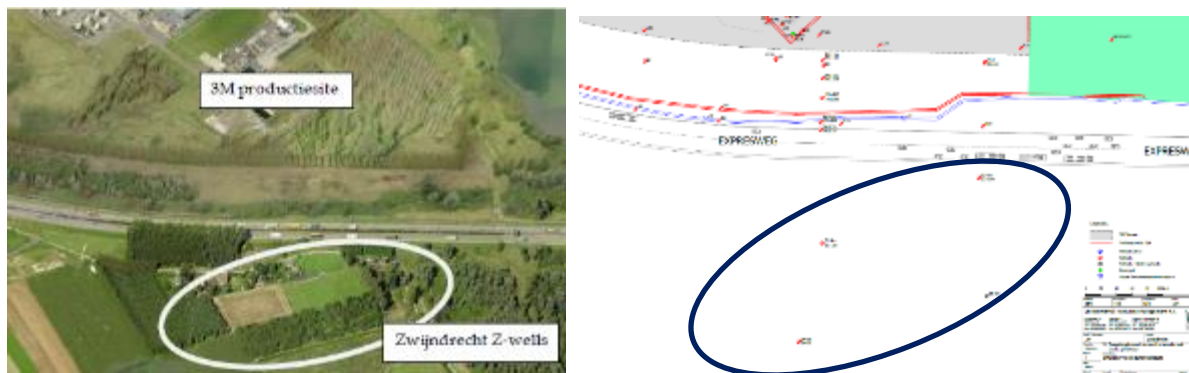
Voor de monitoring van de off-site grondwaterkwaliteit zijn negen Z-wells (Zwijndrecht wells, peilbuizen geïnstalleerd door Arcadis ikv het BBO) geselecteerd ten zuiden van het 3M-terrein en de E34 in Zwijndrecht, in overeenstemming met het goedgekeurde BSP. Het gebied ten zuiden van het 3M-terrein kan worden gevonden op

¹¹ Saneringsplan "Bodemsaneringswerken 3M Belgium nvb, Haven 1005, Candastraat 11 te Zwijndrecht (11/003460) opgesteld door Arcadis Belgium, d.d. 29 oktober 2008, en de conformiteitsverklaring met referentie C4177, d.d. 9 februari 2009.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht
Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de
bodem

Illustratie 2.15.

Illustratie 2.15 Ligging Z-wells



De Z-wells zijn tussen 2002 en 2014 getest op aanwezigheid van PFHxS, PFOSA, PFOS en PFOA. Ter hoogte van de peilbuizen Z1-10m, Z3-10m, Z3-3m, Z5-8m, en Z6-3m lag meer dan 90% van de resultaten onder de toen geldende detectielimiet van het laboratorium (en maximumwaarden tussen 0,5 en 1 µg/l). Andere peilbuizen hadden maximumwaarden van minder dan 4 µg/L, met één uitzondering (4,32 µg/L voor PFOA) in peilbuis Z4-8m. Op basis van de monitoringresultaten van 2002 tot 2014 heeft ERM in oktober 2014 een eindevaluatierapport opgesteld waarin wordt gesteld dat, met het op dat moment geldende referentiekader, geen verdere saneringsmaatregelen nodig zijn voor de PFAS grondwaterverontreiniging ten zuiden van de E34. De OVAM was het ermee eens dat de grondwaterkwaliteit ten gevolge van de saneringsactiviteiten geen ernstige verontreiniging meer vormde en dat er bijgevolg geen bijkomende nood was aan grondwatersanering of monitoring van deze peilbuizen. Het rapport, de bemonsteringsgegevens van 2002 tot 2014 en de goedkeuring van de OVAM voor het stopzetten van de monitoring zijn beschikbaar in Bijlage 5

In de periode december 2015 - januari 2016 zijn alle negen Z-wells door ERM en Servaco (een onderaannemer) buiten gebruik gesteld volgens de voorgeschreven procedure (CMA/1/A.2), om te voorkomen dat deze peilbuizen zouden kunnen fungeren als preferentiële stroombaan voor verontreinigende stoffen naar het grondwater.

2.7.3 Bemonstering voor bouwwerkzaamheden Oosterweel

De voorbereidende werkzaamheden voor de bouw van het Oosterweelproject hebben geleid tot een reeks grondwater- en bodem staalnamescampagnes langsheen het traject van de nieuwe snelweginfrastructuur en tunnels. Deze campagnes zijn uitgevoerd onder begeleiding van de bodemsaneringsdeskundigen Sweco en Witteveen & Bos in opdracht van BAM/Lantis. De gegevens van deze campagne zijn gebruikt om de bemonsteringsstrategie voor onderhavig BBO te ontwikkelen, en de analyseresultaten van de grondstalen van deze campagne zijn gebruikt in de besluitvorming van dit rapport.

2.8 Kenmerken van de verontreiniging.

De selectie van de verdachte stoffen (COC's) is gebaseerd op de huidige en voormalige productie van PFAS-componenten en de bijhorende volumes op het 3M-terrein. ERM nam de COC's uit het BBO van Arcadis van 2006, en voegde chemicaliën toe die momenteel door 3M worden geproduceerd. Dit resulteert in negen COC's, vermeld in

Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Verdachte stoffen

		Chemische naam	CAS#
C8	PFOA	Perfluorooctaanzuur	335-67-1
	PFOS	Perfluorooctaansulfonaat	1763-23-1
	PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide	754-91-6
C6	PFHxA	Perfluorhexaanzuur	307-24-4
	PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat	355-46-4
	PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide	41997-13-1
C4	PFBA	Perfluoroboterzuur	375-22-4
	PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	375-73-5
	PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide	30334-69-1

De eigenschappen van de verbindingen PFHxS, PFHxA, PFBS en PFBA, stoffen waarvoor de OVAM op 1 april 2021 geen voorstel tot bodemsaneringsnorm publiceerde, zijn geselecteerd op basis van een gedetailleerd overzicht van wetenschappelijke artikels en studies met betrekking tot de chemische en fysische eigenschappen, toxicologie en het gedrag van deze verbindingen in de bodem. Het volledige rapport met de eigenschappen van deze verbindingen is te vinden in Bijlage 6.

2.9 Veiligheids- en voorzorgsmaatregelen, gebruiksbepalingen of bestemmingsbepalingen

Op 14 juni 2021 heeft de Vlaamse regering 'no-regret' voorzorgsmaatregelen ter bescherming van de volksgezondheid geadviseerd, die van toepassing zijn op gebieden binnen 1,5, 3, 5 en 10 km van de 3M-locatie. Deze maatregelen werden op 21 juni geactualiseerd¹².

Naast deze officiële maatregelen heeft ERM in juli 2021¹³ een voorlopig verslag over bijkomende voorzorgsmaatregelen ingediend bij de OVAM, op basis van de op dat moment beschikbare bodem- en grondwatergegevens. Dit verslag werd op 1 september 2021 goedgekeurd door de OVAM. Het volledige rapport, inclusief de goedkeuring door de OVAM is beschikbaar in Bijlage 7.

In dat document geeft ERM aan dat de PFOS- en PFOA-concentraties de voorgestelde bodemsaneringsnorm (voorgesteld door OVAM in 2021 en van toepassing sinds 1 april 2021) overschrijden in landbouwgebied binnen een straal van 2,75 km van van het 3M-terrein. Wanneer vergeleken wordt met de norm die het Nederlandse RIVM in 2019 voorstelt voor particuliere moestuinen, kan deze straal herleid worden tot 1,25 km. ERM gaf eveneens aan dat de PFAS-concentraties in de ondiepe bodem exponentieel afnemen met toenemende afstand van de 3M-fabriek, en dat andere off-site bronnen niet kunnen worden uitgesloten gezien het wijdverbreide gebruik van PFAS in industriële processen, brandoefeningen en branden in het Antwerpse (haven)gebied.

De voorgestelde voorzorgsmaatregelen zijn uitgewerkt volgens Art. 70 van het bodemsaneringsdecreet (2006) en de meest recente standaardprocedure voor BBO's opgesteld door OVAM (2020). Ze kunnen als volgt worden samengevat:

¹² 'no-regret' maatregelen zijn te vinden op [PFAS-vervuiling | Vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling)

¹³ Voorstel Voorzorgsmaatregelen, Off-site PFAS impact 3M zwijndrecht, ref 0540247, opgesteld door ERM, 5 juli 2021

- Gebruik in de landbouw: De belangrijkste potentiële blootstellingsroute is via dierlijke producten (vlees, melk en eieren). Naast de 'no-regret' maatregelen wordt geadviseerd melk en vlees die binnen een straal van 2,75 km van de fabriek worden geproduceerd, te testen op PFOS, PFOA en voedselveiligheid voordat zij op de markt worden gebracht, net zoals alle gewassen, groenten of fruit die binnen een straal van 1,5 km van de fabriek worden geteeld en bestemd zijn voor de markt of voor voederen aan vee/dieren;
- Woongebruik: Extra maatregelen boven de 'no-regret' maatregelen werden niet nodig geacht;
- Gebruik van grondwater: Bovenop de 'no-regret' maatregelen mag grondwater niet worden gebruikt voor consumptie (door mensen of vee), irrigatie (planten, fruit, gewassen), het wassen van de auto of het vullen van zwembaden. Onttrokken grondwater dat vrijkomt tijdens bemalingswerken voor bouwwerkzaamheden moet worden behandeld tot aanvaardbare lozingsniveaus; en
- Afgraven van grond en baggeren van materiaal: Alle afgegraven grond binnen een straal van 3 km van het 3M-terrein moet worden behandeld volgens de voorschriften van het Grondverzet (Vlarebo, 2008). Baggerslib dat vrijkomt bij het opruimen van kleine oppervlaktewaterlichamen moet worden getest op PFAS, en off-site worden behandeld binnen het bestaande wettelijke kader ingeval van verhoogde PFAS niveaus.

In het rapport met de resultaten van de biomonitoring¹⁴, waarin de resultaten van PFAS analyses in bloedserum van 796 mensen die binnen een straal van 3 km rond de 3M-locatie wonen, worden de 'no-regret' maatregelen geëvalueerd. In dat rapport is het volgende gesteld:

- Er is een duidelijk verband tussen de consumptie van scharreleieren van particulieren en PFAS in het bloed. De 'no-regret'-maatregel met betrekking tot eieren is terecht, en moet worden gehandhaafd;
- Het gebruik van grondwater uit particuliere grondwaterwinningen voor consumptie (koken, drinken) en ander gebruik (schoonmaken, irrigatie, ...) is geassocieerd met verhoogde gehalten aan PFOS en PFHxS. Daarom is de 'no-regret'-maatregel met betrekking tot het gebruik van grondwater terecht, en moet hij worden gehandhaafd;
- De consumptie van zelf geteelde groenten en fruit wordt, op basis van de in de studie gebruikte statistische modellen, niet weerhouden als een factor die onafhankelijk bijdraagt tot de waargenomen PFAS-concentraties in het bloedserum. Een mogelijke verklaring is dat mensen die zelfgekweekte groenten en fruit eten, ook eieren uit hun kippenren eten, waarbij de consumptie van eieren veruit de belangrijkste bijdrage levert en effecten van groenten mogelijk worden gemaskeerd. Verder onderzoek is nodig om het effect van zelf geteelde groenten en fruit te beoordelen;
- Frequent contact met bodemdeeltjes resulteerde in verhoogde PFOS-concentraties; er is echter onvoldoende informatie of het gaat om een lokale factor. Contact met chemische producten resulteerde in verhoogde PFOA- en PFHxS-concentraties. Er zijn echter niet genoeg details beschikbaar om dit laatste in verband te brengen met de lokale industrie, zoals 3M;
- Het gebruik van smeermiddelen op het werk of bij hobbywerkzaamheden leidde tot verhoogde PFOA- en PFNA-concentraties. Deze blootstelling houdt verband met het persoonlijk gebruik van de smeermiddelen, en niet met het milieu. Daarom wordt aanbevolen het gebruik van teflon (PFTE) houdende smeermiddelen te verminderen; en
- Het gebruik van consumptieproducten zoals kookpotten met antiaanbaklaag, voedselverpakkingen of cosmetica werd niet geïdentificeerd als een bron van PFAS in het bloed.

¹⁴ Bevolkingsonderzoek PFAS bij omwonenden van de 3M-locatie in Zwijndrecht - Technisch Wetenschappelijk rapport, opgesteld door VITO en PIH, in opdracht van het Agentschap Zorg & Gezondheid, publiek beschikbaar sinds 26/10/2021

2.10 Gebruiksadvies

De gebruiksadviezen zullen verder worden bepaald in het onderhavig BBO en bodemsaneringsproject (BSP). In de tussentijd, zie paragraaf 2.9 voor voorlopige veiligheids- en voorzorgsmaatregelen.

2.11 Terreinbezoek

Het projectgebied is gedurende de eerste fase van het BBO verschillende keren bezocht. Een fotoreportage met een impressie van het gebied is opgenomen in Bijlage 10.

3. BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE

Voor de voltooiing van deze eerste fase van het BBO heeft ERM een stapsgewijze aanpak toegepast. In dit hoofdstuk worden de vier stappen beschreven van de onderzoeksstrategie die voor deze fase van het BBO van toepassing is.

3.1 Stap 1 - Evaluatie van de beschikbare gegevens

ERM heeft een desktopstudie uitgevoerd om alle recente beschikbare gegevens te verzamelen met het oog op de opstelling van een bemonsteringsplan voor het veldwerk, alsook om de administratieve gegevens en het conceptueel site model bij te werken en de verdachte stoffen te weerhouden.

Alle gegevens zijn samen beheerd in een EquIS database, en samengebracht in QGIS voor visualisatie. De verzamelde gegevens omvatten:

- de doorlopende monitoringgegevens die door 3M zijn verzameld;
- de door BAM/Lantis verzamelde gegevens voor de Oosterweel werken;
- de gegevens die door Arcadis (BBO 2006) zijn verzameld voor hun onderzoek naar atmosferische depositie; en
- de bijkomende gegevens ter beschikking gesteld door de OVAM voor 4 sites in het gebied, waarvan de Opel-site (havengebied) hier relevant is.

Het oorspronkelijke onderzoeksgebied werd bepaald door (1) gebruik te maken van de bodemresultaten van de Oosterweel-werkzaamheden om de afname van PFAS-concentraties in de bodem met de afstand tot de 3M-locatie te evalueren. Dit resulteerde in een onderzoeksgebied rond de 3M-locatie met een straal van 3,5 tot 4 km; en (2) zich te concentreren op de effecten van potentiële atmosferische depositie, die afhangt van de windrichting; in dit verband evalueerde ERM de bestaande gegevens van de dispersieberekeningen die zijn opgenomen in het door Arcadis ontwikkelde BBO van 2006.

ERM voerde een eerste kriging¹⁵ evaluatie uit om de gegevens binnen een straal van 4 km rond de site van 3M te evalueren, om de verspreiding in de bodem na te gaan. Ondanks een grote dataset, gaf kriging geen éénduidig resultaat. De beschikbare informatie levert dan ook geen duidelijke statistische onderbouwing op voor een eerste afbakening van PFAS in de bodem, zodat aanvullende bemonstering noodzakelijk werd geacht om de dataset uit te breiden.

3.2 Stap 2 - Aferperking van de bodemverontreiniging op basis van de voorgestelde bodemsaneringsnormen

Om de efficiëntie van de staalnamecampagnes te optimaliseren, zijn deze in stappen opgesplitst: een eerste campagne was gericht op het uitbreiden van de dataset, terwijl de daaropvolgende campagnes gericht waren op het verfijnen van de aferperking van de verspreiding in de bodem.

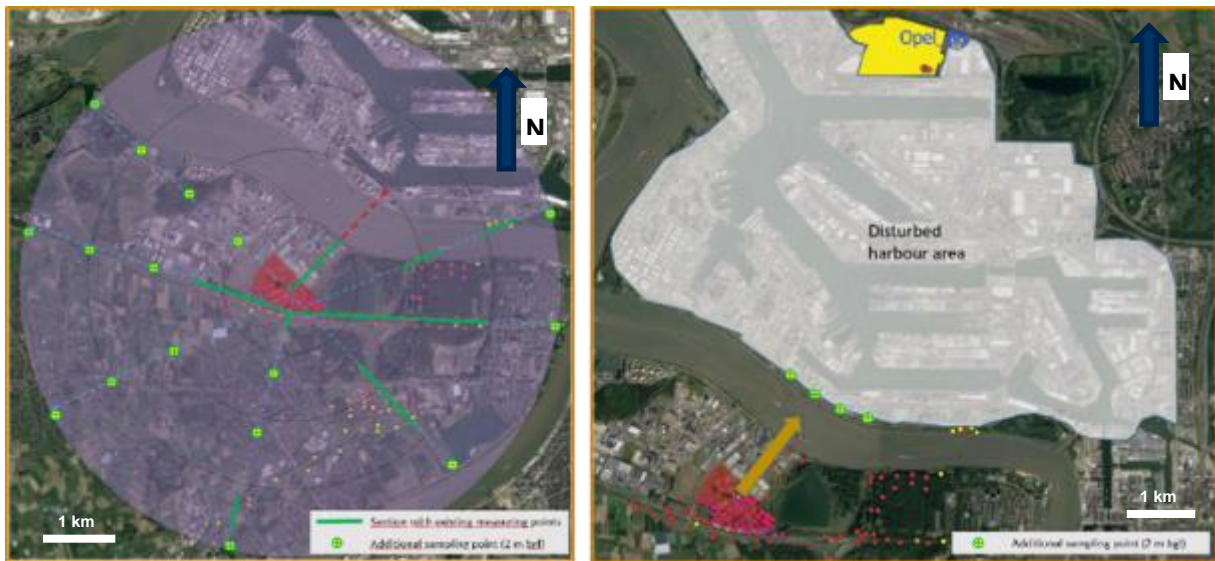
Het doel van deze campagnes was de horizontale en verticale verspreiding van verontreinigende stoffen in de bodem in kaart te brengen. De staalnamelocaties en -diepte zijn bepaald aan de hand van de reeds beschikbare informatie (hoofdstuk 3.1) rekening houdend met het belang van winddepositie voor de verspreiding van verontreinigende stoffen. In het kader van de verticale aferperking van PFAS in de bodem, zijn monsters genomen volgens het waargenomen bodemprofiel (bodemhorizonten; waar aanwezig en wanneer niet verstoord door grondwerken en/of ploegwerkzaamheden) met een maximale bemonsteringsdiepte tot aan de freatische aquifer.

Voor de eerste campagne werd gewerkt volgens verschillende assen, waarbij monsters werden genomen op 4 à 5 punten op radiale assen die zich van de 3M-locatie naar buiten uitstrekten.

¹⁵ Kriging is een statistische interpolatiemethode op basis van Gauss proces (Gaussiaanse proces regressie), rekening houdend met afstand en de variatie tussen gekende datapunten.

Bestaande data is in de assen opgenomen om het aantal extra locaties voor deze eerste te beperken (Illustratie 3.1). Bemonsteringslocaties werden hoofdzakelijk geselecteerd in het publieke domein waar, op basis van historische foto's, geen activiteiten hebben plaatsgevonden sinds het einde van de jaren 1970. Er zijn ook monsters genomen in alle windrichtingen. De overheersende windrichting is echter naar het noordoosten, waar de havenactiviteiten (en in mindere mate het Opel-terrein, waar een PFAS-verontreiniging aanwezig is) de resultaten zouden kunnen beïnvloeden, wat tot vals-positieve resultaten zou kunnen leiden. Daarom werd de groenstrook naast de Scheldelaan gekozen voor bemonstering. Aangezien dit een eerste onderzoek was, is het analyseprogramma voor deze monsters beperkt tot de 9 COC's die door ERM in samenwerking met 3M waren bepaald.

Illustratie 3.1 Voorstel staalnamelocaties langs radiale assen



Vervolgens zijn aanvullende campagnes uitgevoerd om de verticale en horizontale afperking van verontreinigende stoffen te verfijnen. Deze verdere campagnes zijn zodanig opgezet dat er meer stalen zijn genomen binnen een straal van 2,5 km van de 3M-locatie, en minder monsters binnen de het gebied tussen 2,5 - 4 km van de site. De staalname werd uitgevoerd per bodemhorizont die in het veld is geïdentificeerd, en de boringen werden uitgevoerd tot aan het grondwaterniveau.

In totaal werden voor dit BBO drie staalnamecampagnes uitgevoerd, in juni 2020, juni 2021 en augustus/september 2021.

3.3 Stap 3 - Onderzoek in verband met de risico-evaluatie

ERM voerde aanvullend onderzoek uit met het doel de belangrijkste blootstellingsroutes en de potentiële risico's voor landbouwers en bewoners in het projectgebied te verifiëren.

Ter voorbereiding van de voorzorgsmaatregelen gevraagd door OVAM, heeft ERM bijkomende stalen genomen van de toplaag (0 - 15 cm diepte) binnen de gemeente Zwijndrecht. De locaties voor het nemen van bodemstalen zijn hoofdzakelijk gekozen met het oog op een goede dekking van de 1,5 tot 2 km perimeter ten zuiden van de 3M site in Zwijndrecht. Bovendien is ernaar gestreefd monsters te nemen in gebieden met zowel agrarisch als residentieel landgebruik. Op verzoek van de gemeente Zwijndrecht werd ook de landbouwer aan de Krijgsbaan 196 (buiten de straal van 1,5 tot 2 km) in de bemonsteringscampagne opgenomen.

Naast stalen van de toplaag verzamelde ERM ook gewassen (waaronder verschillende groenten, gras en maïs), eieren en melk. Gewassen die oogstklar waren zijn verzameld op zowel particuliere moestuinen als landbouwgrond. Voor elk monster van groenten, gras, maïs en dierlijke producten is een bijhorend staal van de toplaag genomen om het mogelijke verband tussen de gedetecteerde

PFAS-concentraties (indien aanwezig boven de toepasselijke laboratoriumdetectiegrenzen van het gecertificeerde labo SGS) in de voedingsmaterialen en de PFAS concentraties in de bodem na te gaan.

ERM heeft ook grondwatermonsters genomen van particuliere onttrekkingsputten en 16 nieuwe peilbuizen geplaatst. Gelieve op te merken dat een gedetailleerde karakterisering en afperking van het grondwater niet het doel is van deze 1ste fase van het BBO, een verdere evaluatie zal in de volgende fase worden uitgevoerd.

3.4 Stap 4 - integratie van bemonsteringscampagnes voor de bodem door derden

Sinds eind april 2021 hebben verschillende andere partijen bodem- en/of grondwaterbemonsterings- en -analysecampagnes uitgevoerd in de omgeving van de 3M-fabriek, binnen of nabij het projectgebied waarop dit BBO betrekking heeft. De volgende evenementen zijn uitgevoerd:

- In opdracht van de gemeente Zwijndrecht¹⁶ heeft PIH 2 staalname campagnes uitgevoerd. Tijdens een eerste campagne eind april 2021 zijn 3 grondmonsters en 2 grondwatermonsters verzameld binnen een straal van 1 tot 1,5 km van de 3M-locatie. De bodemmonsters zijn genomen van de toplaag (0-0,15 m mv). Elk bodemmonster is een samengesteld monster van ongeveer 10 grondboringen. Tijdens een tweede campagne werden 4 bodem- en 5 grondwatermonsters genomen binnen een straal van 2,5 km rond de 3M-locatie. De bodemmonsters werden genomen zoals in de vorige campagne. Alle grond- en grondwatermonsters werden geanalyseerd op de 28 PFAS-verbindingen overeenkomstig de CMA/3/D;
- In opdracht van de stad Antwerpen¹⁷ heeft ABO in totaal 12 bodemstalen verzameld op 4 geselecteerde locaties in Antwerpen op de linkeroever van de Schelde. Op elke locatie werden 3 duplo ongeroerde bodemstalen genomen met een steekbus. Alle bodemmonsters zijn geanalyseerd op 37 PFAS-verbindingen; en
- In opdracht van OVAM¹⁸ heeft Arcadis 11 bodemstalen verzameld tijdens een eerste campagne, en 12 bodemstalen tijdens een tweede campagne. De staalnamelocaties zijn geselecteerd binnen een straal van 3 km van de 3M site, in de steden Zwijndrecht, Antwerpen en Beveren. Twee van deze monsters zijn genomen in de buurt van het ISEC-opleidingscentrum voor industriële veiligheid en noodgevallen, waar mogelijk brandoefeningen hebben plaatsgevonden. De bodemmonsters zijn genomen van de toplaag (0-0,15 m-mv). Elk monster is een samengesteld monster van ongeveer 10 grondboringen. Alle bodemmonsters zijn geanalyseerd op 37 PFAS-verbindingen CMA.

Bovengenoemde verslagen zijn te vinden in Bijlage 8.

De resultaten van deze monsternemingen zijn geïntegreerd in dit BBO-rapport.

De rapporten met resultaten genomen in de gemeente Beveren, het rapport in opdracht van de stad Antwerpen opgesteld door ABO en het rapport op de Neusenbergh locatie in Zwijndrecht in opdracht van OVAM ter beschikking gesteld aan ERM eind december 2021, zijn niet opgenomen in de huidige fase van het BBO.

¹⁶ Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater t.h.v. Neerstraat, Polderstraat en Bembdt te Zwijndrecht" en "Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater te Zwijndrecht, campagne 2", beide opgesteld door PIH

¹⁷ Verkennend bodemonderzoek PFAS, 2050 Linkeroever, opgesteld door ABO, d.d. 14 juni 2021

¹⁸ Memo "Resultaten controlestaalname PFAS fase 1+2 - OVAM", opgesteld door Arcadis, dd. 12 juli 2021

3.5 Beoordelingskader bodem en grondwater

3.5.1 PFOS en PFOA

Tabel 3.1 toont de voorgestelde bodemsaneringsnormen opgesteld door OVAM (2021), en geldig sinds 1 april 2021 voor grond en grondwater. Deze normen zijn berekend door VITO, waarbij voor de humaan toxicologisch waarde gebruik is gemaakt van de S-Risk toepassing voor de berekening van normen, met toepassing van de US EPA 2016 TDI waarde.

Tabel 3.1. Saneringswaarden voorgesteld door OVAM (2021)

Landgebruik	Bodem Landgebruik type I (natuur) & II (landbouw)	Bodem Landgebruik type III (Residentieel)	Bodem Landgebruik type IV (Recreatie)	Bodem Landgebruik type V (Industrieel)	Grondwater
	µg/kg ds	µg/kg ds	µg/kg ds	µg/kg ds	ng/l
PFOS	3,8	18	110	1.949	120
PFOA	4,3	89	643	643	120

3.5.2 Bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de andere COC's

Alleen PFOS en PFOA hebben door de overheid gesuggereerde referentiewaarden voor sanering. Een uitgebreid onderzoek van internationale normen en wetenschappelijke literatuur was nodig om referentiewaarden voor niet-genormeerde PFAS te berekenen.

ERM heeft ook de resultaten geëvalueerd van het uitgebreide literatuuronderzoek dat is verricht door consultants die voor 3M USA werken (ca. 1200 artikelen), waarbij de Klimisch-score¹⁹ als kwaliteitsbeoordelingsinstrument is gebruikt.

ERM gebruikte de S-Risk modeltoepassing I, vertrekkende van PFOS, om een voorstel voor bodemsaneringsnorm te berekenen voor de geselecteerde COC's waarvoor nog geen referentiewaarden bestonden.

3.5.2.1 Methodologie en aanpak

In dit hoofdstuk is een voorstel uitgewerkt voor humaan-toxicologische bodemsaneringsnormen voor PFHxA, PFHxS, PFBA en PFBS. Deze waarden kunnen worden gebruikt als referentiewaarden bij de beoordeling van bodemverontreiniging. De onderbouwing van de toegepaste fysisch-chemische eigenschappen en toxicologische normen voor deze stoffen die verder in dit hoofdstuk worden gebruikt voor het berekenen van de voorgestelde bodemsaneringsnormen is beschreven in het rapport 'PFAS eigenschappen - een basis voor saneringsnormbepaling voor PFHxA, PFHxS, PFBA en PFBS' dat is opgenomen in Bijlage 6 van dit rapport. De methodologie die werd gebruikt om de voorgestelde bodemsaneringsnormen af te leiden, wordt beschreven in 'Basisinformatie voor risico-evaluaties: werkwijze voor het opstellen van bodemsaneringsnormen en toetsingswaarden, richtwaarden en streefwaarden' (OVAM, 2016).

Er dient op gewezen te worden dat er momenteel nog onzekerheden bestaan over de fysisch-chemische eigenschappen en de humaan-toxicologische grenswaarden voor de beoordeelde stoffen.

¹⁹ Klimisch score is een methode voor het beoordelen van de betrouwbaarheid van toxicologische studies, voornamelijk voor regelgevingsdoeleinden (methode voorgesteld in 1997).

Daarom geeft de huidige berekening enkel de bepaling van de bodemsaneringsnorm op basis van de huidige kennis en wetenschappelijke inzichten. Dezelfde aanpak is gevolgd als deze die door VITO in opdracht van de OVAM werd gehanteerd voor de bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor PFOS en PFOA (Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in de bodem en grondwater' (OVAM, 5/3/2021) en 'Voorstel voor bodemsaneringsnormen voor perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA)' (Van Holderbeke et al., 2020).

Bij het bepalen van de stofgegevens die verder moeten worden toegepast voor de berekening van de voorgestelde humaan-toxicologische bodemsaneringsnormen, heeft ERM vooral gekeken naar de toonaangevende instellingen zoals USA EPA, ATSDR, ... zoals voorgeschreven in de bovenvermelde methodologie. Daarbij werd gebruik gemaakt van de meest recente informatie, waarbij specifiek werd gekeken naar de eigenschappen van de afzonderlijke stoffen en niet naar de PFAS groep als geheel. Bijgevolg werden verschillende toxicologische referentiewaarden toegepast voor de vier bijkomende COC's.

In de recente discussies in verband met PFAS-verontreinigingen wordt vaak verwezen naar de TWI (toelaatbare wekelijkse inname) van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht (BW)/week die de EFSA in 2020 heeft voorgesteld (of een GGW, gezondheidkundige grenswaarde) van 0,63 ng/kg BW/dag) voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS. Deze referentiewaarde is niet toegepast. In het recent gepubliceerde rapport van de opdrachthouder aangesteld door de Vlaamse overheid²⁰ is over deze waarde het volgende opgenomen:

- Op pagina 58: *“Wanneer de GGW van EFSA 2020 (0.63 ng/kg/ BW/dag) de toelaatbare dagelijkse inname bepaalt, zal bij een aanzienlijk deel van de bevolking deze reeds worden overschreden met de consumptie van commerciële voeding en is het nauwelijks nog mogelijk om een bijdrage vanuit de bodem (en lucht, water) van de blootstelling aan PFOS en PFOA toe te staan”*; en
- Op pagina 59: *“Vanuit het maatschappelijk debat is er een vraag om ‘nu’ een beoordelings- of handelingskader op te stellen dat vertrekt van meer recente GGW dan de EPA 2016. Dit is belangrijk om antwoorden te kunnen bieden aan huidige projecten en probleemsituaties die vandaag actie vragen. Zo’n kader zal echter slechts een tijdelijk kader kunnen zijn met de ambitie dit verder aan te passen in functie van de kennisopbouw en in de ambitie te streven naar de waardes vooropgesteld door EFSA 2020. Duidelijk is dat GGW voorgesteld door EFSA 2020 voor 4 PFAS-verbindingen een streefwaarde is en in feite als alarmdrempel kan gehanteerd worden om de situatie nauw op te volgen met onderzoek en maatregelen. Het is een startsignaal om het handelingsperspectief in gang te zetten. Het rechtlijnig omzetten van deze grenswaarde voor de waaier van PFAS-verbindingen in milieukundige toetsingswaarden botst op verschillende problemen; de doelstelling van deze GGW-waarde kent zijn oorsprong in voeding en vraagt afweging hoe deze door te vertalen naar de normwaarden voor de verschillende milieucompartimenten. Meer kennis is vereist over welke PFAS-verbindingen relevant zijn in de respectievelijke milieucompartimenten en hoe deze PFAS-verbindingen bijdragen aan de humane blootstelling. Het is zeker een aanzet tot verstrenging en tot ontwikkeling van nieuwe grenswaarden, maar dit kan niet zonder de complexiteit van de huidige situatie in rekening te brengen. Het handelingskader dat hierrond ontwikkeld wordt zal moeten leiden tot éénduidige risicobeoordelingen en hieruit gevolg gevende blootstellingsbeperkende maatregelen. Deze scenarioberekeningen zijn dan ook de opening van het debat welk risico aanvaardbaar vs. haalbaar is in de zogenaamde ‘effect’-disciplines natuur en mens-gezondheid.”*

Zoals hieruit blijkt lopen er op dit moment bij verschillende onderzoeksinstellingen (VITO, RIVM, FAVV, ...) en beleidsmakers (OVAM, EU, ...) nog evaluaties over de toepasbaarheid van deze EFSA-waarde voor het definiëren/aanpassen van milieunormen. Opgemerkt moet worden dat als deze

²⁰ Aanpak PFAS-problematiek in Vlaanderen, Tweede tussentijdse rapport van de opdrachthouder aangesteld door de Vlaamse Regering, Deel 1: Onderzoeksverslag dd. 18/1/2022'

EFSA-waarde wordt gebruikt om voorgestelde bodemsaneringsnormen af te leiden, de berekende inname van PFOS en PFOA gebruik makend van de 90%-iel achtergrondwaarden van afgelegen gebieden ("streefwaarden")²¹ van respectievelijk 1,5 µg/kg ds en 1,0 µg/kg ds als bodemconcentratie al een overschrijding van deze TWI voor agrarisch landgebruik oplevert. Bovendien ligt de rapportagegrens voor de detectie van PFAS in de bodem rond 0,2 µg/kg. Als gevolg van deze rapportagegrens is het wellicht niet langer technisch haalbaar om PFAS-concentraties te meten die resulteren in een blootstelling die onder de EFSA-waarde ligt. Bovendien is de EFSA-TWI gebaseerd op een epidemiologisch effect (verminderde werkzaamheid van vaccinatie) en niet op een toxicologisch effect. Gezien de lopende evaluatie van en discussies over de toepasbaarheid en representativiteit van de door de EFSA voorgestelde toxicologische referentiewaarde (2020), is deze waarde in deze studie niet gebruikt.

Deze benadering is ook toegepast in de studies met betrekking op blootstelling aan PFAS vanuit de bodem via specifieke bodemgebruik scenario's zoals besproken in het bovenvermelde tweede tussentijdse rapport van de opdrachthouder aangesteld door de Vlaamse Regering. In de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risico-grenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidkundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)" van januari 2022 opgemaakt in opdracht van de opdrachthouder voor de Vlaamse Regering geeft VITO in haar evaluatie aan dat de EFSA TDI (GGW genaamd) volgende gevolgen heeft:

- Op pagina 8: "De achtergrondblootstelling (lower bound aanname) voor PFOS o.b.v. EFSA 2012 is voor de 3 leeftijdscategorieën reeds groter dan de GGW van 0,63 ng/kg lw.d (EFSA 2020), terwijl deze o.b.v. EFSA 2020 schattingen enkel voor de leeftijdscategorie 1-6 jaar groter is dan de GGW van EFSA."; en
- Verder op pagina 8: "Dit toont aan dat de GGW van EFSA 2020 zo laag is dat bij een aanzienlijk deel van de bevolking (met name > helft van de bevolking, vermits de achtergrondblootstelling gebaseerd op de gemiddelde lower bound blootstelling) de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) reeds wordt overschreden ten gevolge van de consumptie van commerciële voeding. Daar de bodemverontreiniging enkel mag bijdragen voor het verschil tussen de GGW en de achtergrondblootstelling, en vermits de achtergrondblootstelling al in de buurt van (of boven) de EFSA 2020 GGW zit, is er nauwelijks tot geen 'ruimte' meer voor een bijdrage vanuit bodem. S-Risk berekent een risico-index voor 3 leeftijdsgroepen: jonge kinderen (< 6 jaar), oudere kinderen (6 - <15 jaar) en volwassenen (ouder dan 15 jaar). De hoogst blootgestelde groep is doorslaggevend. Voor PFOS en PFOA zijn dit de jonge kinderen (< 6 jaar). Aangezien o.b.v. zowel EFSA 2012 en EFSA 2020 de achtergrondblootstelling voor deze leeftijdscategorie reeds groter is dan de GGW van 0,63 ng/kg lw.d (EFSA 2020) kan bij gebruik van de EFSA TWI voor PFOS geen risicogrenswaarde voor bodem afgeleid worden."

Voor deze studie heeft ERM daarom toxicologische referentiewaarden geselecteerd die worden toegepast bij de bepaling van referentiewaarden voor bodem of water en die reeds door experts zijn geëvalueerd op hun toepasbaarheid als basis voor beleidsbepalende grenswaarden.

De specifieke toegepaste humaan-toxicologische referentiewaarden (TDI en TCL (Toelaatbare Concentratie in de Lucht) voor de vier extra COC's zijn:

- PFHxA:
 - TDI = 1,84 µg/kg.d (Duitse TWK, 2016)
 - TCL = 6,44 µg/m³ (berekend op basis van de TDI)
- PFHxS:

²¹ De streefwaarden worden door VITO bepaald op basis van PFAS-achtergrondconcentraties op 50 niet-verontreinigde sites in Vlaanderen in het rapport 'Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen en enkele andere 'emerging contaminants', Deel 2 afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen, d.d. 5/03/2021

- TDI = 0,02 µg/kg.d (ATSDR, 2021)
- TCL = 0,315 µg/m³ (berekend op basis van de TDI)
- PFBA:
 - TDI = 1,0 µg/kg.d (USA EPA, 2021)
 - TCL = 10 µg/m³ (USA EPA, 2021)
- PFBS:
 - TDI = 0,3 µg/kg.d (USA EPA, 2021)
 - TCL = 1,05 µg/m³ (USA EPA, 2021)
 -

Andere stofgegevens die zijn gebruikt om de herstelwaarden te berekenen, zijn te vinden in het verslag in Bijlage 6.

Aangezien er bijna geen gegevens beschikbaar zijn over sulfonamiden, zijn er geen bodemsaneringsnormen berekend voor de 3 sulfonamiden PFOSA, PFHxSA en PFBSA, die alle als COC's zijn geselecteerd.

3.5.2.2 Resultaten voorgestelde bodemsaneringsnorm

De voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de bodem op basis van humaan-toxicologische blootstelling zijn bepaald met het S-Risk blootstellingsmodel. Dit model biedt gedefinieerde representatieve vormen van landgebruik die het mogelijk maken een conservatieve blootstelling aan bodemverontreiniging te beoordelen voor de volgende vormen van landgebruik: landbouw, wonen, recreatie en industrie. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de blootstellingsroutes die voor elk type bodemgebruik zijn voorzien:

Tabel 3.2 Blootstellingsroutes per landgebruik

Landgebruik	Inslikken van grond	Inslikken van stof	Inname via zelf geteelde groenten	Inname via eigen geteelde dierlijke producten	Wateropname	Dermale sorptie door contact met de bodem	Dermale sorptie door contact met stof	Dermaal sorptie door contact met water	Inademing in open lucht	Inademing in de binnenlucht	Inademen tijdens douchen
Landbouw	X	X	X	X*	X	X	X	X	X	X	X
Residentieel	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Recreatief	X	X			X**	X	X	X**	X	X	X**
Industrieel	X	X				X	X		X	X	

* enkel inname van vlees of melk van koeien, geen inname van eieren

** enkel van toepassing voor residentiële recreatie

Het dient vermeld dat de consumptie van eieren niet is opgenomen als blootstellingsroute voor woon- en landbouwgebied zoals gedefinieerd in de S-Risk modelapplicatie voor het berekenen van bodemsaneringsnormen. Zoals besproken in hoofdstuk 2.9 bleek uit de resultaten van de biomonitoring dat de consumptie van eieren van kippen met vrije uitloop een belangrijke invloed heeft op de waargenomen PFOS-gehalten in bloed bij mensen. Daarom zal de consumptie van eieren worden meegenomen in de daaropvolgende risico-evaluatie (zie hoofdstuk 7.5).

In het geval van recreatief landgebruik worden twee subtypes van landgebruik geëvalueerd: openlucht recreatie en overdekte recreatie. Ook voor de industrie worden twee subtypes van landgebruik geëvalueerd: lichte industrie, die overeenkomt met kantoorgebruik en overdekte activiteiten, en zware industrie, die overeenkomt met openluchtactiviteiten.

Op basis van de gedefinieerde vormen van bodemgebruik en de overeenkomstige gedefinieerde modelinstellingen voor bodemtype, configuratie van de locatie en blootstellingstijd, zijn de voorgestelde bodemsaneringsnormen bepaald zoals aangegeven in tabel 3.3. Voor landgebruik waarvoor twee mogelijke subtypes zijn berekend, geldt de strengste van de berekende bodemconcentraties. De hoogste van de twee subtypewaarden wordt ter informatie tussen haakjes vermeld.

Tabel 3.3 Voorgestelde bodemsaneringsnormen voor PFHxS, PFHxA, PFBS en PFBA

µg/kg ds	PFHxA	PFHxS	PFBA	PFBS
Landbouw gebied (type II)	1.101	8,0	113,5	112,7
Woongebied (type III)	3.120	14,9	269,3	218,7
Recreatie gebied (type IV)	514.600 (1.372.000)	14.930 (19.000)	46.110 (745.900)	27.190 (219.900)
Industrieel gebied (type V)	514.600	73.310 (176.200)	46.110	50.420 (86.550)

De uitdraai van de uitgevoerde S-Risk berekeningen van de voorgestelde bodemsaneringsnormen die hierboven zijn vermeld, zijn opgenomen in Bijlage 13.

Uit de resultaten blijkt dat, van de vier extra COC's, PFHxS de strengste voorgestelde bodemsaneringsnorm heeft voor landbouw- en woongebied. Dit kan worden verklaard door de aanzienlijk lagere TDI die wordt toegepast voor PFHxS in vergelijking met drie andere extra COC's. De voorgestelde bodemsaneringen voor deze twee vormen van landgebruik zijn ook aanzienlijk lager dan die voor recreatie en industrie. Dit is een gevolg van de relatief hoge bijdrage van de blootstellingsroute door consumptie van zelfgekweekte groenten in de totale blootstelling, die van toepassing is op agrarisch en residentieel landgebruik, maar niet op recreatie en industrie.

3.5.2.3 Resultaat richtwaarde

Om een voorgestelde richtwaarde af te leiden, moet eerst een streefwaarde worden bepaald op basis van een meetcampagne waarin de bodemconcentraties voor de vier extra COC's op niet-verontreinigde locaties voor Vlaanderen worden bepaald.

Dit onderzoek maakt geen deel uit van het huidige BBO. Er is dan ook geen voorgestelde richtwaarde bepaald. Op de onderzoekslocatie was het ook niet mogelijk om niet-beïnvloede achtergrondconcentraties te bepalen die representatief zijn voor een onverontreinigde bodem.

Op basis van de bodemgegevens lijkt het erop dat er verschillende andere PFAS-bronnen aanwezig zijn in de omgeving van de 3M-locatie, wat betekent dat er een verhoogde PFAS-achtergrond is. Als zodanig is het niet mogelijk om ondubbelzinnig vast te stellen dat er in het projectgebied een effectief niet-verontreinigde locatie aanwezig is.

Derhalve is voor de vier extra COC's geen voorgestelde richtwaarde vastgesteld.

3.5.2.4 Grondwater

Voor deze fase van het BBO heeft ERM geen bodemsaneringsnormen berekend voor de COC's waarvoor geen voorgestelde saneringswaarden bestaan. Alleen de analyseresultaten voor PFOS en PFOA worden getoetst aan de door de OVAM voorgestelde herstelwaarde van 0,12 µg/l.

3.6 Beoordelingskader voor voedselgerelateerde producten

De resultaten van voedselgerelateerde producten die tijdens de staalnamecampagnes zijn verkregen, zijn getoetst aan de actiewaarden voor levensmiddelen die momenteel door het FAVV worden gehanteerd. De actiewaarden in eieren zijn 100 en 1.000 µg/kg voor respectievelijk PFOS en PFOA, voor melk zijn de actiewaarden 6 en 60 µg/kg zijn voor respectievelijk PFOS & PFOA (FAVV, 2017). Er zijn geen andere actieniveaus beschikbaar.

Het dient vermeld dat het FAVV momenteel wacht op richtlijnen van de EFSA en de Europese Commissie over nieuwe actiewaarden, met betrekking tot het recente EFSA 2020-advies.

4. VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES

4.1 Algemeen

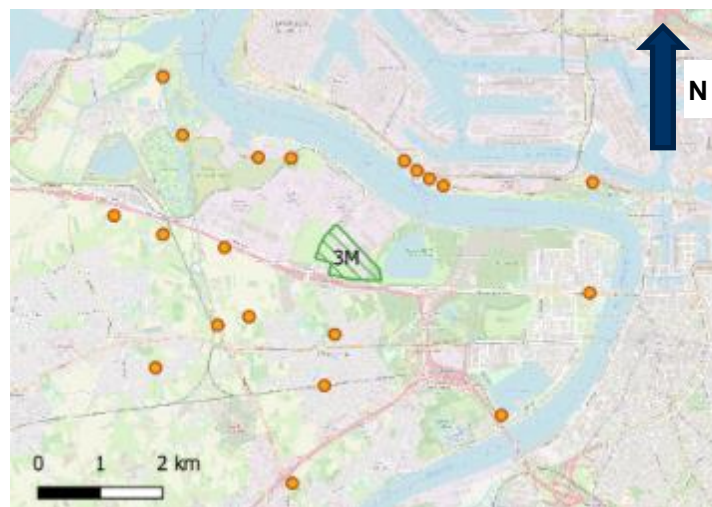
De boringen en de bemonsteringen zijn uitgevoerd volgens de verplichte CMA-procedures CMA/1/A.1 en CMA/1/A.2, conform de OVAM-richtlijnen. Voor de bemonsteringen uitgevoerd na maart 2021²² werd het bemonsteringsprotocol voor PFAS gevolgd zoals vermeld in de Richtlijn PFAS-onderzoek. Er dient opgemerkt te worden dat dezelfde principes uit dit protocol reeds gevolgd werden voor de events uitgevoerd voor maart 2021.

4.2 Eerste fase van de bodembemonstering

In juni 2020 selecteerde ERM 20 staalnamelocaties binnen een straal van 4 km rond de 3M-site, zoals weergegeven op Illustratie 4.1. Handmatige grondboringen zijn uitgevoerd tot 2 m-mv. Uit elke boring werden een ondiep (0-0,3 m-mv, de 'wortelzone') en een diep (0,5-1 m-mv) bodemmonster geselecteerd voor laboratoriumanalyse. In totaal zijn er 40 bodemmonsters opgestuurd naar SGS, een door de OVAM geaccrediteerd laboratorium, en geanalyseerd op de negen (9) verdachte stoffen²³. Deze verbindingen zijn geselecteerd als relevante parameters voor het BBO op basis van vroegere en huidige activiteiten en productievolumes.

Een samenvatting van het veldwerk wordt gegeven in Tabel 4.1 en de locaties van de boringen zijn als oranje stippen aangegeven op Illustratie 4.1. Een volledig overzicht van de meetpunten en boorprofielen wordt gegeven in Bijlage 9.

Illustratie 4.1 Staalnamelocaties juni 2020



²² Richtlijn PFAS-onderzoek, opgesteld door OVAM, d.d. 5 maart 2021

²³ PFOS, PFOA, PFOSA, PFHxS, PFHxA, PFHxSA, PFBS, PFBA & PFBSA

Tabel 4.1 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname-juni 2020

Monster ID	X Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters
NW3	144895,78	215583,17	23/06/2020	2	0 - 0,3 m-mv 0,5 - 1 m-mv
S1,5	147352,35	212367,02	23/06/2020		
S2,5	147184,01	211543,20	23/06/2020		
S4	146666,10	209967,10	23/06/2020		
WNW2	145572,56	213769,77	23/06/2020		
WNW3	144582,12	213979,59	23/06/2020		
WNW4	143794,61	214284,38	23/06/2020		
WSW2	145967,39	212653,57	23/06/2020		
WSW2,5	145461,76	212517,58	23/06/2020		
WSW3,5	144461,79	211829,85	23/06/2020		
E4	151459,78	213037,51	22/06/2020		
ENE4	151507,69	214820,98	22/06/2020		
NE-2A	148472,25	215165,93	22/06/2020		
NE-2B	148674,11	215008,22	22/06/2020		
NE-2C	148877,98	214877,62	22/06/2020		
NE-2D	149102,22	214764,64	22/06/2020		
NW1,5	146645,59	215209,55	22/06/2020		
NW2,3	146117,84	215221,01	22/06/2020		
NW4	144579,51	216524,10	22/06/2020		
SE3,5	150036,50	211065,01	22/06/2020		

In een tweede fase, in oktober 2020, zijn de bovenvermelde grondboringslocaties WSW2, WSW2.5 en WSW3.5 uitgerust met een peilbuis. De filtergegevens zijn weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Beknopte informatie voor peilbuizen - oktober 2020

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Begin filter (m-mv)	Einde filter (m-mv)	Bodemmonsterdieptes (m-mv)
WSW2	145967,39	212653,57	2.5	3.5	Geen nieuwe bodemmonsters verzameld
WSW2.5	145461,76	212517,58	2.2	3.2	
WSW3.5	144461,79	211829,85	2	3	

4.3 Onderzoek in kader van de afperkingen

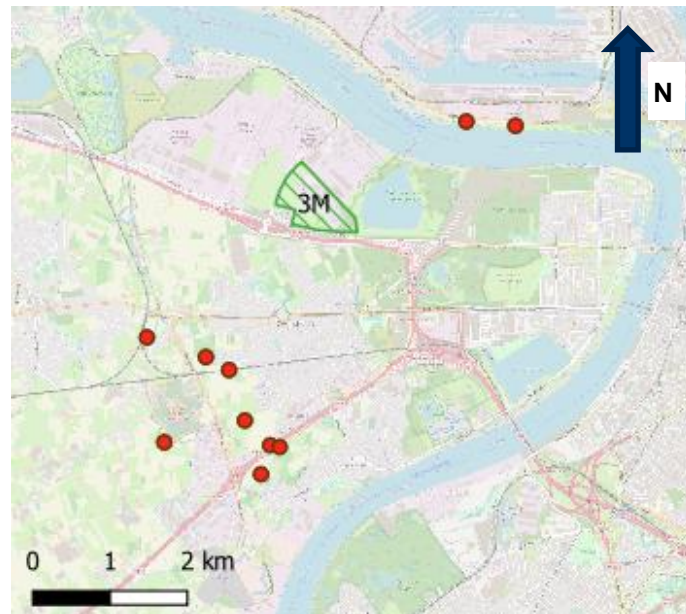
4.3.1 Staalnamecampagne - juni 2021

Om de overschrijdingen van de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor landbouwgebied verder af te perken, zijn in het voorjaar van 2021 in totaal 8 grondboringen uitgevoerd in de gemeente Zwijndrecht. Elke boring is uitgevoerd tot een diepte van 2 m-mv. Per 50 cm zijn bodemmonsters genomen. Zowel de ondiepe bodem als een dieper monster van 0,5-1 m-mv werd geselecteerd voor analyse.

Twee extra boringen werden windafwaarts van de locatie geplaatst, op de groenstrook naast de Scheldelaandijk.

Illustratie 4.2 en Tabel 4.3 geven een overzicht van de uitgevoerde boorwerkzaamheden en de tijdens deze veldcampagne genomen monsters. Een volledig overzicht van de meetpunten, samen met de boorprofielen, wordt gegeven in Bijlage 9. Het dient opgemerkt dat de boring-ID op de boorlogs niet overeenkomt met de ID in onderstaande tabel. B1 op het logboek komt overeen met boring E501 in onderstaande tabel, hetzelfde geldt voor B2 tot en met B10 die overeenkomen met E502 tot en met E510.

Illustratie 4.2 Staalnamelocaties - juni 2021



Tabel 4.3 Overzicht van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname - juni 2021

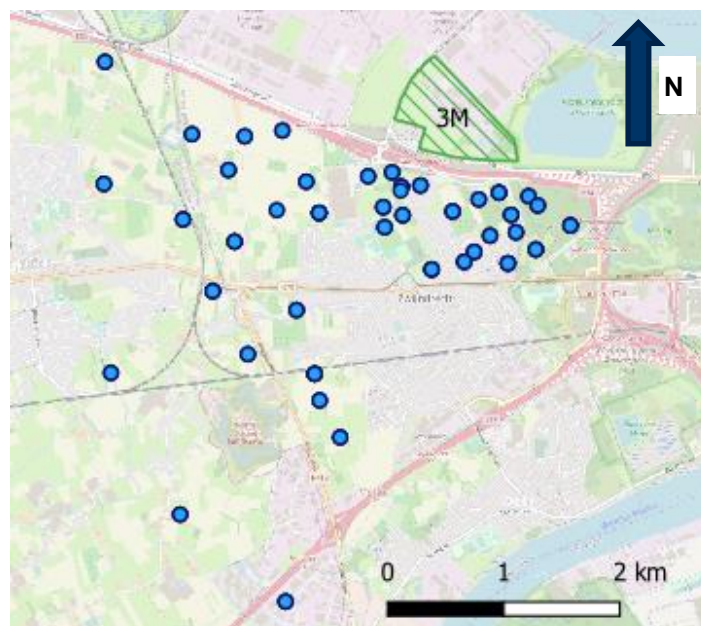
Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m-mv)	Geanalyseerde monsters (m-mv)
E501	145378.47	211876.17	24/06/2021	2	0 - 0,5 0,5 - 1,0
E502	146140.5	211622.37	24/06/2021		
E503	146439.5	211454.68	24/06/2021		
E504	146644.31	210802.61	24/06/2021		
E505	145603.72	210520.1	24/06/2021		
E506	146971.99	210483.01	24/06/2021		
E507	146852.29	210107.82	24/06/2021		
E508	147093.71	210459.01	24/06/2021		
E509	150142.16	214612.25	24/06/2021		
E510	149506.6	214666.79	24/06/2021		

4.3.2 Staalnamecampagne - augustus 2021

ERM heeft in augustus 2021, in samenwerking met onderaannemers ASA en Servaco, op 49 staalnamelocaties in totaal 190 bodemonsters genomen voor laboratoriumanalyse.

Tabel 4.4 geeft een overzicht van de booractiviteiten en de monsters die tijdens deze campagne zijn genomen, Illustratie 4.3 de bemonsteringslocaties aangegeven. Een volledig overzicht van de meetpunten, samen met de boorprofielen en het bemonsteringsverslag is opgenomen in Bijlage 9.

Illustratie 4.3 Staalnamelocaties - augustus 2021



Tabel 4.4 Overzicht van de boorwerkzaamheden voor de grondstaalname - augustus 2021

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Voorbeeld datum	Dieptes van de monsters (m-mv)
Bodemboringen op grond van type II - Landbouwgrond				
B601	144544.31	214089.25	23/08/2021	0 - 0,5; 1 - 1,5; 1,5 - 2
B602	145213.27	213802.97	23/08/2021	0 - 0,35; 0,35 - 0,8; 0,8 - 1,3
B603	145292.79	213467.9	23/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B604	145579.13	213118.93	23/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,6
B605	145606.71	213160.02	23/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B606	145617.9	213089.94	23/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B607	145748.01	213449.2	23/08/2021	0 - 0,1; 0,1 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B608	146023.27	212814.57	23/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B610	146276.46	213059.52	23/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,7; 0,7 - 1,2; 1,2 - 1,7
B612	146388.31	212791.46	23/08/2021	0 - 0,4; 0,4 - 1; 1 - 1,5
B613	145659.98	212544.02	24/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1
B614	145216.14	212734.42	24/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,8; 0,8 - 1,1
B615	144535.43	213040.12	24/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B617	145471.85	212118.23	24/08/2021	0 - 0,45; 0,45 - 0,7; 0,7 - 1,1
B618	145380.64	211874.55	24/08/2021	0 - 0,45; 0,45 - 0,95
B619	144595.85	211415.61	24/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,9; 0,9 - 1,4
B620	145191.23	210197.85	24/08/2021	0 - 0,4; 0,4 - 0,7; 0,7 - 1; 1 - 1,5
B621	146410.86	210706.36	24/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,7; 0,7 - 1,2; 1,2 - 1,7
B624	146349.89	211406.88	25/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B625	145784.83	211662.46	25/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B626	146192.85	211955.8	25/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B628	148248.37	211983.39	25/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1
B629	148209.9	212541.64	25/08/2021	0 - 0,15; 0 - 0,3; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B630	148551.58	212682.52	25/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,8; 0,8 - 1,3
B631	148270.35	212855.17	25/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
B632	148191,16	212934,33	25/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,8; 0,8 - 1,3; 1,3 - 1,8
B633	146741.71	213204.89	26/08/2021	0 - 0,4; 0,4 - 1; 1 - 1,5
B635	146809.74	213106.27	26/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 1,5
B637	147016.37	213139.65	26/08/2021	0 - 0,15; 0 - 0,3; 0 - 0,5; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B638	146605.09	212451.74	26/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,4; 1,4 - 2
B639	147340.17	211618.27	26/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1,5 - 2
B645	146952.26	212667.76	27/08/2021	0 - 0,15; 0,15 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Voorbeeld datum	Dieptes van de monsters (m-mv)
B647	147859.9	212595.55	27/08/2021	0 - 0,15; 0 - 0,3; 0 - 0,5; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 0,7; 0,7 - 1; 1 - 1,5
B648	148123.06	212619.92	27/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,8; 0,8 - 1,3
B649	148013.28	212357.58	27/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,8; 0,8 - 1,3; 1,3 - 1,8
B650	148041.32	212774.62	27/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B652			27/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
Bodemboringen op Type III - Woondoeleinden				
B611	146071.26	213499.18	23/08/2021	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B622	146568.82	210860.86	24/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 0,7; 0,7 - 1; 1 - 1,5
B627	146100.1	209448.39	25/08/2021	0 - 0,15; 0,15 - 0,5; 0,5 - 0,8; 0,8 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
B627b	147816,66	210766,26	25/08/2021	0 - 0,2
B646	147965.21	212594.02	27/08/2021	0 - 0,15; 0,15 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B653	147095.59	213014.6	31/08/2021	0 - 0,4; 0,4 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
Sio-boringen op andere soorten grondgebruik				
B623	146392.16	211178.9	24/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B640	147655.43	212096.71	26/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B641	147357.01	212305.72	26/08/2021	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
B642	147637,74	212370,6	26/08/2021	0 - 0,3; 0 - 0,5; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
B643	147723.64	212456.13	26/08/2021	0 - 0,1; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
B644	146939.9	212841.01	27/08/2021	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,2; 1,2 - 1,7

4.3.3 Analyses

Alle monsters zijn geanalyseerd in geaccrediteerde laboratoria en de analyses zijn uitgevoerd overeenkomstig MA/3/D. Het dient vermeld dat PFBSA en PFHxSA, die voor deze locatie als COC's zijn weerhouden, ook zijn geanalyseerd maar niet in de CMA-lijst zijn opgenomen op het moment dat de analyses zijn ingezet. Een samenvatting van de geanalyseerde PFAS in de verschillende staalnamecampagnes tot op heden is vermeld in Tabel 4.5. De volledige lijst van geanalyseerde verbindingen is te vinden in de tabellen met gescreende analyseresultaten in Bijlage 11 en op de analysecertificaten in Bijlage 12.

Tabel 4.5 Overzicht van de op bodemmonsters uitgevoerde analyses

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd laboratorium	Analyses
Juni 2020	Bodem	SGS	Alle monsters zijn geanalyseerd op de 9 COC's (zie Tabel 2.3 in hoofdstuk 2.7.3).
Juni 2021	Bodem	SGS	De monsters zijn geanalyseerd op 28 PFAS-componenten volgens de toen geldende CMA/3/D-procedure, alsook op PFBSA en PFHxSA

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd laboratorium	Analyses
Augustus 2021	Bodem	SGS	De monsters werden geanalyseerd op 28+8 PFAS-componenten overeenkomstig de toen geldende CMA/3/D-procedure, alsook op PFBSA en PFHxSA. Een selectie van monsters is ook geanalyseerd op extraheerbare organische fluor (EOF) en totaal fluor

Wat de detectielimieten voor grond betreft, zijn door het SGS-laboratorium zowel 0,2 als 0,5 µg/kg ds gerapporteerd.

4.4 Bemonstering voor de risico-evaluatie

4.4.1 Bemonstering van toplaag en gewassen - juni 2021

Van 15 juni tot 30 juni 2021 heeft ERM in totaal 65 ondiepe bodemonsters verzameld in Zwijndrecht. De bodemonsters werden verzameld uit de bovenste 15 cm van de bodem (van 0 tot 15 cm-mv). Elk bodemonster dat werd ingediend bij het erkende laboratorium SGS was een mengmonster in het veld van 5 grijpmonsters. Deze bodemonsters werden verzameld binnen een straal van 1,5 tot 2 km rond de 3M-site (met 1 locatie buiten deze straal).

ERM heeft ook 42 groentestalen, 7 eieren, 1 melkmonster en 5 fruitstaal verzameld. De volgende groenten werden bemonsterd: sla, aardappelen, maïs, bonen, prei, rode biet, snijbiet, spinazie, asperges en Chinese kool. Het dient vermeld dat alleen groenten zijn bemonsterd die klaar waren om te worden geogst. Wat fruit betreft, zijn vier aardbeistalen en één staal gele frambozen verzameld.

Gewassen zijn in het veld verzameld in zakken die door het SGS-laboratorium ter beschikking werden gesteld. ERM heeft de monsters op het veld niet gewassen, noch gehomogeniseerd, aangezien dit in het laboratorium is gedaan. Bladgroenten zijn met een mes boven de grond afgesneden, om te vermijden dat er grond bij de monsters zou komen. Wortelgroenten werden uit de grond getrokken en direct in zakken bewaard. Alle gewassen zijn in het veld gewogen om voldoende monstermateriaal (meer dan 500 gram) aan het laboratorium te kunnen leveren.

Een overzicht van de geanalyseerde gewassen en monsters van de toplaag en de bijbehorende analyseresultaten is te vinden in Bijlage 11 en de analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage 12

4.4.2 Bemonstering van toplaag en gewassen - augustus/september 2021

Tijdens een tweede campagne in het kader van de risico-evaluatie zijn opnieuw stalen genomen in Zwijndrecht van 7 tot 22 september 2021. ERM nam 4 monsters van kippenvoer, 5 monsters van dierlijke producten (4 eieren, 1 melk), 10 fruitmonsters (4 appels, 5 peren, 1 druif), en 47 gewassen en groenten (maïs, aardappelen, wortelen, kool, prei, andijvie, courgettes, venkel, bieten, selderij, paksoa, pompoen, paprika's, tomaten, aubergine, & witlof). Tegelijkertijd zijn opnieuw 42 stalen genomen van de toplaag (0 - 0,15 m-mv) ter hoogte van de gewassen.

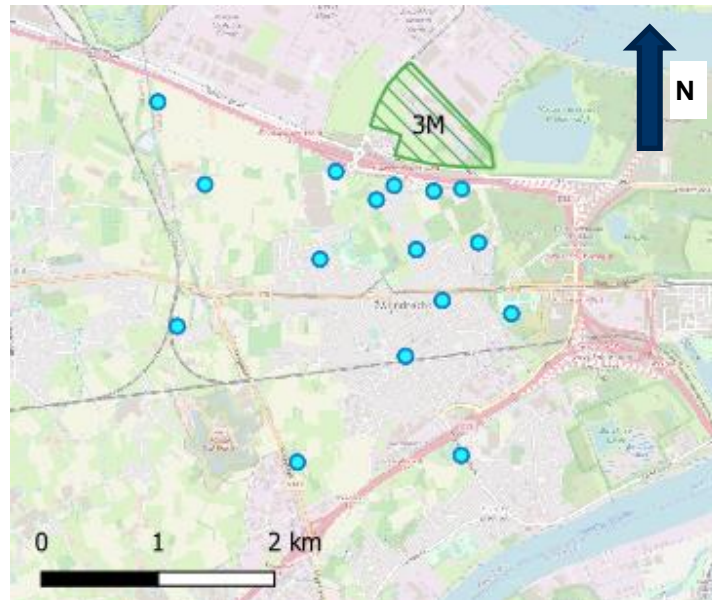
In augustus/september is dezelfde bemonsterings- en conserveringsmethode ter plaatse gevolgd als in juni.

Een overzicht van de geanalyseerde levensmiddelen en monsters van de toplaag en de bijbehorende analyseresultaten is te vinden in Bijlage 11, de analysecertificaten worden gepresenteerd in Bijlage 12.

4.4.3 Installatie peilbuizen en grondwaterbemonstering - augustus 2021

In het kader van de risico-evaluatie zijn 6 particuliere waterwinningen bemonsterd voor PFAS-analyse. Bovendien zijn 16 peilbuizen geïnstalleerd in de freatische waterlaag. Een samenvatting van de peilbuisgegevens en een overzicht van de grondstalen die de tijdens de installatie van de peilbuis genomen zijn staat gegeven in Tabel 4.6. Een volledig overzicht van de meetpunten, inclusief boorprofielen, wordt gegeven in Bijlage 9.

Illustratie 4.4 Extra peilbuizen - augustus 2021



Tabel 4.6 Samenvattende informatie voor peilbuizen en bijbehorende bodemonsters - augustus 2021

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Begin filter (m-mv)	Einde filter (m-mv)	Bodemonsterdieptes (m-mv)
ERM660	147090.25	212961.89	2	3	*
ERM661	147090.22	212981.81	2	3	0 - 0,2; 0,2 - 0,6; 0,6 - 1; 1 - 1,5
ERM662	147260.67	213026.32	1,5	2,5	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
ERM663	147434.4	213080.88	2,5	3,5	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM664	147241.6	213083.83	1,5	2,5	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM665	147618,74	212925.57	2	3	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM666	147581.28	213037.27	3	4	0 - 0,15; 0,15 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM667	147762.1	212907.3	1,8	2,8	0 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
ERM668	147727.26	213049.89	3	4	0 - 0,3; 0,3 - 0,7; ,7 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM669	147431.51	212533.51	2,8	3,8	0 - 0,2; 0,2 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM670	147537.63	212803.74	2	3	0 - 0,2; 0,2 - 0,75; 0,75 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM671	147306.86	212798.93	2	3	0 - 0,1; 0,1 - 0,6; 0,6 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM672	147340.45	212925.04	2,1	3,1	0 - 0,15; 0,15 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5

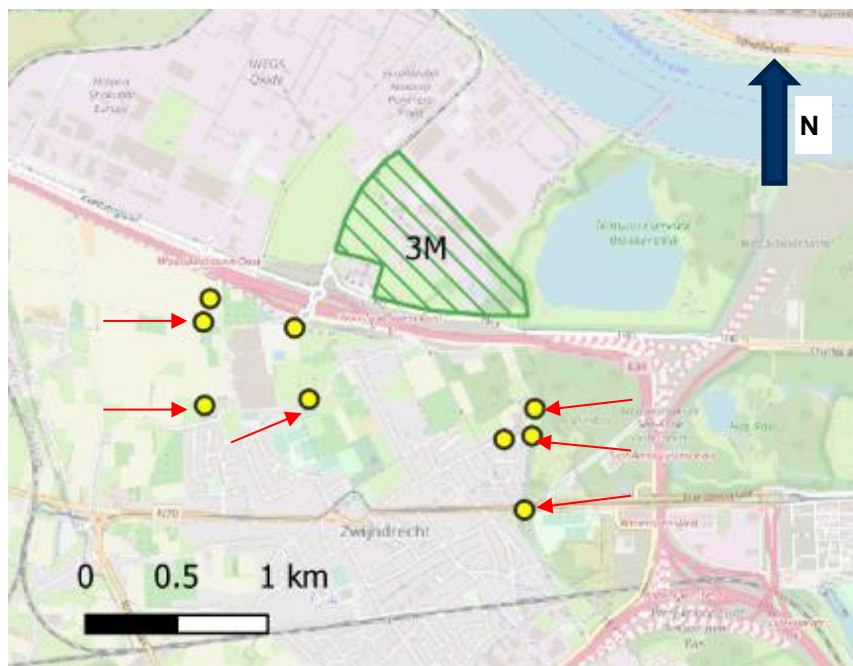
Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Begin filter (m-mv)	Einde filter (m-mv)	Bodemmonsterdieptes (m-mv)
ERM673	147107	212771.58	2.1	3.1	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5
ERM674	147289.77	212473	2.5	3.5	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2
ERM675	147746.66	212679.3	3.5	4.5	0 - 0,5; 0,5 - 1; 1 - 1,5; 1,5 - 2; 2 - 2,5; 2,5 - 3
ERM676	147821.08	213055.35	2	3	0 - 0,5; 0,5 - 1

*Bemonster ontbreekt in lab - niet geanalyseerd

4.4.4 Oppervlaktewater en sedimenten - september 2021

Er zijn 9 oppervlaktewaterstalen en 6 sedimentstalen genomen, alsook 9 grondstalen onder het sediment/oppervlaktewater. Deze locaties zijn geselecteerd om een eerste indruk te krijgen van de oppervlaktewater- en sedimentkwaliteit binnen het projectgebied in de directe omgeving, ten zuiden van het 3M-terrein. Drie staalnamelocaties zijn geselecteerd aan de Vlietbosbeek, aan de oostgrens van het projectgebied. Daarnaast zijn 3 locaties geselecteerd aan de Langgemet, dit zijn de 3 locaties in meest westelijke richting binnen het projectgebied. De locaties waar oppervlakte- en grondmonsters zijn genomen zijn in Illustratie 4.5 en geel gemarkeerd, de 6 locaties waar ook sedimentmonsters zijn genomen zijn met een rode pijl gemarkeerd.

Illustratie 4.5 Locaties van oppervlaktewater- en sedimentstalen - september 2021



4.5 Analyses

Alle monsters zijn geanalyseerd in het geaccrediteerde laboratorium SGS en de analyses zijn uitgevoerd overeenkomstig de CMA/3/D voor de bodem en WAC/IV/A/025 voor het grondwater. Het dient vermeld dat het analyseprogramma van start is gegaan voordat de nieuwe versie van de CMA/3/D, die in november 2021 in werking is getreden, waarin 40 PFAS-verbindingen zijn opgenomen.

Merk op dat PFBSA en PFHxSA, die voor deze locatie als COC's zijn bepaald, ook zijn geanalyseerd, maar nog niet waren opgenomen in de CMA-lijst die van toepassing was op het moment van de bemonsteringscampagne voor bodem en grondwater. Een samenvatting van de PFAS die werden geanalyseerd in de verschillende monsters die voor de risico-evaluatie werden verzameld, wordt gegeven in Tabel 4.7.

De campagnes van augustus/september 2021 kenden een aanzienlijke vertraging bij de analyse van de monsters (> 4 weken) door overbelasting van het geaccrediteerde laboratorium SGS.

Tabel 4.7 Overzicht van de analyses die zijn uitgevoerd op monsters die in het kader van de risico-evaluatie zijn genomen

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd laboratorium	Analyses
Juni 2021	Bovengrond en voedingsproducten	SGS	Alle monsters werden geanalyseerd op 28 PFAS-verbindingen als omschreven in het CMA/3/D dat op dat moment van toepassing was, en PFBSA en PFHxSA, 2 COC-verbindingen die niet in de CMA-lijst zijn opgenomen
Augustus 2021	Bovengrond en voedingsproducten	SGS	Alle monsters werden geanalyseerd op 28+8 PFAS-verbindingen als omschreven in het CMA/3/D dat op dat moment van toepassing was, alsmede op PFBSA en PFHxSA. Een selectie van monsters werd geanalyseerd op EOF en totaal F.
Augustus 2021	Bodem en sediment	SGS	Geanalyseerd op 28+8 PFAS-componenten zoals gedefinieerd in CMA/3/D die op dat moment van toepassing waren, alsmede de twee COC's PFBSA en PFHxSA. Een selectie van monsters werd geanalyseerd op EOF en totaal F.
Augustus 2021	Grondwater (peilbuizen en particuliere putten)	SGS	Geanalyseerd op 40 PFAS-componenten als omschreven in de op dat moment geldende WAC/IV/A/025, alsmede PFBSA en PFHxSA. Een selectie van monsters werd ook geanalyseerd op EOF en totaal F.

Wat betreft de detectielimieten, heeft het SGS-laboratorium de volgende waarden gerapporteerd:

- Grond: 0,2 of 0,5 µg/kg ds;
- Grondwater: 0,02 of 0,05 µg/l; en
- Gewassen en dierlijke producten: 0,5 µg/kg

Wat de detectielimieten voor de levensmiddelen betreft, heeft ERM SGS verzocht om voor de campagne van september met lagere detectielimieten te rapporteren, maar dat was niet mogelijk.

Wat betreft de resultaten voor EOF en Fluoride, is de detectielimieten voor EOF te hoog om na te gaan of de componenten die momenteel opgenomen zijn in de CMA voldoende zijn om de totale massa aan PFAS in grond of grondwater na te gaan binnen het projectgebied.

5. RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK

5.1 Olfactorische metingen

Tijdens deze fase van het BBO zijn in totaal 80 grondboringen uitgevoerd en 19 peilbuizen geplaatst op verschillende momenten in 2020 & 2021. De boorstaten van de grondboringen en peilbuizen zijn opgenomen in Bijlage 9. Daarnaast zijn 106 grondmonsters voor voedselonderzoek verzameld uit de bovenste 15 cm van de bodem, voor deze monsters zijn geen boorstaten opgesteld.

De olfactorischewaarnemingen tijdens de veldwerkactiviteiten zijn opgenomen in de boorstaten. Met uitzondering van de aanwezigheid van puin in enkele grondboringen zijn tijdens de bemonsteringswerkzaamheden geen afwijkende olfactorische waarnemingen of aanwijzingen voor bodemverontreiniging geregistreerd.

Tijdens de bemonstering van de geïnstalleerde peilbuizen werden evenmin afwijkende olfactorische waarnemingen geregistreerd.

5.2 Parameters voor bodemsamenstelling en bodemstructuur

Over het diepteprofiel tot maximaal 4.5 m-mv zijn tijdens de boorwerkzaamheden afwisselingen van siltig zand, zandige klei en zandige leem waargenomen. De eerste 1,5 m (max. 2,0 m -mv betreft veelal een antropogene laag, bestaande uit zandig tot kleiig materiaal met daarin een bijmenging van puin.

Voor de bepaling van de bodemstructuur zijn bodemmonsters op verschillende diepten geselecteerd. Het gemiddelde gehalte aan organische stof en klei per bodeminterval wordt weergegeven in Tabel 5.1

Tabel 5.1 Gehalte aan organische stof en klei en pH-KCl gemeten tijdens de huidige studie

Bodem interval	Interval diepte (m - mv)	Gemiddeld org. stofgehalte (%)	Gemiddeld kleigehalte (%)	Bodemsamenstelling
1	0.0-0.5	2.2	10.8	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandig leem
2	0.5-3.0	0.9	8.7	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandig leem
3	3.0-4.5	3.2	8.3	Afwisseling van siltig zandige en zandige klei

5.3 Veldmetingen grondwater

De resultaten van de tijdens de grondwaterbemonstering verrichte veldmetingen zijn opgenomen in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Resultaten veldmetingen

Peilbuis ID	Diepte boring (m-mv)	Filter diepte (m-mv)	Datum	Diepte grondwater (m mv)	Temperatuur (°C)	pH	Redox (mV)	Geleidbaarheid (µS/cm)
WSW2	3,50	2,5-3,5	02/11/2021	1,98	17,35	6,62	12,7	545
WSW2,3	3,20	2,2-3,2	02/11/2021	1,67	17,08	6,68	46,8	640
WSW3,5	3,00	2,0-3,0	02/11/2021	1,02	16,80	6,53	-4,6	414
ERM661	3,00	2, 0-3,0	10/09/2021	1,10	15,50	6,45	-66,5	649
ERM662	2,50	1, 5-2,5	10/09/2021	1,23	15,76	6,77	-75,3	1,074
ERM663	3,50	2, 5-3,5	10/09/2021	1,64	15,25	7,28	-100,5	594
ERM664	2,00	1, 5-2,5	10/09/2021	0,96	16,70	6,80	-62	361
ERM665	3,00	2, 0-3,0	10/09/2021	1,56	10,30	6,63	-61,2	614
ERM666	4,00	3, 0-4,0	10/09/2021	1,71	16,55	7,22	-155,3	639
ERM667	2,80	1, 8-2,8	10/09/2021	0,63	17,00	6,75	40,3	691
ERM668	4,00	3, 0-4,0	10/09/2021	2,42	15,58	6,95	-80,8	303
ERM669	3,80	2, 8-3,8	10/09/2021	2,52	18,25	6,96	-90,5	951
ERM670	3,00	2, 0-3,0	10/09/2021	1,73	19,00	6,63	65,1	591
ERM671	3,00	2, 0-3,0	10/09/2021	2,20	16,10	5,20	227	299
ERM672	3,10	2, 1-3,1	10/09/2021	1,37	17,00	6,81	46,1	566
ERM673	3,10	2, 1-3,1	10/09/2021	1,38	16,50	6,21	181	458
ERM674	3,50	2, 5-3,5	10/09/2021	2,11	13,70	5,45	198	386
ERM675	4,50	3, 5-4,5	10/09/2021	3,29	15,10	6,53	134	437
ERM676	3,00	2, 0-3,0	10/09/2021	1,53	16,90	5,88	185	238

De pH in het grondwater varieert tussen 5,2 - 7,28. De conductiviteit varieert van 238 - 1.074 µS/cm. Beide waarden zijn normaal voor de regio en vertonen geen afwijkingen wanneer deze waarden worden vergeleken met de kwaliteitsnormen voor grondwater zoals beschreven in Bijlage 2.4.1 van de Vlare II verordening.

5.4 Resultaten bodemmonsters

5.4.1 Algemeen

Voor de beoordeling van de bodemkwaliteit in deze fase van het BBO zijn alle beschikbare bodemresultaten in aanmerking genomen. Dit omvat niet alleen de door ERM genomen monsters, maar ook de door derden verzamelde bodemmonsters, zoals eerder besproken in hoofdstuk 3.4.

De originele analysecertificaten van de door ERM genomen stalen zijn opgenomen in Bijlage 12. De analyseresultaten van monsters door derden zijn opgenomen in de databank van ERM en gevisualiseerd op kaarten die voor dit gefaseerde BBO zijn opgemaakt. De analysecertificaten van de monsters van derden zijn niet opgenomen in Bijlage 12 maar figureren in de verslagen van deze derde partijen zelf, welke beschikbaar zijn in Bijlage 8.

De toetsing van de analyseresultaten met de voorgestelde bodemsaneringsnormen zijn weergegeven in Bijlage 11. De concentraties van verdachte stoffen worden gevisualiseerd in Figuur 6. Voor de niet-COC's worden de resultaten gevisualiseerd in Figuur 12. Voor de vergelijking van de resultaten

van de PFAS-componenten (waarvoor een norm is afgeleid) met de toepasselijke desbetreffende normen, is rekening gehouden met het type bodemgebruik.

5.4.2 Verdachte stoffen

Ter herinnering, de verdachte stoffen zijn de C8-verbindingen PFOS, PFOA & PFOSA, de C6-verbindingen PFHxS, PFHxA & PFHxSA en de C4-verbindingen PFBS, PFBA & PFBSA.

In dit deel worden alleen de resultaten besproken, met inbegrip van een statistische evaluatie. De interpretatie van de gegevens, met inbegrip van de ruimtelijke verdeling, is opgenomen in hoofdstuk 6.

5.4.2.1 Landgebruik type II - landbouw

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte COC's voor stalen genomen over het ganse diepteprofiel binnen type II is opgenomen in Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Statistische evaluatie COCs - type II

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met een detectie	% monsters met een detectie	Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.
PFOS	350	313	89,4%	0,22	230,00	17,20	3,10	8,20	21,00	38,72	58,30
PFOA	350	245	70,0%	0,20	24,00	1,34	0,39	0,67	1,30	2,60	5,34
PFBA	350	204	58,3%	0,11	4,30	0,83	0,33	0,52	1,10	1,75	2,55
PFBS	350	190	54,3%	0,10	32,00	0,96	0,29	0,53	0,95	1,70	2,64
PFBSA	293	138	47,1%	0,16	37,00	0,97	0,29	0,52	0,99	1,41	1,81
PFHxS	350	122	34,9%	0,11	11,00	0,99	0,23	0,34	0,93	2,40	4,83
PFHxA	350	59	16,9%	0,12	1,10	0,34	0,20	0,29	0,42	0,63	0,78
PFOSA	350	45	12,9%	0,11	3,80	0,65	0,27	0,37	0,72	1,78	2,14
PFHxSA	293	1	0,3%	0,42	0,42	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

concentratie in $\mu\text{g}/\text{kg ds}$

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- PFOS is de belangrijkste COC met het hoogste percentage monsters met detecties. De maximumwaarde die binnen landgebruik type II is gemeten, bedraagt 230 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$. Ongeveer 70% van de monsters met detecties voor PFOS heeft een PFOS-concentratie die de voorgestelde bodemsaneringsnorm overschrijdt, aangezien slechts 25% van de monsters een concentratie van minder dan 3,1 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ heeft, wat net onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 3,8 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ ligt;
- De op één na belangrijkste COC is PFOA met 70% van de detecties in de geanalyseerde monsters. De maximaal gemeten concentratie bedraagt 24 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$. De PFOA-concentratie overschrijdt de voorgestelde bodemsaneringsnorm slechts in 13 monsters (3,7% van het totale aantal monsters);
- De op twee na belangrijkste COC is PFHxS met 34,9 % van de detecties in de geanalyseerde monsters. De maximaal gemeten concentratie bedraagt 11 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$. De PFHxS-concentratie overschrijdt de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 8 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$, zoals berekend door ERM, slechts in twee monsters;

- De maximumconcentraties van PFHxA, PFBS en PFBA liggen alle ruim onder de voorgestelde bodemsaneringsnormen die door ERM zijn berekend. De maximumconcentratie die voor deze drie verbindingen is gemeten, bedraagt 32 µg/kg ds (voor PFBS). Deze maximale concentratie is meer dan 3 keer lager dan de voorgestelde saneringsnorm van 112.7 µg/kg ds;
- Voor de drie verbindingen PFBSA, PFOSA en PFHxSA zonder voorgestelde bodemsaneringsnorm bedraagt de gemeten maximumconcentratie 37 µg/kg ds voor PFBSA, 3,8 µg/kg ds voor PFOSA en 0,42 µg/kg ds voor PFHxSA; en
- Andere PFAS-verbindingen zijn in verhoogde concentraties aangetroffen in de gebieden waar verhoogde PFOS-niveaus zijn gemeten.

De maximumconcentraties voor PFBSA en PFBS van respectievelijk 37 µg/kg ds en 32 µg/kg ds zijn gedetecteerd in hetzelfde grondmonster afkomstig van het substraat uit een serre voor de teelt van aardbeien. Het kan niet worden uitgesloten dat deze verhoogde gehalten verband houden met het substraat zelf.

Zoals vermeld in hoofdstuk 3.5.2.1 was het niet mogelijk bodemsaneringsnormen voor de sulfonamides binnen de COC's te berekenen door het ontbreken van relevante gegevens in de literatuur. Gezien de lage concentraties die in het projectgebied zijn waargenomen, is het ontbreken van deze normen echter van ondergeschikt belang voor de algemene conclusie van dit gefaseerde BBO en daarom wordt het ontbreken van normen niet beschouwd als een hiaat dat verder onderzoek vereist.

5.4.2.2 Landgebruik type III - residentieel

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte COC's voor stalen genomen binnen type III is weergegeven Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Statistische evaluatie COCs - type III

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met een detectie	Percentage monsters met een detectie	Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.
PFOS	98	83	84,7%	0,24	120,00	13,97	2,40	7,20	17,00	34,00	64,40
PFOA	98	58	59,2%	0,18	3,30	0,76	0,30	0,54	0,94	1,56	2,31
FBSA	79	38	48,1%	0,17	2,10	0,75	0,27	0,54	1,18	1,60	1,91
PFBA	98	43	43,9%	0,11	4,10	0,75	0,36	0,47	1,00	1,52	2,20
PFBS	98	38	38,8%	0,14	2,30	0,58	0,29	0,38	0,84	1,22	1,54
PFHxS	98	15	15,3%	0,14	0,80	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PFHxA	98	6	6,1%	0,11	1,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PFOSA	98	5	5,1%	0,13	0,51	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PFHxSA	79	0	0,0%	na	na	na	na	na	na	na	na

concentratie in µg/kg ds

percentielen bepaald op monsters met minimaal 20 detecties

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- Naar analogie met landbouwgebied, is PFOS de belangrijkste COC, met het hoogste percentage monsters met detecties. De maximumwaarde die binnen type III is gemeten, bedraagt 120 µg/kg ds. Ongeveer 25% van de monsters met detecties voor PFOS heeft een PFOS-concentratie die de voorgestelde bodemsaneringsnorm overschrijdt, aangezien 75% van de monsters een concentratie van minder dan 17 µg/kg ds heeft, wat net onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 18 mg/kg ds ligt;

- De op één na belangrijkste COC is PFOA met 59% van de detecties in de geanalyseerde monsters, echter zonder de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 89 µg/kg ds te overschrijden. De maximaal gerapporteerde concentratie bedraagt 3,3 µg/kg ds ds;
- De maximumconcentraties PFHxS (0.8 µg/kg ds), PFHxA (1 µg/kg ds), PFBS (2.3 µg/kg ds) en PFBA (4.1 µg/kg ds) liggen alle ruim onder de voorgestelde bodemsaneringsnormen die door ERM zijn gecalculeerd en gepresenteerd in Tabel 3.3;
- Voor de twee verbindingen PFBSA en PFOSA waarvoor geen voorgestelde bodemsaneringsnorm geldt, bedraagt de gemeten maximumconcentratie 2,1 µg/kg ds voor PFBSA en 0,51 µg.kg ds voor PFOSA. Deze maximumconcentratie is laag in vergelijking met de PFOS-concentraties op dezelfde locatie en in overeenstemming met de andere hierboven vermelde C4-verbindingen;
- Voor de PFAS-verbinding PFHxSA zonder voorgestelde bodemsaneringsnorm zijn geen detecties boven de detectielimieten van de methode gerapporteerd; en.
- Andere PFAS-verbindingen zijn in verhoogde concentraties aangetroffen in de gebieden waar verhoogde PFOS-niveaus zijn gemeten.

5.4.3 Andere PFAS-verbindingen

De statistische evaluatie van de andere PFAS-verbindingen die in het projectgebied buiten de 3M-locatie boven de detectielimiet zijn gerapporteerd, staat opgenomen in Tabel 5.5. Er is geen onderscheid gemaakt naar type landgebruik, omdat er voor deze verbindingen geen bodemsaneringsnormen beschikbaar zijn, noch zijn vereist omdat zij niet als COC worden beschouwd.

Tabel 5.5 Statistische evaluatie niet COCs - type II & III

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detecties	Percentage monsters met detectie	Percentielen								
				Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.	
NMePFBSA	30	23	76,7%	0,55	8,20	3,61	2,60	3,40	4,60	5,94	7,78	
PFBSAMA	30	7	23,3%	0,51	1,70	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFPeA	428	76	17,8%	0,10	3,50	0,35	0,21	0,27	0,38	0,58	0,72	
PFNA	428	54	12,6%	0,11	0,72	0,24	0,17	0,21	0,27	0,38	0,50	
HxFPO-DA	352	43	12,2%	0,21	8,00	1,11	0,51	0,79	1,20	1,50	4,30	
6:2 FTS	378	45	11,9%	0,20	15,00	2,86	0,29	0,72	2,75	11,40	13,40	
PFHpA	428	38	8,9%	0,10	3,90	0,41	0,15	0,24	0,29	0,50	3,33	
PFHpS	378	33	8,7%	0,10	1,30	0,35	0,21	0,26	0,41	0,60	1,23	
PFDA	428	28	6,5%	0,10	0,69	0,20	0,14	0,17	0,24	0,31	0,55	
NEtPFOSAA	292	12	4,1%	0,22	9,60	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFPeS	378	9	2,4%	0,12	0,59	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b2PFHEP	292	3	1,0%	0,21	9,70	3,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8:2FTS	378	2	0,5%	0,53	1,10	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFDoDA	428	2	0,5%	0,14	0,16	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFDoDS	286	1	0,3%	0,23	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFTTrDA	378	1	0,3%	0,77	0,77	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFNS	378	1	0,3%	0,30	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PFDS	378	1	0,3%	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4:2 FTS	378	1	0,3%	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10:2 FTS	378	1	0,3%	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detecties	Percentage monsters met detectie	Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.
PFUnDA	428	1	0,2%	0,13	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

concentratie in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

De andere PFAS-verbindingen die niet boven de detectielimiet van het SGS-laboratorium werden gedetecteerd, zijn opgenomen in Tabel 5.6.

Tabel 5.6 PFAS-verbindingen - niet gedetecteerd (type II & III)

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detecties	Percentage monsters met detectie
PFTeDA	378	0	0,0%
PFODA	292	0	0,0%
PFHxDA	378	0	0,0%
NMePFOSA	292	0	0,0%
EtPFOSA	292	0	0,0%
DONA	371	0	0,0%
bPFDP	378	0	0,0%
CHS	372	0	0,0%
6:2/8:2 FTPD	286	0	0,0%

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- Voor 21 niet-COC PFAS-verbindingen zijn detecties boven de laboratoriumdetectielimiet gerapporteerd;
- NMePFBSA, een precursor van de C4-chemie, is slechts in 30 bodemmonsters geanalyseerd, en in het merendeel van deze bodemmonsters waargenomen, met een detectiegraad van 76,7 %. De hoogste gerapporteerde concentratie bedraagt $8,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. Er dient op gewezen dat deze verbinding niet is opgenomen in de CMA/3/D-lijst die ten tijde van het veldwerk van toepassing was;
- HxFPO-DA (Gen-X) wordt gerapporteerd in 12,2 % van de monsters, met een maximumconcentratie van $8 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. Vergelijkbare resultaten zijn er voor 6:2 FTS, gerapporteerd in 11,9 % van de monsters, met een maximale concentratie van $15 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. Zoals vermeld in hoofdstuk 2.5 werden beide verbindingen niet intentioneel geproduceerd op de 3M-site, en zijn ze aanwezig op verschillende locaties verspreid over het hele projectgebied;
- PFNA, een van de 4 verbindingen die opgenomen zijn in de EFSA 2020 TWI-waarde, is gedetecteerd in 12,6% van de monsters met een maximumconcentratie van $0,72 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds;
- NEtPFOSAA, een precursor van de vroegere C8-chemie in de Zwijndrechtse 3M installatie, is gedetecteerd in 4,1% van de bodemmonsters, met een maximumconcentratie van $9,6 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. De andere precursor NMePFOSA is niet gedetecteerd;
- B2PFHEP is slechts in 3 monsters waargenomen, met een maximale concentratie van $9,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. Deze maximale concentratie is aangetroffen in het grondmonster op Linkeroever in een weiland naast School Aan de Stroom (ANT-WH2), buiten het projectgebied. Binnen het gefaseerde BBO-projectgebied is de maximale concentratie $0,22 \mu\text{g}/\text{kg}$ ds. De concentratie op Linkeroever houdt daarom waarschijnlijk verband met een andere bron;

- Sommige C5-, C7- en C9-verbindingen (hetzij carbonzuur hetzij sulfonaat) zijn eveneens waargenomen met detectiepercentages tussen 2,5 en 17,8 %, maar in lage concentraties vergeleken met de C6- en C8-verbindingen. Er dient op gewezen dat deze verbindingen onzuiverheden kunnen zijn die ontstaan bij de productie van de C8-verbindingen.

5.5 Resultaten grondwatermonsters

5.5.1 Algemeen

Net als bij grondmonsters zijn in deze fase van het BBO alle beschikbare grondwaterresultaten in aanmerking genomen. Dit omvat zowel alle door ERM genomen monsters als monsters afkomstig van derden.

De originele analysecertificaten van de door ERM genomen monsters zijn opgenomen in Bijlage 12. De analyseresultaten van monsters door derden zijn opgenomen in de databank van ERM, de analysecertificaten zijn opgenomen in de verslagen van deze derden, zoals beschreven in punt 3.4.

De toetsing van de grondwateranalyses aan de referentiewaarden is weergegeven in Bijlage 11. De concentraties van PFAS-componenten zijn gevisualiseerd in Figuur 7.

5.5.2 Verdachte stoffen

De statistische evaluatie van de analyseresultaten van de COC's voor waterstalen uit peilbuizen geplaatst op landgebruik types II en III zijn opgenomen in Tabel 5.7. Er is geen onderscheid gemaakt tussen beide landgebruik types omdat de beschikbare grondwaternormen voor alle landgebruik types gelden.

Tabel 5.7 Statistische evaluatie COCs

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detecties	Percentage monsters met detectie	Percentielen								
				Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.	
PFBA	25	25	100,0%	0,0480	4,9000	0,6603	0,2050	0,4200	0,7650	1,2600	3,8800	
PFBS	25	24	96,0%	0,0380	2,3000	0,5603	0,1425	0,3050	0,7125	1,9000	2,2000	
PFOA	25	23	92,0%	0,0200	1,2000	0,2662	0,0730	0,1400	0,3000	0,7660	1,1220	
PFHxS	25	23	92,0%	0,0260	1,2000	0,2110	0,0550	0,1200	0,2300	0,6180	1,0940	
PFHxA	25	23	92,0%	0,0200	1,1000	0,1387	0,0400	0,0720	0,1400	0,2700	0,9340	
PFOS	25	19	76,0%	0,0210	1,4000	0,2951	-	-	-	-	-	
FBSA	25	13	52,0%	0,0013	0,1700	0,0567	-	-	-	-	-	
PFOSA	25	6	24,0%	0,0011	0,0120	0,0039	-	-	-	-	-	
PFHxSA	10	0	0,0%	0,0200	0,0500	0,0290	-	-	-	-	-	

concentratie in µg/l

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

De analyse resultaten in combinatie met Figuur 7 tonen aan dat:

- PFOS-concentraties in het grondwater zijn gerapporteerd in 76% van de grondwatermonsters en overschrijden de voorgestelde bodemsaneringsnorm vooral in de omgeving van de 3M-locatie. De concentraties liggen tussen 0,021 tot 1,4 µg/l. In het algemeen nemen de concentraties af naarmate men zich in het projectgebied verder van de 3M site bevindt, tot concentraties onder de detectielimiet van het laboratorium. De twee monsters die zich het meest westelijk (0,13 µg/l) en zuidelijk (0,22 µg/l) bevinden overschrijden echter opnieuw de bodemsaneringsnorm;
- PFOA-concentraties in het grondwater zijn gerapporteerd in 92 % van de grondwatermonsters, en overschrijden de voorgestelde bodemsaneringsnorm in de meeste grondwatermonsters die in de directe omgeving van de 3M-locatie zijn genomen. De maximale PFOA-concentratie bedraagt 1,2 µg/l. Verder weg van de locatie (ongeveer 1.100 m van de grens van de 3M-locatie) nemen de concentraties af tot onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm. De concentraties in twee

waterstalen, genomen ten zuidwesten (ongeveer op 2.000 m) en ten zuiden (ongeveer 2.800 m) van de grens van de 3M-locatie, overschrijden echter licht de voorgestelde bodemsaneringsnorm (concentraties van 0,14 µg/l);

- PFBA is de dominante PFAS component die in alle grondwatermonsters is aangetroffen, waarbij verhoogde PFBA-gehalten ten zuiden van de 3M-locatie worden aangetroffen. De concentraties variëren van 0,048 tot 4,9 µg/l. De concentraties nemen over het algemeen af naarmate men zich verder van de 3M-locatie verwijderd;
- PFBS wordt gerapporteerd in 96 % van de grondwatermonsters. Verhoogde PFBS-grondwaterconcentraties zijn aanwezig ten zuiden van de 3M-locatie, vergelijkbaar met de PFBA-detecties. De concentraties liggen tussen 0,038 en 2,3 µg/l. De concentraties nemen over het algemeen af naarmate men zich verder van de 3M-locatie verwijderd;
- De hogere grondwaterconcentraties voor PFHxS, PFHxA en PFBSA zijn ook aanwezig ten zuiden van het 3M-terrein. De concentraties nemen over het algemeen af naarmate men zich verder van de 3M-locatie verwijderd. In zuidwestelijke richting van de locatie (voorbij de N419/Lange Haagstraat) op ongeveer 2.000 m afstand, lijkt het er echter op dat de concentraties toenemen met toenemende afstand van de 3M-locatie; en
- De PFAS-verbinding PFHxSA werd in het grondwater niet boven de detectielimiet aangetroffen.

5.5.3 Andere PFAS-verbindingen

De statistische evaluatie van de analyseresultaten van de overige PFAS-verbindingen voor waterstalen uit peilbuizen geplaatst op landgebruik type II en III zijn opgenomen in Tabel 5.8. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de beide landgebruik types omdat de beschikbare grondwaternormen voor alle landgebruik types gelden.

Tabel 5.8 Statistische evaluatie andere PFAS-verbindingen

Afkorting	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detecties	Percentage monsters met detectie	Min	Max	Avg	25e Perc.	50e Perc.	75e Perc.	90e Perc.	95e Perc.
PFPeA	22	20	90,9%	0,0170	0,8000	0,0962	0,0258	0,0435	0,1150	0,1390	0,7670
HxPFO-DA	7	5	71,4%	0,0450	0,0690	0,0574	-	-	-	-	-
PFPeS	22	15	68,2%	0,0013	0,2700	0,0419	-	-	-	-	-
PFHpA	25	17	68,0%	0,0021	0,2600	0,0493	-	-	-	-	-
PFHpS	22	12	54,5%	0,0006	0,0930	0,0144	-	-	-	-	-
NETPFOSAA	15	7	46,7%	0,0019	0,0150	0,0082	-	-	-	-	-
PFBSAMA	15	7	46,7%	0,0012	0,0310	0,0120	-	-	-	-	-
PFNA	22	8	36,4%	0,0008	0,0330	0,0073	-	-	-	-	-
6:2 FTS	22	8	36,4%	0,0008	0,6100	0,0892	-	-	-	-	-
PFDA	22	1	4,5%	0,0008	0,0008	0,0008	-	-	-	-	-
6:2/8:2 FTPD	15	0	0,0%	0,0200	0,0200	0,0200	-	-	-	-	-

concentratie in µg/l

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

Niet aangetroffen andere PFAS-verbindingen

De andere PFAS-verbindingen die niet boven de detectielimiet in het grondwater zijn aangetroffen, zijn:

- 10:2 FTS
- 4:2 FTS
- bPFDP
- CHS
- NMePFOSA
- PFDoDA
- PFNS
- PFODA

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht
Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de
bodem

- | | | | |
|----------------|------------|----------|----------|
| ■ 6:2/8:2 FTPD | ■ DONA | ■ PFDoDS | ■ PFTeDA |
| ■ 8:2FTS | ■ EtPFOSA | ■ PFDS | ■ PFTrDA |
| ■ b2PFHEP | ■ NMePFBSA | ■ PFHxDA | ■ PFUnDA |

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- De meeste van de gedetecteerde PFAS-verbindingen vertonen grondwaterconcentraties lager dan 0,1 µg/l;
- Net als bij de bodemonsters buiten het terrein zijn 6:2 FTS en HxFPO-DA (GenX) waargenomen in grondwatermonsters, terwijl deze verbindingen niet op de site intentioneel zijn geproduceerd. 6:2 FTS is aanwezig in grondwatermonsters die zich op grotere afstand van de 3M-locatie bevinden en niet in de directe omgeving daarvan, met uitzondering van één peilbuis (ERM 672). HxFPO-DA (Gen-X) is enkel gerapporteerd voor 7 grondwatermonsters; verder onderzoek is nodig om de ruimtelijke verspreiding van deze verbinding te kunnen bepalen;
- De belangrijkste niet-COC PFAS-verbindingen zijn PFPeA, PFPeS en PFHpA die detecties vertonen van meer dan 0,1 µg/l. In het algemeen zijn de hoogste concentraties gemeten ten zuiden in de directe omgeving van de 3M-locatie; en
- Voor 20 andere PFAS-verbindingen zijn geen detecties boven de detectielimiet gerapporteerd.

5.6 Resultaten in voedingsmiddelen

De resultaten van het onderzoek van voedingsmiddelen worden gebruikt als input voor de risico-evaluatie. De resultaten worden gevisualiseerd op de kaarten in Figuur 8. De voedingsmiddelen betreffen dierlijke producten, groenten, gewassen en fruit. Daarnaast is ook kippenvoeder bemonsterd.

Ter herinnering: voedingsmiddelen zijn verzameld tijdens 2 staalname campagnes, in juni en september 2021. Alle in juni verzamelde monsters zijn alleen geanalyseerd naar de 4 PFAS-verbindingen die in de EFSA 2020 TWI zijn opgenomen (PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA). In september zijn de 28+8 PFAS-verbindingen overeenkomstig de op dat moment geldende CMA/3/D in het analysepakket opgenomen.

5.6.1 Dierlijke producten

5.6.1.1 Algemeen

In totaal zijn 13 monsters van dierlijke producten geanalyseerd, verzameld tijdens de twee campagnes.

Twee monsters betreffen melk, telkens op dezelfde boerderij genomen, gelegen Neerstraat 57 in Zwijndrecht.

Wat de eiermonsters betreft, zijn 7 eieren verzameld in juni en 4 eieren in september. Drie van deze vier eieren zijn op dezelfde plaats als in juni genomen. Voor de in september verzamelde eieren zijn de eidooier en het eiwit afzonderlijk geanalyseerd, waarbij de totale ei-concentratie is gerapporteerd op basis van de resultaten voor de dooier en het eiwit en hun individuele gewicht.

5.6.1.2 Melk

In het eerste melkmonster dat op 17 juni 2021 is verzameld, is een PFOS-concentratie van 0,98 µg/kg gemeten. Deze concentratie ligt meer dan 6 keer onder de FAVV-actiewaarde. De andere PFAS-verbindingen die door het lab werden getest (PFHxS, PFNA en PFOA) zijn niet boven de detectielimiet teruggevonden.

Op 8 september 2021 is op dezelfde boerderij een nieuw melkmonster genomen. Ditmaal bestond het analysepakket uit 37 verbindingen. In dit tweede monster zijn geen detecties voor PFOS of enige andere PFAS-verbinding boven de detectielimiet gerapporteerd.

5.6.1.3 Eieren

In het algemeen zijn voor alle geteste eistalen enkele PFAS-verbindingen gedetecteerd, waarbij PFOS de dominante PFAS-verbinding was, gevolgd door PFHxS, maar in veel lagere concentraties. De PFOS-concentraties in de 11 eimonsters varieerden tussen 3,3 en 310 µg/kg. De hoogste waargenomen concentratie overschrijdt de actiewaarde met een factor 3,1.

PFOA en PFBA zijn slechts in drie van de geteste eimonsters aangetroffen, met een maximale PFOA-concentratie van 0,83 µg/kg ds en 3,7 µg/kg voor PFBA.

In september zijn alle gerapporteerde PFAS-verbindingen alleen in het eigeel gedetecteerd. In het eiwit zijn geen verbindingen gedetecteerd boven de detectielimiet van 0,5 µg/kg, met inbegrip van PFOS. Deze waarneming kan erop wijzen dat de resultaten in juni mogelijk zijn beïnvloed door de micro-emulsie die ontstaat wanneer het eimonster in het laboratorium wordt gehomogeniseerd door het eiwit en het eigeel te mengen.

De hogere PFAS-concentraties in eieren van kippen met vrije uitloop worden waargenomen in de monsters die zijn genomen in de directe omgeving van de 3M-fabriek langs de Neerstraat en de T-splitsing Neerstraat/Molenstraat.

De 27 andere PFAS-verbindingen zijn in de bemonsterde en geanalyseerde eieren niet aangetroffen.

5.6.2 Groenten en gewassen

5.6.2.1 Groenten

In totaal zijn in 16 van de 74 geteste groentemonsters PFAS-componenten aangetroffen boven de door het lab opgelegde detectielimiet. PFBA is de belangrijkste verbinding en is gedetecteerd in 9 monsters, variërende van 0,58 µg/kg tot 4 µg/kg. De hoogste concentraties zijn, gerapporteerd in tomaat, courgette en paprika die zijn verzameld in de directe omgeving van de 3M-locatie, aan de overkant van de E34 en langs de Neerstraat en de T-kruising Neerstraat/Molenstraat.

Twee monsters, een paprika en een komkommer, verzameld op het kruispunt van de Krijgsbaan en de Nieuwlandstraat op 2,8 km afstand van 3M, rapporteren PFBA-concentraties van 1,1 en 1,6 µg/kg.

PFOA is aangetroffen in 5 groentemonsters (2 sla-, 2 aardappel- en 1 bonenmonster), in concentraties net boven de detectielimiet (0,5 µg/kg), die alle langs de Molenstraat waren verzameld.

6:2 FTS (paprika) en 4:2 FTS (snijboon) zijn elk slechts in één monster gedetecteerd, beide in een concentratie van 1,1 µg/kg. HxFPO-DA werd gedetecteerd in één courgettemonster, in een concentratie van 0,89 µg/kg. Zoals vermeld voor bodem en grondwater, zijn zowel fuortelomeren als HxFPO-DA (Gen-X) niet intentioneel geproduceerd op de 3M-fabriek.

PFBS en FBSA zijn in enkele monsters aangetroffen, in concentraties van minder dan 1 µg/kg.

Alle andere geanalyseerde PFAS-componenten (inclusief PFOS), die binnen de door het lab opgelegde detectielimieten vielen, zijn niet in groenten aangetroffen.

Met de huidige metingen kan niet worden bepaald welke groenten de meeste PFAS-componenten opnemen (bladgroenten vs. wortelgroenten).

Bovengenoemde resultaten omvatten ook de monsters die zijn verzameld bij de bioboer, Moesland. Op dezelfde locatie heeft de Universiteit van Antwerpen (UA) groenten bemonsterd en geanalyseerd op 26 PFAS-verbindingen, met een lagere detectielimiet dan 0,5 µg/kg.

De UA heeft in totaal 10 mengmonsters van verschillende gewassen geanalyseerd, waarbij in het merendeel van de monsters 4 verbindingen zijn aangetroffen: PFBA in 7 monsters, PFOA in 8 monsters, PFDoDA in 8 monsters en 4:2 FTS in 8 monsters. Wanneer we de resultaten van het UA-onderzoek vergelijken met de hierboven vermelde resultaten, kunnen we het volgende concluderen:

- ERM heeft tijdens beide campagnes in Moesland 12 monsters van afzonderlijke groenten genomen;
- Het ERM-resultaat van 4:2 FTS in snijboon van 1,1 µg/kg is waargenomen in een monster dat in Moesland werd verzameld, en is hoger dan het door UA gemeten maximumresultaat van 4:2 FTS van 0,85 µg/kg;
- In dezelfde snijboon is PFBA gerapporteerd in een concentratie van 0,9 µg/kg. Dezelfde verbinding is aangetroffen in een boterboon, met een concentratie van 0,6 µg/kg. De gerapporteerde PFBA-concentraties uit de UA variëren tussen 0,49 en 1,4 µg/kg;
- De gemelde PFOA-concentraties in het UA-verslag waren alle lager dan 0,5 µg/kg, de SGS-detectielimiet, en konden derhalve niet door SGS worden gerapporteerd indien aanwezig in de Moesland-monsters; en
- Het maximaal gerapporteerde PFDODA-resultaat in het UA-rapport was 0,54 µg/kg, net boven de SGS-detectielimiet.

In het UA-verslag is geconcludeerd dat de blootstelling aan PFAS via groentenconsumptie uit Moesland zeer laag is, aangezien voor volwassenen (> 50 kg) die 1 kg van de Moesland-gewassen per week consumeren, de TWI van de EFSA voor 2020 van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht/week niet wordt overschrijden. Hetzelfde is geconcludeerd voor kinderen die 0,5 kg groenten per week van dezelfde locatie consumeren.

5.6.2.2 Voedergewassen (klaver, gras en maïs)

In totaal zijn PFAS componenten gedetecteerd in 6 van de 15 gewasmonsters, met PFOS als de dominante verbinding. De PFOS-concentraties variëren van 1,6 tot 8,5 µg/kg in vier grasmonsters (slechts één van de vijf monsters had geen PFOS-detectie) die zich binnen 1,5 km van de 3M-locatie bevinden, met de hoogste concentratie aan de overkant van de E34 van de 3M-locatie. Er dient te worden op gewezen dat de grasmonsters met wortels zijn genomen, wat betekent dat niet kan worden uitgesloten dat aan de wortels vastzittende gronddeeltjes aanwezig waren.

Eén maïsmonster - het enige met een PFOS-detectie van de 9 monsters - had de hoogst gemeten PFOS-concentratie van alle gewasmonsters, met 23 µg/kg PFOS. Dit monster (ZW019-MAIS) bevindt zich op 2 km afstand van de 3M-locatie, in een akker tussen de Melselestraat en de Hellig Geesthoek in Zwijndrecht. Op dezelfde locatie bedroeg de PFOS-concentratie in de bodem 6,7 µg/kg ds. Aangezien in geen van de andere geteste maïsmonsters op een vergelijkbare of kleinere afstand van 3M PFOS is aangetroffen, waarbij de PFOS-concentraties in de bodem in dezelfde orde van grootte lagen als in ZW019, kan de maïskoncentratie niet worden verklaard door de opname van bodem naar maïs.

Andere aangetroffen verbindingen in gewassen zijn een concentratie van 1,3 µg/kg voor 6:2 FTS in een maïsmonster (NE18A-MAIS), en een concentratie van 0,9 µg/kg voor PFHxS in een grasmonster (ZW005-GRAS), die zich beide binnen 500 m van 3M bevinden. In één klavermonster is geen PFAS aangetroffen. Zoals eerder vermeld, is 6:2 FTS niet intentioneel geproduceerd op de 3M-fabriek.

5.6.3 Fruit

Bij alle 15 fruitmonsters (druiven, aardbei, framboos, peer en appel) die tijdens beide bemonsteringscampagnes zijn verzameld, is PFBA in drie van de fruitmonsters aangetroffen. Geen enkele andere PFAS-verbinding is boven de detectielimiet gerapporteerd. De gerapporteerde PFBA-concentraties liggen tussen 0,55 en 1,1 µg/kg.

De drie monsters met een verhoogde PFBA-concentratie zijn NE18A-DRUI, NE67-PEER en PO164-APPE, respectievelijk genomen in de Neerstraat 18A, Neerstraat 67 en Polderstraat 164 in Zwijndrecht, die in de onmiddellijke nabijheid van de 3M-fabriek zijn gelegen.

5.6.4 Producten voor diervoeding

In de vier in september 2021 verzamelde kippenvoedermonsters (waarvan er drie binnen 300 m van de 3M-locatie liggen en de vierde op 2,8 km afstand) zijn geen resultaten boven de detectielimiet gerapporteerd, voor de 37 PFAS-verbindingen waarop zij zijn geanalyseerd.

5.7 Resultaten sediment- en oppervlaktewaterstalen

De resultaten van het onderzoek van het oppervlaktewater en sediment zijn enkel bedoeld om een eerste inzicht te verkrijgen in de kwaliteit ervan. De originele analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage 12. De concentraties van PFAS-componenten in sedimentstalen zijn gevisualiseerd in Figuur 9, voor oppervlaktewater is dat in Figuur 10.

5.7.1 Sediment

Zoals eerder vermeld in sectie 4.4.4, is maar op 6 van de 9 locaties sediment bemonsterd. Uit de resultaten blijkt dat in alle stalen PFOS is aangetroffen, met een maximale concentratie van 18 µg/kg ds. Dit staal is gelegen ter hoogte van de Neerstraat (ERM684), en deze concentratie overschrijdt de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor landbouwgebied van 3,8 µg/kg ds. Een tweede staal met concentratie van 9 µg/kg ds ligt in de Poldervlietbeek, en is genomen het dichtst bij de 3M site (ERM680). Volgens het gewestplan ligt dit staal net in natuurgebied, en overschrijdt deze concentratie eveneens de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 3,8 µg/kg ds, dezelfde norm als voor landbouwgebied. De overige PFOS concentraties schommelen eerder rond de 1 µg/kg ds.

De precursor NEtPFOSAA is vastgesteld in 5 van de 6 stalen, met een maximale concentratie van 4.7 µg/kg ds, aangetroffen in het staal waar 9 µg/kg ds PFOS is gemeten. PFHxS en PFOA zijn in 4 van de 6 stalen aangetroffen, met een maximale concentratie van respectievelijk 3 en 0,72 µg/kg ds.

Wat betreft de C4 chemie, zijn PFBA en PFBS in respectievelijk 3 en 2 stalen gemeten, met een maximale concentratie van respectievelijk 1,1 µg/kg ds en 0,95 µg/kg ds.

5.7.2 Oppervlaktewater

Wat betreft het oppervlaktewater, zijn naast PFOS ook andere PFAS componenten aangetroffen in alle waterstalen, zoals PFOA, PFHxS, PFHxA, PFBA en PFBS die tot de COCs behoren. De hoogste concentraties zijn gemeten voor PFBA, met een maximale concentratie van 0,65 µg/l en PFBS met 0,47 µg/l, beide gerapporteerd voor het waterstaal ter hoogte van ERM684 in de Neerstraat. De maximale PFOS concentratie bedraagt 0,25 µg/l, en is aangetroffen in oppervlaktewater in de Polderstraat (ERM682). Een nagenoeg identieke concentratie van 0,23 µg/l is gemeten in ERM680, in de Poldervlietbeek het dichtst bij de 3M site.

Naast de COCs zijn er ook enkele andere PFAS componenten die in de 9 stalen zijn aangetroffen, echter in lagere concentraties in vergelijking met de COC componenten.

6. EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS

6.1 Plaatselijke geologie en hydrogeologie

Geologie

Op basis van de boringen die in het projectgebied zijn uitgevoerd, kan de geologie in het onderzochte gebied als volgt worden beschreven:

- 0,0-2,0 m mv: Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandige leem (bijmenging van puin)
- 2.0-3.0 m mv: Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandige leem -
- 3.0-4.5 m mv: Afwisselend siltig zandige, zandige klei -

Hydrogeologie

Het freatische grondwaterpeil varieert van 0,6 - 3,3 m mv. Gemiddeld ligt het waterpeil op 1,5-2,0 m mv.

Aangezien ERM het grondwater in het projectgebied tijdens dit gefaseerd BBO niet t.o.v.TAW heeft ingemeten, wordt de plaatselijke hydrogeologie tijdens dit gefaseerd BBO niet geëvalueerd. Zoals vermeld in hoofdstuk 2.4.3 ontwikkelt ERM momenteel een numeriek grondwaterstromingsmodel voor het 3M-terrein en de omgeving daarvan. De resultaten van dit onderzoek zullen in de volgende fasen van het BBO worden besproken

6.2 Resultaten grondanalyses

6.2.1 Algemeen

6.2.1.1 Interpretatie van PFAS-verbindingen met een voorgestelde saneringsnorm

Voor de volgende PFAS-verbindingen zijn voorgestelde bodemsaneringsnormen van toepassing:

- PFOS & PFOA (OVAM); en
- PFBA, PFBS, PFHxA en PFHxS (ERM).

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de vergelijking van de maximale concentraties van de bovengenoemde verbindingen ten opzichte van de voorgestelde bodemsaneringsnorm.

Tabel 6.1 PFAS-verbindingen vergeleken met voorgestelde bodemsaneringsnorm (vBSN)

Verbinding	Landgebruik type II - landbouwgebied	Landgebruik type III - woongebied
PFOS	> vBSN	> vBSN
PFOA	> vBSN	< vBSN
PFBA	< vBSN	< vBSN
PFBS	< vBSN	< vBSN
PFHxA	< vBSN	< vBSN
PFHxS	> vBSN	< vBSN

Op basis van de gegevens in Tabel 6.1 blijkt dat alleen de concentraties van PFOS, PFOA en PFHxS de voorgestelde bodemsaneringsnormen overschrijden. Voor PFOS geldt dit voor beide landgebruiktypes en voor PFOA en PFHxS geldt dit alleen voor landgebruiktype II.

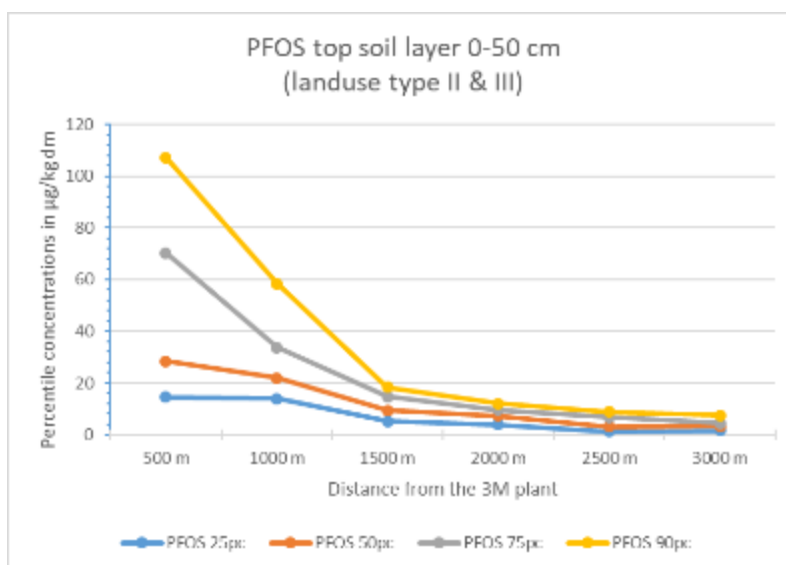
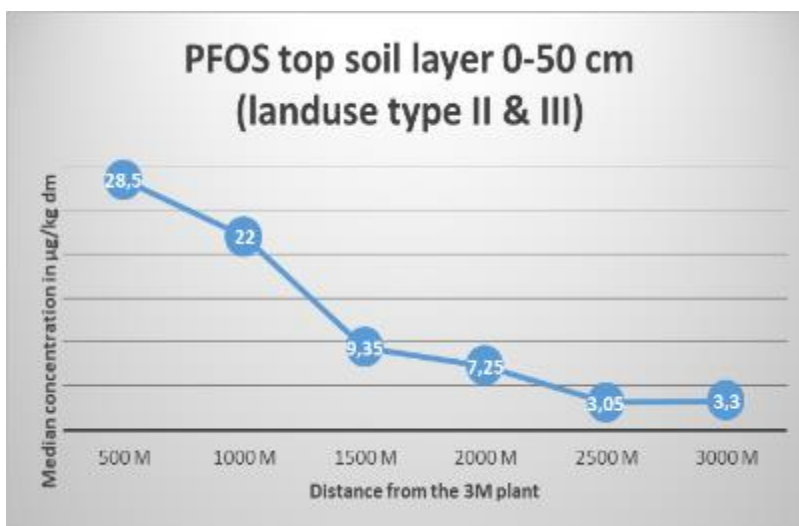
6.2.1.2 Horizontale afname van PFAS-concentraties in functie van de afstand tot 3M-locatie

Op basis van de interpretatie van de analyseresultaten is het duidelijk dat PFOS veruit de belangrijkste aanwezige PFAS-verbinding is binnen de verdachte stoffen.

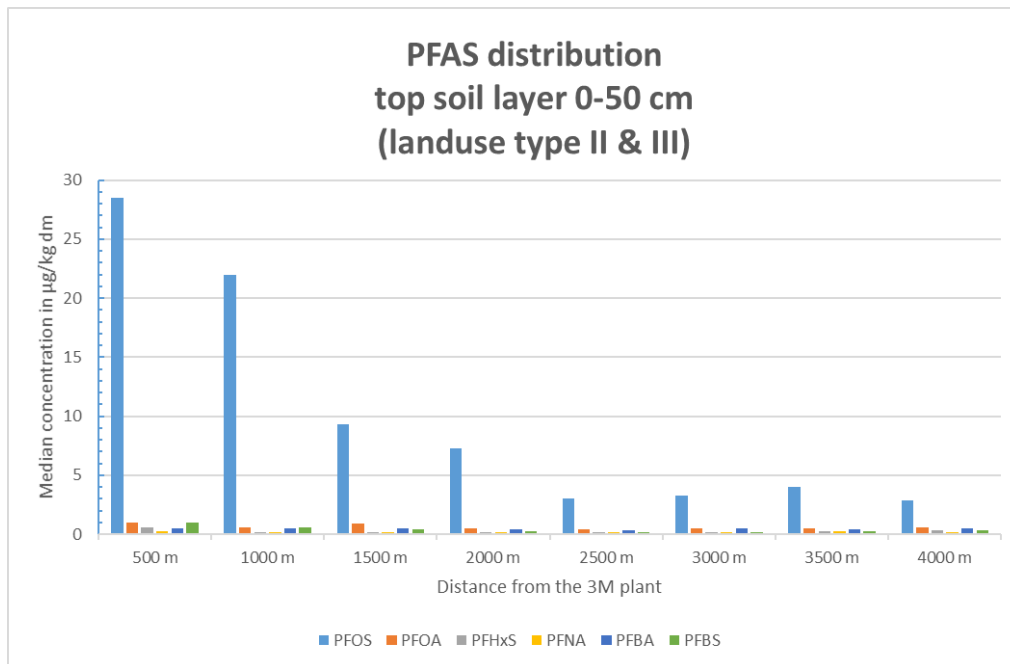
In het algemeen nemen de concentraties van PFOS af met toenemende afstand tot de 3M-locatie. Dit is weergegeven in Illustratie 6.1, waarbij de figuur met de aangegeven concentraties is gemaakt met de 50 %-tielconcentratie voor PFOS op die specifieke afstand. De andere figuur in deze illustratie toont de 25 %-, 50 %-, 75 %- en 90 %-tiel concentraties in functie van de afstand tot de 3M-locatie.

Illustratie 6.2 toont ook de 50%-tiel concentraties van andere PFAS-verbindingen naast PFOS, die afnemen naarmate de afstand groter wordt. Deze figuur toont eveneens duidelijk aan dat PFOS de dominante PFAS-verbinding in het projectgebied is.

Illustratie 6.1 Afname PFOS-concentraties met de afstand tot de site



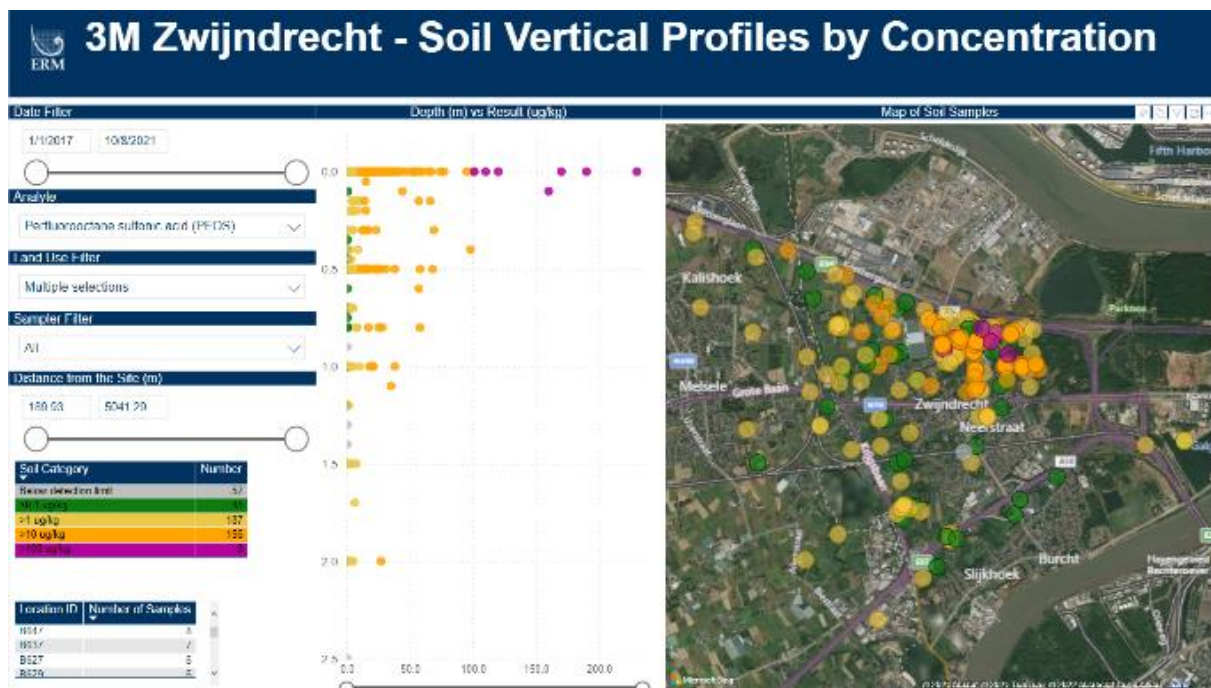
Illustratie 6.2 Afname PFAS-concentraties met de afstand tot de locatie



6.2.1.3 Verticale afperking van PFOS

Vergelijkbaar met de horizontale afname van de PFAS-concentraties met toenemende afstand tot de 3M-locatie, nemen de concentraties ook af met toenemende diepte onder het maaiveld. PFOS, als de belangrijkste in de bodem aanwezige PFAS, wordt gebruikt om deze waarneming te illustreren in Illustratie 6.3.

Illustratie 6.3 Verticale verdeling PFOS-concentraties (landgebruik II en III)



Op basis van de verticale verdeling van de verontreiniging met PFOS blijkt dat de hoogste PFOS (en andere PFAS-verbindingen) aanwezig zijn in het bovenste bemonsteringsinterval van 0,0 tot 0,5 m-mv, met inbegrip van de toplaag. Naarmate de diepte toeneemt, nemen de PFOS-concentraties af. De maximale diepte²⁴ van de PFOS-concentraties die de voorgestelde bodemsaneringsnorm overschrijden is 2,5 m mv en wordt gemeten in boorlocatie B101004 (landgebruik type II). Boorlocatie B101004 bevindt zich direct ten zuiden van de 3M-locatie langs de snelweg E34/N49 binnen het projectgebied Oosterweel. Het grondstaal van deze boorlocatie is genomen voordat de infrastructuurwerkzaamheden van start gingen.

In totaal is slechts in vijf grondmonsters die op een grotere diepte dan 1,5 m mv zijn genomen een PFOS-concentratie gemeten die hoger is dan 3,8 µg/kg ds. Het betreft:

- Boring 70002 1,7-2,0 m-mv (Lantis);
- Boring 70005 1,5-2,0 m-mv (Lantis);
- Boring 70006 2,0-2,5 m-mv (Lantis);
- boring 101004 2,0-2,5 m-mv (Lantis); en
- Boring ERM671 1,5-2,0 m-mv (ERM).

De locatie van de vijf boringen met PFOS-concentraties op een diepte > 1,5 m mv boven de voorgestelde bodemsaneringsnorm is aangegeven in Illustratie 6.4. Alle vijf boorlocaties bevinden zich binnen landgebruiktype II (landbouwgebied). De vier boringen van Lantis zijn alle uitgevoerd tijdens de voorbereiding van het grondverzetproject in het kader van de Oosterweelverbinding.

Illustratie 6.4 PFOS boven voorgestelde bodemsaneringsnormen >1,5 m-mv



²⁴ De resultaten worden uitgedrukt per startdiepte van het geanalyseerde interval. Bv. de PFOS-concentratie in monster B101004 (2,0-2,5 mbgl) is 27 µg/kg ds. In de bovenstaande grafiek wordt het resultaat gevisualiseerd op 2,0 m-mv.

Binnen landgebruiktype II (landbouwgebied) is het overgrote deel van de monsters met overschrijdingen van de voorgestelde PFOS-bodemsaneringsnorm over het algemeen genomen op een diepte minder dan of gelijk aan 1,5 m mv. Daarom wordt de algemene verticale afperking vastgesteld op maximaal 1,5 m mv.

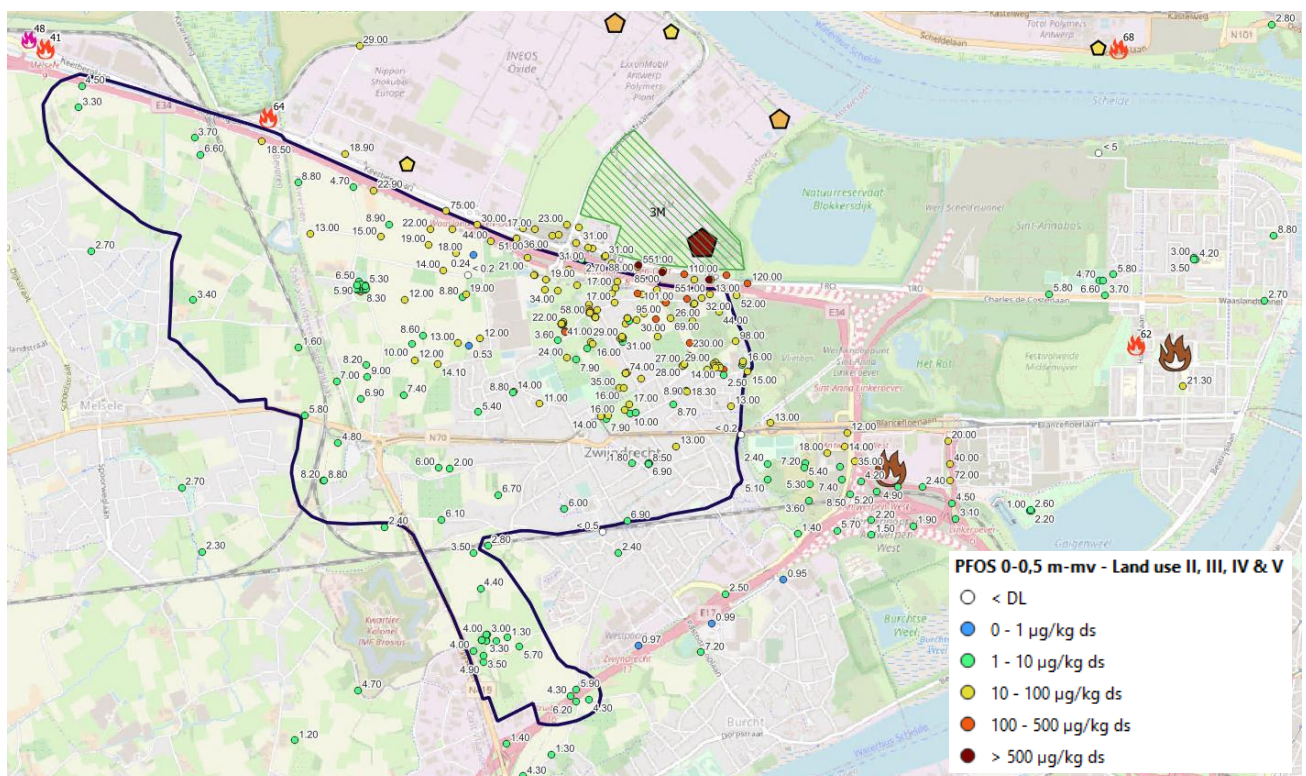
Binnen landgebruiktype III (woongebied) is de maximale waargenomen diepte waarop de voorgestelde bodemsaneringsnorm wordt overschreden 0,8 m mv. Het overgrote deel van de monsters met overschrijdingen van de voorgestelde herstelnorm (18 µg/kg ds) wordt echter aangetroffen in het ondiepe bodeminterval (0-50 cm mv).

6.2.1.4 Waarnemingen inzake horizontale PFAS-verdeling

Voor de horizontale verdeling van PFAS-verbindingen is ERM uitgegaan van de resultaten voor PFOS, dat als de belangrijkste PFAS-verbinding wordt aanzien voor deze studie.

Illustratie 6.5 visualiseert de horizontale verdeling van PFOS-concentraties in de bovenste grondlaag binnen de landgebruiken II, III, IV en V. Resultaten zijn niet getoetst ten opzichte van een bodemsaneringsnorm, de werkelijke concentratiewaarde bepaalt het verschil in kleur zoals aangegeven in de legenda van de illustratie. De illustratie omvat ook het projectgebied (aangeduid met blauwe contour) van het gefaseerde BBO, de gerapporteerde branden en brandoefeningsgebieden in de omgeving van het 3M-terrein (vlamsymbool)²⁵ en de bekende PFAS-afvalwaterlozingslocaties (vijfhoeken). Er wordt op gewezen dat deze illustratie ook gegevens buiten het projectgebied omvat. Deze onderzoeksgegevens, die door derden zijn verzameld, worden gebruikt om afwijkingen in het verspreidingspatroon van de verontreiniging te illustreren.

Illustratie 6.5 PFOS-concentraties 0,0-0,5 m-mv (landgebruik II/III/IV/V)



²⁵ Deze lijst is waarschijnlijk niet volledig, aangezien wij geen informatie hebben ontvangen over branden in het projectgebied, zoals besproken in hoofdstuk 2.2.

Op basis van de interpretatie van de concentratiekaarten voor de afzonderlijke PFAS-verbindingen en de bovenstaande illustratie heeft ERM het volgende vastgesteld met betrekking tot de horizontale verdeling van de PFAS-concentraties:

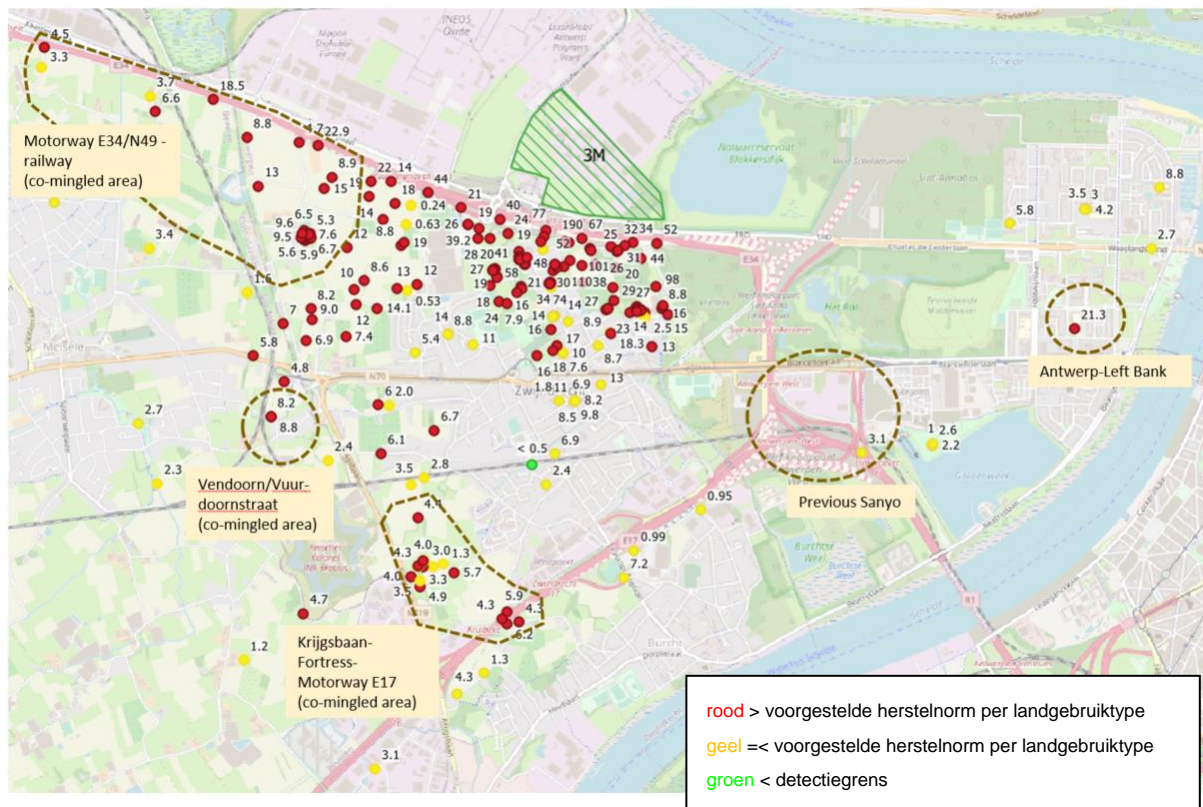
- Zoals aangegeven in sectie 6.2.1.2 nemen de PFOS-concentraties af naarmate de afstand tot de 3M-locatie groter wordt. Nabij de zuidwestelijke grens van het projectgebied nemen de PFOS-concentraties echter toe naarmate de afstand tot de 3M-locatie groter wordt, ondanks het feit dat deze locatie zich windopwaarts van de hoofdwindrichting bevindt. Tussen de 3M-locatie en de zuidwestelijke grens van het projectgebied zijn lagere PFOS-concentraties in de ondergrond aanwezig. Dit patroon doet zich voor in het gebied tussen de spoorweg en de autosnelweg E34/N49, de Vendoornstraat en het gebied Krijgsbaan/Fort/autosnelweg E17 (tussen de afritten 16 Kruikeke en 17 Zwijndrecht). Deze drie gebieden liggen ver van de 3M-locatie (> 2 km), buiten de belangrijkste gemodelleerde impactzone die in het luchtverspreidingsmodel van Arcadis is gerapporteerd (2006). Op basis van de bovenvermelde bevindingen, in combinatie met de informatie in hoofdstuk 2.2 (aanwezigheid van andere bronnen) kunnen de verhoogde concentraties van PFAS-verbindingen in de omgeving van de zuidwestelijke grens van het projectgebied niet enkel aan de 3M-locatie worden toegeschreven. De aanwezigheid van verhoogde PFAS-concentraties in deze drie gebieden is hoogstwaarschijnlijk een combinatie van migratie van de 3M-locatie en andere PFAS-bronnen. Daarom worden deze gebieden aangeduid als "vermengde verontreinigen"²⁶;
- In de omgeving van Antwerpen-Linkeroever en de voormalige Sanyo-locatie (Katwilgweg 4, 2050 Antwerpen) kunnen twee gebieden worden onderscheiden waar de PFOS-concentraties hoger zijn dan in de zone tussen de 3M-locatie en deze twee gebieden. Wat de zone Linkeroever betreft, worden de PFAS-verbindingen b2PFHEP, 8:2 FTS en/of 10:2 FTS in de grond (0-0,5 m-mv) vastgesteld in verhoogde concentraties (boven de detectielimiet). Zoals eerder vermeld, heeft b2PFHEP slechts 2 lage detecties in het projectgebied en zijn er ter plaatse geen fluortelomeren geproduceerd. Zoals besproken in hoofdstuk 2.2.1 zijn branden gemeld in deze twee gebieden, waarbij het gebruik van blusschuim niet kan worden uitgesloten. Ten tijde van de Sanyo-brand in 2000 was de productie van C8-chemicaliën nog niet uitgefaseerd. Op basis van bovenstaande bevindingen, in combinatie met de bekende branden op deze twee locaties, kunnen de verhoogde concentraties van PFAS-verbindingen in de buurt van deze twee locaties niet enkel worden toegeschreven aan de 3M-locatie. De verhoogde concentraties van PFAS-verbindingen in de omgeving van Antwerpen-Linkeroever en de vroegere Sanyo-locatie zijn ook toe te schrijven aan andere bronnen dan migratie vanuit de 3M-locatie. Daarom worden deze gebieden aangeduid als gebieden met een "vermengde verontreiniging";

Aangezien er binnen of buiten het projectgebied gebieden zijn aangewezen waar de PFAS-concentraties waarschijnlijk niet enkel kunnen worden toegeschreven aan migratie vanuit de 3M-fabriek en vermengd zijn met PFAS-componenten van mogelijke andere bronnen, is verder onderzoek vereist om de gebieden met een vermengde verontreiniging in kaart te brengen.

Illustratie 6.6 toont de bovengenoemde gebieden waar vermenging zou kunnen optreden, zowel binnen als buiten het projectgebied van het huidige gefaseerde BBO, waarvoor aanvullend onderzoek nodig is.

²⁶ Twee groentemonsters die werden genomen op het kruispunt van de Krijgsbaan en de Nieuwlandstraat (op 2,8 km afstand van de 3M-locatie) vertoonden significante concentraties PFBA (1,1 en 1,6 µg/kg), in een paprika en een komkommer. Dit is ook een aanwijzing voor vermenging (zie deel 5.6.2.1).

Illustratie 6.6 Visualisatie van gebieden waar vermenging kan optreden



6.2.2 PFAS-verontreiniging

6.2.2.1 Inleiding

Om te voldoen aan de standaardprocedure voor BBOs, waarbij elke verontreiniging die wordt besproken en afgeperkt een uniek ID-nummer moet krijgen voor verdere verwijzing, heeft ERM "PFAS" weerhouden als de algemene verontreiniging waarvoor dit gefaseerd BBO een antwoord zal geven voor wat betreft het humaan toxicologisch risico en de noodzaak voor sanering.

Om de "samenstelling" van deze PFAS-verontreiniging te bepalen, heeft ERM in eerste instantie de verbindingen geselecteerd die binnen het projectgebied boven de voorgestelde bodemsaneringsnormen zijn vastgesteld. Op basis van de evaluatie van de resultaten worden alleen PFOS, PFOA en PFHxS als zodanig gerapporteerd, waarbij PFOS de belangrijkste COC is. De andere zes COC's zijn ook binnen het projectgebied in de ondergrond aanwezig in concentraties boven de detectielimiet. Derhalve zijn alle negen verdachte stoffen zoals gedefinieerd in hoofdstuk 2.5. opgenomen in de PFAS-verontreiniging

Naast de negen verdachte stoffen, zijn er binnen het projectgebied andere PFAS-verbindingen in de ondergrond vastgesteld in concentraties boven de detectiegrens. Sommige in het projectgebied aanwezige verbindingen zijn niet intentioneel geproduceerd op de 3M-locatie, zoals de fluortelomeren en HxFPO-DA (GenX).

Niettemin worden al deze andere PFAS-verbindingen beschouwd als nevenverontreinigingen binnen de 3M PFAS-verontreiniging. De andere individuele PFAS-verbindingen zijn in het onderhavige onderzoek evenwel niet op individuele basis opgenomen in de PFAS-verontreiniging, aangezien:

- Niet alle verbindingen die buiten de site van 3M zijn waargenomen, worden of werden op de 3M-locatie intentioneel geproduceerd, zoals de fluortelomeren en HxFPO-DA (Gen-X);

- De totale PFAS-parametergroep bestaat uit vele (>4000) afzonderlijke verbindingen en daarom is de lijst van "neven"-verontreinigingen wellicht niet volledig; en
- De andere PFAS-verbindingen zijn van ondergeschikt belang in vergelijking met de belangrijkste stof PFOS.

Op basis van bovenstaande kan de PFAS-verontreiniging die bestaat uit de negen verdachte stoffen in verband worden gebracht met de activiteiten op de 3M-site, er zijn evenwel ook andere PFAS-verbindingen vastgesteld. Verder onderzoek is vereist om het mogelijke verband van deze andere PFAS-verbindingen met 3M te evalueren. Dit zal echter niet gemakkelijk zijn aangezien vermenging met externe PFAS-bronnen is waargenomen en een PFAS-achtergrond verhoging gerelateerd aan de Antwerpse industriële cluster in dit stadium van het BBO niet kan worden uitgesloten.

6.2.2.2 Afperking PFAS verontreiniging

De informatie in sectie 6.2.1.4 geeft aan dat niet alle waargenomen PFAS-concentraties volledig in verband kunnen worden gebracht met de 3M-locatie en dat er andere externe bronnen aanwezig zijn (branden, testgebieden voor blusschuim, gebruik van PFAS, ...).

De PFAS-verontreiniging bestaat uit drie hoofdbestanddelen (PFOS, PFOA en PFHxS) en zes andere COC's. PFOS is echter veruit de belangrijkste PFAS van de verdachte stoffen, vanuit concentratie- en risicoperspectief.

Omvang van de PFAS-verontreiniging

Om de PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied af te bakenen, en gezien het feit dat andere PFAS-verbindingen dan enkel PFOS bijdragen tot de waargenomen PFAS-verontreiniging, heeft de OVAM gevraagd om een referentiewaarde-index (Bodemsaneringsindex, BSN-Index) te gebruiken voor de afbakening van de PFAS-verontreiniging.

De BSN-index is een index waarbij de individuele risico-indexen per COC-PFAS-verbinding waarvoor een voorgestelde referentiewaarde beschikbaar is, worden opgeteld. Indien de BSN-index hoger is dan 1, wordt de voorgestelde cumulatieve bodemsaneringsnorm overschreden. Op basis van de momenteel beschikbare voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de geselecteerde PFAS-verbindingen wordt de BSN-index als volgt berekend:

$$BSNIndex = \frac{C_{PFOS}}{v_{BSNPFOS}} + \frac{C_{PFOA}}{v_{BSNPFOA}} + \frac{C_{PFBS}}{v_{BSNPFBS}} + \frac{C_{PFBA}}{v_{BSNPFBA}} + \frac{C_{PFHxS}}{v_{BSNPFHxS}} + \frac{C_{PFHxA}}{v_{BSNPFHxA}}$$

Met:

C concentratie in grond van de COC

vBSN de voorgestelde bodemsaneringsnorm van de COC per landgebruikstype

Op basis van de BSN-Index en binnen dit gefaseerde BBO zijn de PFAS-verontreinigings-contourlijnen vastgesteld voor landgebruiktype II en III.

Aangezien PFOS en PFOA de enige COC's zijn waarvoor de voorgestelde bodemsaneringsnormen op meerdere locaties worden overschreden, zijn de contourlijnen voor beide verbindingen ook gevisualiseerd op de kaarten met de getoetste bodemconcentraties voorgesteld op Figuur 6.

Voor PFHxS is geen individuele contourlijn voor landgebruik type II gedefinieerd, aangezien het slechts twee metingen (meetpunten NE67-ei en B626) betreft waarbij de voorgestelde bodemsaneringsnorm wordt overschreden. Deze individuele overschrijding wordt gedekt door de algemene PFAS BSN-indexcontour.

Zoals hierboven vermeld, is de BSN-indexcontour voor de PFAS-verontreiniging gebaseerd op de PFAS-verbindingen PFOS, PFOA, PFBA, PFBS, PFHxA, en PFHxS. Deze BSN-Index-contour omvat

echter alle andere afzonderlijke PFAS-verbindingen die in het projectgebied aanwezig zijn in concentraties hoger dan de detectielimiet .

Gebaseerd op de informatie zoals gepresenteerd in secties 4.3 en 5.4 is de verontreiniging afgeperkt binnen de landgebruiktypes II en III (landbouw- en woongebied). De BSN-Index-contour voor PFAS is in noordwestelijke richting van het projectgebied echter niet volledig afgeperkt, aangezien er indexen boven 1 zijn berekend. Aangezien het in dit gebied echter om een vermengde verontreiniging gaat, is de afbakening van de PFAS-risico-indexcontour van 1 in het kader van het onderhavige onderzoek voldoende benaderd. Verder onderzoek is nodig om de vermengde verontreiniging in dit gebied verder af te bakenen.

De BSN-Index-contourlijnen voor PFAS voor zowel landgebruiktype II als III zijn opgenomen in Figuur 9.

De analytische toestand voor de resterende afzonderlijke PFAS-verbindingen (de zogenaamde "nevenverontreinigingen") wordt gevisualiseerd in een kleurenkaart in Figuur 12. Op deze kaarten wordt onderscheid gemaakt tussen concentraties boven en onder de detectiegrens.

De specificaties van de PFAS-contour zijn opgenomen in Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Specificaties PFAS-verontreiniging (PFAS-index >1)

Verontreiniging	Locatie	Type landgebruik	Oppervlakte (m ²)*	Gen. diepte (m mv)*	Max. diepte (m mv)*	Verontreinigd bodemvolume (m ³)*
PFAS	Gehele contour	II	6.166.490	1,5	2,5	9.249.735
PFAS	Molenstraat	III	135.640	0,5	1,0	67.820
Totaal			6.302.130			9.317.555

* BSN-Index PFAS >1

Aangezien PFOS en PFOA de enige verbindingen zijn waarvoor contouren zijn bepaald, zijn de specificaties van de PFOS-contour opgenomen in Tabel 6.3, en van de PFOA-contour in Tabel 6.4. Bij vergelijking van de gegevens in de tabel voor PFAS-verontreiniging en PFOS is het duidelijk dat de contour voor PFOS bijna volledig de contour voor PFAS-verontreiniging bepaalt.

Tabel 6.3 Specificaties contour voor PFOS

Stof	Locatie	Type landgebruik	Oppervlakte (m ²)*	Gem. diepte (m mv)*	Max. diepte (m mv)*	Verontreinigd bodemvolume (m ³)*
PFOS	Gehele contour	II	5.123.917	1,5	2,5	7.685.876
PFOS	Molenstraat	III	135.640	0,5	1,0	67.820
Totaal			5.259.557			7.753.696

* > Voorgestelde bodemsaneringsnorm

Tabel 6.4 Specificatiecontour voor PFOA

Stof	Locatie	Type landgebruik	Oppervlakte (m ²)*	Algemene diepte (m mv)*	Verontreinigd bodemvolume (m ³)*
PFOA	Grondwerken Oosterweel	II	39.100	1,0	39.100
PFOA	Neerstraat oost	II	3.650	1,0	3.650
PFOA	Juntion Neerstraat-Molenstraat	II	265	0,5	133
PFOA	Neerstraat west	II	75	0,5	38
PFOA**	Tingelpad	II	10.850	1,0	5.425
Totaal			53.940		48.345

* > Voorgestelde bodemsaneringsnorm

** De startdiepte is altijd 0,0 m mv, behalve voor het Tingelpad, waar de verontreiniging in het interval 0,5 - 1,0 m mv is vastgesteld.

Aard van de verontreiniging en verontreinigings ID

Hoewel de bevoegde overheid OVAM een referentiekader voor PFOS en PFOA heeft gepubliceerd, blijven beide verbindingen niet-genormeerd aangezien de bodemsaneringsnormen voorstellen zijn en dus niet in het uitvoeringsbesluit Vlarebo zijn opgenomen.

Voor niet-genormeerde parameters moet de aard van de verontreiniging worden bepaald wanneer er een "duidelijke aanwijzing van een ernstige bodemverontreiniging" is. Voor zowel PFOS als PFOA is dit het geval aangezien er al een noodzaak was voor uitvoering van een beschrijvend onderzoek op basis van voorgaande onderzoeken.

De PFAS-verontreiniging houdt verband met de activiteiten van 3M. 3M produceert sinds het midden van de jaren '70 PFAS (waaronder producten op basis van PFOS en PFOA) in Zwijndrecht. 3M is in 2002 gestopt met de productie van langeketencomponenten (C8, perfluoro-octanyl) (waaronder PFOS en PFOA). De oorsprong van de PFAS-verontreiniging in het projectgebied van het huidige gefaseerde BBO is voornamelijk in verband te brengen met emissies in de lucht en atmosferische depositie.

Op basis van informatie van de klant, was de productie van PFOA doorgaans beperkt tot één productiecampagne van één week per jaar. Producten op basis van PFOS werden het hele jaar door geproduceerd. Dit verschil in productievolumes komt tot uiting in de omvang van de waargenomen PFOS-concentraties in de bodem, die veel hoger zijn dan voor PFOA.

Op basis van de productieperiode²⁷ is de PFAS-verontreiniging gemengd, hoofdzakelijk historisch van aard (74%).

De PFAS-verontreiniging krijgt verontreinigingscode 40²⁸.

Bepaling van de noodzaak van sanering

De noodzaak tot sanering van een gemengde, hoofdzakelijk historische en niet-gereguleerde verontreiniging wordt bepaald op basis van een risico-evaluatie. De risico-evaluatie voor PFAS wordt uitgewerkt in hoofdstuk 7.

²⁷ De productieperiode liep van 1 juli 1976 (midden jaren 70) tot 1 juli 2002 (stopzetting in 2002).

²⁸ Elke verontreiniging in grond, grondwater of puur product krijgt een unieke ID volgens de Vlaamse bodemprocedure. Clustering van individuele verbindingen in één ID is toegestaan. Dit ID blijft van toepassing gedurende het gehele traject van onderzoek en sanering om de verontreiniging te kunnen volgen.

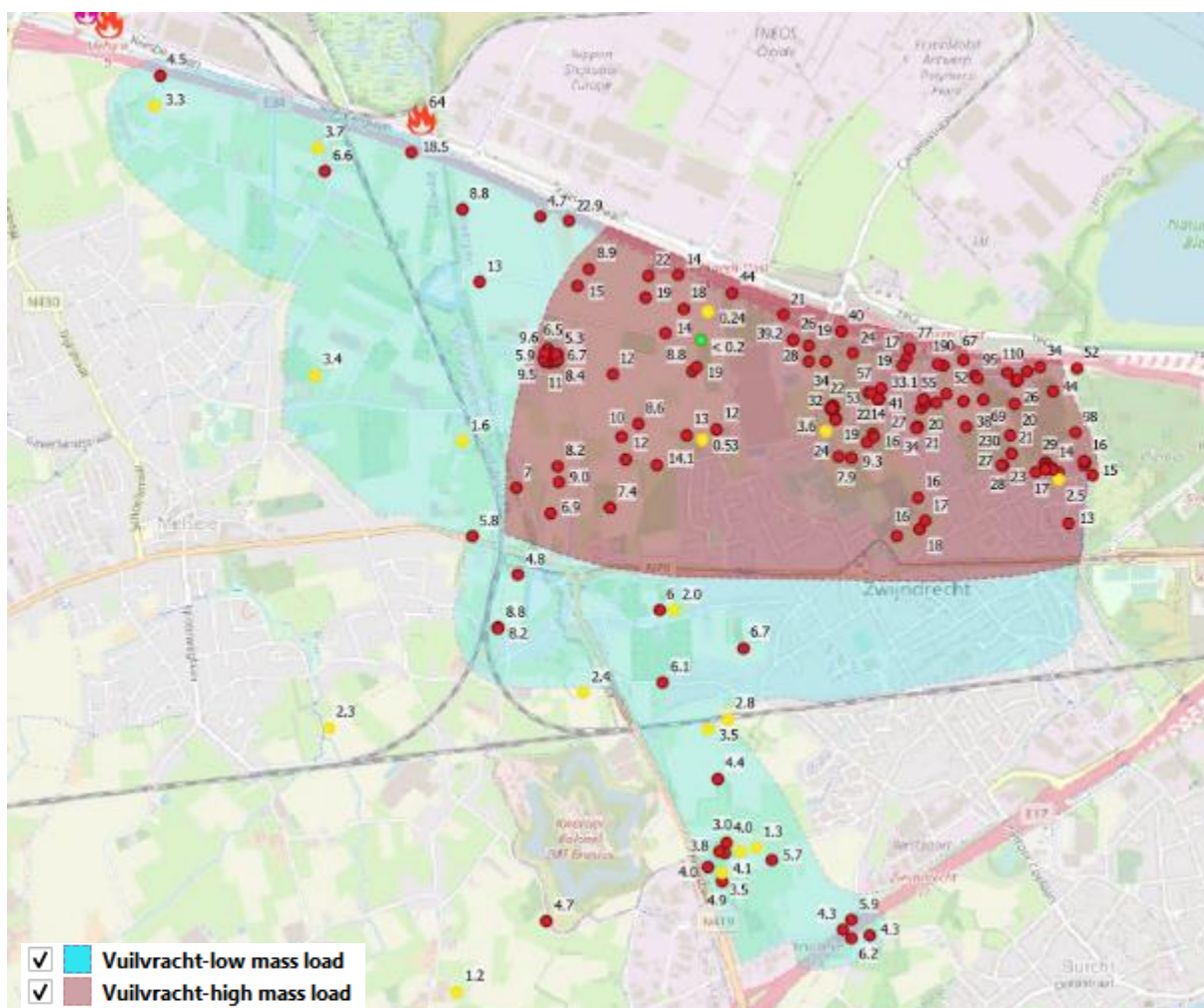
6.2.2.3 Berekening vuilvracht PFAS

Voor de berekening van de vuilvracht is afgeweken van de standaardprocedure BBO. Gelet op de omvang van het projectgebied en het ontstaan van de PFAS verontreiniging door atmosferische depositie zoals hierboven vermeld, is ERM van mening dat het aangewezen is om de vuilvracht te bepalen voor het ganse projectgebied en niet enkel rekening te houden met contouren bodemsaneringsnorm. Er is geen bodemsaneringsnorm voor PFAS, enkel een voorgestelde bodemsaneringsnorm voor de individuele componenten, waarvan PFOS de meest dominante is. Op deze manier kan een globaal beeld bekomen worden van de totale massa van de PFAS verontreiniging (9 COC's) binnen het projectgebied.

Bijgevolg is de berekening van de vuilvracht voor de PFAS-verontreiniging gebeurd op basis van PFOS- en PFOA-concentraties en de huidige beschikbare informatie en interpretatie.

Zoals hierboven aangehaald is voor de berekening van de vuilvracht de gehele omtrek van het projectgebied in beschouwing genomen, ongeacht de aanwezigheid van overschrijdingen van de voorgestelde bodemsaneringsnorm. Bovendien is een onderscheid gemaakt tussen het gebied direct ten zuiden van de site en ten noorden van de weg N70 en het overige deel van het projectgebied. In dit eerste deel zijn hogere concentraties aanwezig in vergelijking met het overige deel van het projectgebied. Dit komt tot uiting in Illustratie 6.7 hieronder.

Illustratie 6.7 Onderscheid gebied met lagere en hogere vuilvracht (PFOS)



Voor de schatting van de vuilvracht voor PFOA zijn alleen die gebieden waar de voorgestelde bodemsaneringsnorm is overschreden in rekening gebracht, zoals weergegeven in Tabel 6.4 .

De concentratie voor de berekening van de vuilvracht voor PFOS zijn de gemiddelde concentraties bepaald in de bodemlagen 0,0 - 0,5, 0,5-1,0 en 1,0-1,5 m-mv. Voor PFOA zijn de gemiddelde concentraties bepaald per beoordeelde laagdiepte. Het resultaat van de berekening van de vuilvracht wordt weergegeven in Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Raming vuilvracht PFOS en PFOA

Stof	Oppervlakte (m ²)	Diepte begin (m mv)	Diepte einde (m mv)	Interval (m)	Volume (m ³)	Massa grond (ton)	Gem. conc. (µg/kg ds)	Vuilvracht (kg)
PFOS hoge vuilvracht (PFAS-index >1) - 0,0-0,5 m-mv	3.231.863	0,00	0,50	0,50	1.615.932	2.908.677	29,04	84,5
PFOS hoge vuilvracht (PFAS-index >1) - 0,5-1,0 m-mv	3.231.863	0,50	1,00	0,50	1.615.932	2.908.677	16,91	49,2
PFOS hoge vuilvracht (PFAS-index >1) - 1,0-1,5 m-mv	3.231.863	1,00	1,50	0,50	1.615.932	2.908.677	5,68	16,5
PFOS lage vuilvracht (PFAS-index >1) 0,0-0,5 m-mv	4.788.063	0,00	0,50	0,50	2.394.032	4.309.257	6,13	26,4
PFOS lage vuilvracht (PFAS-index >1) 0,5-1,0 m-mv	4.788.063	0,50	1,00	0,50	2.394.032	4.309.257	2,03	8,7
PFOS lage vuilvracht (PFAS-index >1) 1,0-1,5 m-mv	4.788.063	1,00	1,50	0,50	2.394.032	4.309.257	0,24	1,0
PFOS totaal*								186,3
PFOA-Grondwerken Oosterweel (II)	39.100	0,00	1,00	1,00	39.100	70.380	4,78	0,336
PFOA-Neerstraat oost (II)	3.650	0,00	1,00	1,00	3.650	6.570	18,00	0,118
PFOA-Junior Neerstraat-Molenstraat (II)	265	0,00	0,50	0,50	133	239	4,64	0,001
PFOA-Neerstraat west (II)	75	0,00	0,50	0,50	38	68	5,40	0,000
PFOA-Tingelpad (II)	10.850	0,50	1,00	0,50	5.425	9.765	5,40	0,053
PFOA totaal**								0,509
Bodemdichtheid	1,800.0	kg/m ³						
*	binnen de perimeter van het onderzoek							
**	binnen contourlijnen voorgestelde herstelnorm							

Op basis van de berekening van de vuilvracht bedraagt de geschatte vuilvracht voor de PFAS-verontreiniging in de bodem binnen het gehele projectgebied van dit gefaseerde BBO ongeveer 190 kg, voornamelijk afkomstig van PFOS in de bovenste bodemlaag.

6.3 Resultaten grondwateranalyses

6.3.1.1 Interpretatie van PFAS-verbindingen met een voorgestelde bodemsaneringsnorm

Voor de PFAS-verbindingen PFOS en PFOA zijn de voorgestelde bodemsaneringsnormen van toepassing. De gerapporteerde grondwaterconcentraties voor PFOS en PFOA overschrijden op sommige locaties de voorgestelde bodemsaneringsnormen.

Er wordt op gewezen dat de afperking en karakterisering van de in het grondwater aanwezige PFAS-verbindingen geen deel uitmaakt van het huidige gefaseerde BBO. Daarom zijn er geen contourkaarten opgesteld.

6.3.1.2 Visualisatie van PFAS-verbindingen

Visualisatie van resultaten

De concentraties van PFAS-verbindingen in het grondwater zijn weergegeven in Figuur 7. Op basis van de interpretatie en visualisatie van de resultaten blijkt het volgende:

- In het algemeen zijn de PFAS-concentraties in het grondwater die boven de detectielimiet worden gemeten, het hoogst juist ten zuiden van het 3M-terrein;
- De concentraties nemen over het algemeen af met toenemende afstand van de 3M-locatie;
- Net als bij de grondverontreiniging kan de aanwezigheid van secundaire PFAS-bronnen voor de grondwaterverontreiniging niet worden uitgesloten. In het gebied tussen de spoorlijn en de autosnelweg E34/N49, nabij de Krijgsbaan en nabij de autosnelweg E17 worden PFOS-concentraties gemeten die boven de voorgestelde bodemsaneringsnorm liggen, terwijl de PFOS-concentraties dicht bij de 3M-locatie onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm liggen. Een andere aanwijzing voor deze waarneming is de aanwezigheid van een PFBA-concentratie in peilbuis WSW3,5 op ongeveer 3,5 km windopwaarts van de 3M site die hoger is dan de PFBA-metingen die zijn verzameld in het gebied tussen deze peilbuis en het 3M-terrein; en
- Zoals aangegeven voor de grond zijn 6:2 FTS en HxFPO-DA (Gen-X) niet intentioneel geproduceerd op de 3M-fabriek, hetzelfde geldt voor het grondwater. Hoogstwaarschijnlijk kunnen deze verhoogde concentraties in verband worden gebracht met andere bronnen.

Bepaling van de noodzaak van verdere karakterisering

De oorsprong van PFAS in het grondwater is nog niet geëvalueerd (migratie via grondwater of uitspoeling door depositie vanuit de lucht, uitspoeling vanuit slib), het mechanisme van de grondwatermigratie is nog niet duidelijk en de verontreiniging is nog niet volledig afgeperkt. Een volledige beoordeling en afperking van de grondwaterverontreiniging behoorde echter niet tot het takenpakket van het huidige gefaseerde BBO. Aanvullend beschrijvend onderzoek is nodig om tot een volledige afperking van de grondwaterverontreiniging met PFAS-verbindingen te komen.

Bij dat aanvullend beschrijvend onderzoek moeten de aard en de ID van de verontreinigingen worden vastgesteld.

6.4 Bespreking van de voedingsmiddelen voor consumptie

De resultaten van het initiële onderzoek van de voedingsmiddelen, binnen de beperkingen van de detectielimieten van het FAVV-gecertificeerde SGS-laboratorium, zoals groenten, fruit, eieren, melk en gewassen, zijn gevisualiseerd op de kaarten in Figuur 8.

Alleen voor melk en eieren zijn momenteel actiewaarden voor voedselveiligheid beschikbaar van het FAVV.

Voor melk overschrijdt de PFOS concentratie in beide op hetzelfde bedrijf genomen stalen de FAVV-actiewaarde van 6 µg/kg niet.

Wat eieren betreft, is de actiewaarden voor PFOS van 100 µg/kg voor eieren op één bemonsteringslocatie overschreden. In het in juni genomen eimonster is een PFOS-concentratie gemeten van 310 µg/kg. In september is in hetzelfde kippenhok een nieuw eimonster genomen, waarvan de concentratie in het ei werd afgeleid op basis van de concentraties in respectievelijk het eigeel en eiwit. Het ei-resultaat van 110 µg/kg is iets hoger dan de actiewaarde, maar lager dan het resultaat van juni 2021. Zoals eerder gezegd is het mogelijk dat het resultaat van juni minder nauwkeurig is vanwege de emulsie van eigeel en eiwit die de analyse in het labo zou kunnen verstoren.

In het voorliggend gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek is geen uitspraak gedaan over de gevolgen van overschrijding van de geldende voedingsnormen, omdat dergelijke uitspraken niet tot de expertise van een bodemsaneringsdeskundige behoren.

De resultaten van de voedingsmiddelen voor consumptie zijn gebruikt voor de risico-evaluatie in hoofdstuk 7.

6.5 Bespreking van de sediment- en oppervlaktewaterstalen

Uit de resultaten van de sedimenten en de oppervlaktewaterstalen die op dezelfde locatie zijn genomen kan men afleiden dat in het sediment de hoogste concentraties gemeten zijn voor de C-8 componenten (PFOS, PFOA en de precursor NETPFOSAA), in mindere mate ook voor PFHxS, en dat deze stoffen ook op het merendeel van de locaties zijn gemeten. De componenten PFBA en PFBS zijn op minder locaties gemeten.

PFBS is bijvoorbeeld niet aangetroffen in het sediment van de Poldervlietbeek, waar wel PFOS aanwezig is. PFBA en PFBS zijn aangetroffen in het meest noorderlijke staal van de Langgemet, waar PFOS onder de 1 µg/kg ds blijft. Op basis van de resultaten kan men besluiten dat het voorkomen van C8 en C4 componenten in sedimenten schijnbaar verschillend is, en bijkomend onderzoek vereist is.

In het oppervlaktewater zijn de C8 componenten ook aangetroffen, met uitzondering van de precursor, maar zijn de hoogste concentraties gemeten voor de C4 componenten PFBA en PFBS. Omwille van de eerder beperkte dataset voor grondwater in de directe nabijheid van het oppervlaktewater en het feit dat er nog geen nivellering is uitgevoerd om de lokale stromingsrichting goed in beeld te brengen is het op dit moment niet na te gaan wat de oorsprong is van de concentraties aangetroffen in het oppervlaktewater.

Bijkomend onderzoek is aangewezen om de interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater en sediment na te gaan.

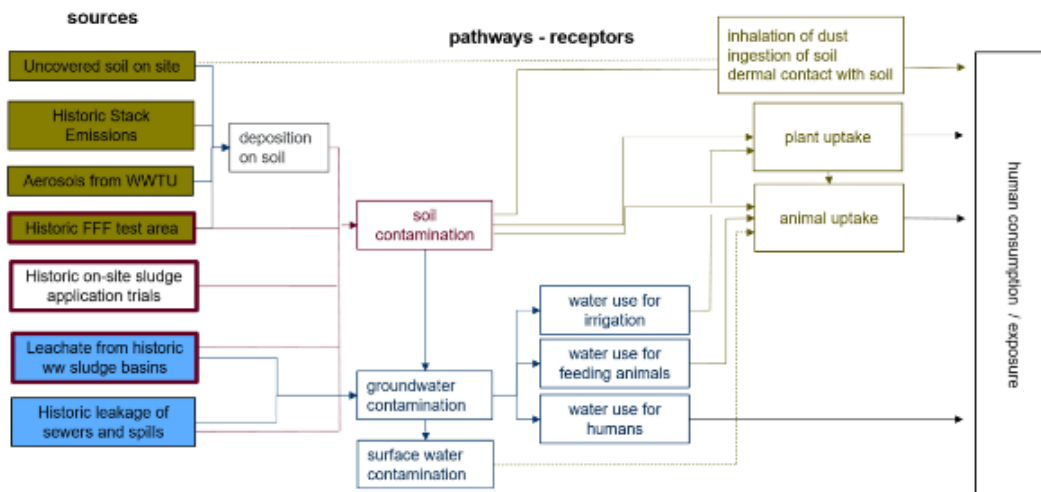
6.6 Conceptueel site model (CSM)

Het conceptuele site model voor de PFAS-verontreiniging is weergegeven in onderstaande illustratie. Het conceptuele site model illustreert de bronnen van de verontreiniging, de blootstellingsroutes en de uiteindelijke receptoren.

De belangrijkste bronnen die op de 3M-site zijn geïdentificeerd en die hebben bijgedragen tot de migratie in de bodem buiten de site, zijn hieronder in het groen aangegeven, namelijk onbedekte

bodem op de site, historische emissies uit de schouwen, aërosols van de waterzuiveringsinstallatie (WZI) en de voormalige testzone voor blusschuim voor brandbestrijding. De andere brongebieden zijn eerder gelinkt met verontreinigingen die op het terrein aanwezig zijn. Een nadere verduidelijking van deze bronnen is te vinden in het BBO-rapport van 2006.

Illustratie 6.8 Conceptueel site model



Naast het bovenstaande kan de aanwezigheid van met PFAS verontreinigde sedimenten in het projectgebied niet worden uitgesloten. Bij het verwijderen/afgraven van sedimenten was het in het verleden gebruikelijk om de sedimenten op de oevers naast het oppervlaktewater uit te spreiden. In het geval van verontreinigde sedimenten kan deze werkwijze een plaatselijke verontreiniging in de bodem hebben veroorzaakt.

6.7 Algemene conclusie

Op basis van de informatie besproken in Hoofdstuk 5 en de evaluatie van de gegevens in dit hoofdstuk worden de volgende algemene conclusies getrokken:

- Historische PFAS-bronnen in de bodem en het grondwater als gevolg van de activiteiten van 3M waren blusschuim testen, onbedekte bodem op de site, de voormalige slibbekkens en vroegere testen met het slib van de waterzuivering, lekkage uit rioleringen en lozingen, alsook emissies via schouwen. PFAS kwamen in het milieu terecht via luchtdepositie, bodemverontreiniging en migratie naar en met het grondwater;
- De analyseresultaten en de beschikbare gegevens suggereren dat PFOS in de bodem afkomstig van 3M-activiteiten zich uitstrekt tot een gebied van ongeveer 2 km rond de site binnen het projectgebied van dit gefaseerde BBO met niveaus boven de door OVAM voorgestelde bodemsaneringsnormen. Het bereik van 2 km lijkt plausibel, wanneer rekening gehouden wordt met de in het verleden uitgevoerde luchtmodellering, waarvan de simulaties aangeven dat de concentratie van de emissies tot 10 keer dalen binnen deze range. Het bereik van emissies ontstaan ter hoogte van de testzone voor blusschuim is kleiner;
- De woon- en landbouwgebieden in de directe omgeving van de 3M-fabriek, gelegen langs de Neerstraat, de Polderstraat & de Molenstraat, vertonen de meest verhoogde PFAS-grondconcentraties, met hogere concentraties in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv);
- Uit de gegevens blijkt dat buiten de 2 km-perimeter PFAS van andere bronnen buiten het 3M-bedrijfsterrein zich in sommige gebieden vermengen met de verontreiniging gerelateerd aan 3M. De bronnen buiten het bedrijfsterrein (niet-3M) houden verband met brandoefenterreinen, bluswerkzaamheden in het verleden en andere bedrijven die momenteel PFAS gebruiken of vroeger PFAS hebben gebruikt. De concentraties aan PFOS (en andere PFAS), gemeten in de

bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), nemen af met de afstand van de 3M-fabriek tot de waargenomen vermenging met andere bronnen, wat resulteert in opnieuw stijgende concentraties;

- De dominante relevante stof aanwezig is PFOS, terwijl andere PFAS-stoffen zijn vastgesteld aan concentraties die een orde van grootte lager liggen, binnen het 2 km-bereik. De concentraties aan C4 PFAS componenten buiten het 2 km-bereik schommelt over het algemeen rond het achtergrondniveau, met uitzondering van de gebieden die onder invloed zouden kunnen staan van andere PFAS-bronnen die niet aan 3M kunnen worden toegeschreven;
- Uit de beperkte grondwatergegevens die tot dusver beschikbaar zijn, blijkt dat de PFOS- en PFOA-gehalten de voorgestelde bodemsaneringsnorm in de onmiddellijke omgeving van de 3M-site overschrijden. Ook andere PFAS-verbindingen (voornamelijk PFBA en PFBS) zijn in het grondwater van de onderzochte peilbuizen aangetroffen. Zoals gepland zal in een volgende fase verder onderzoek worden verricht, waarbij de nadruk zal liggen op het gebied in de directe omgeving van de 3M-fabriek en op de interactie tussen het oppervlaktewater en het freatische grondwater; en
- De resultaten van de bemonsteringscampagne van de voedingsmiddelen, waarbij het SGS-laboratorium is gebruikt voor de analyses, wijzen op de aanwezigheid van PFAS-verbindingen in sommige van de geteste groenten en gewassen (voornamelijk PFBA, PFOA & PFOS) en fruit (alleen PFBA). In de geteste eieren van scharrelkippen en in melkmonsters zijn hogere gehalten aangetroffen die echter de FAVV actiewaarden niet overschrijden, met uitzondering van de actiewaarde voor PFOS in beide eistalen op 1 locatie.

7. BEPALING VAN DE TOXICOLOGISCHE RISICO'S VOOR DE MENS TEN GEVOLGE VAN PFAS-VERONTREINIGING

7.1 Inleiding

De in dit hoofdstuk besproken humaan toxicologische risico-evaluatie is uitgevoerd volgens de code van goede praktijk 'methodologie "DAEB", risico-evaluatie en risicogebaseerde terugsaneerwaarden' van de OVAM van 28 oktober 2021.

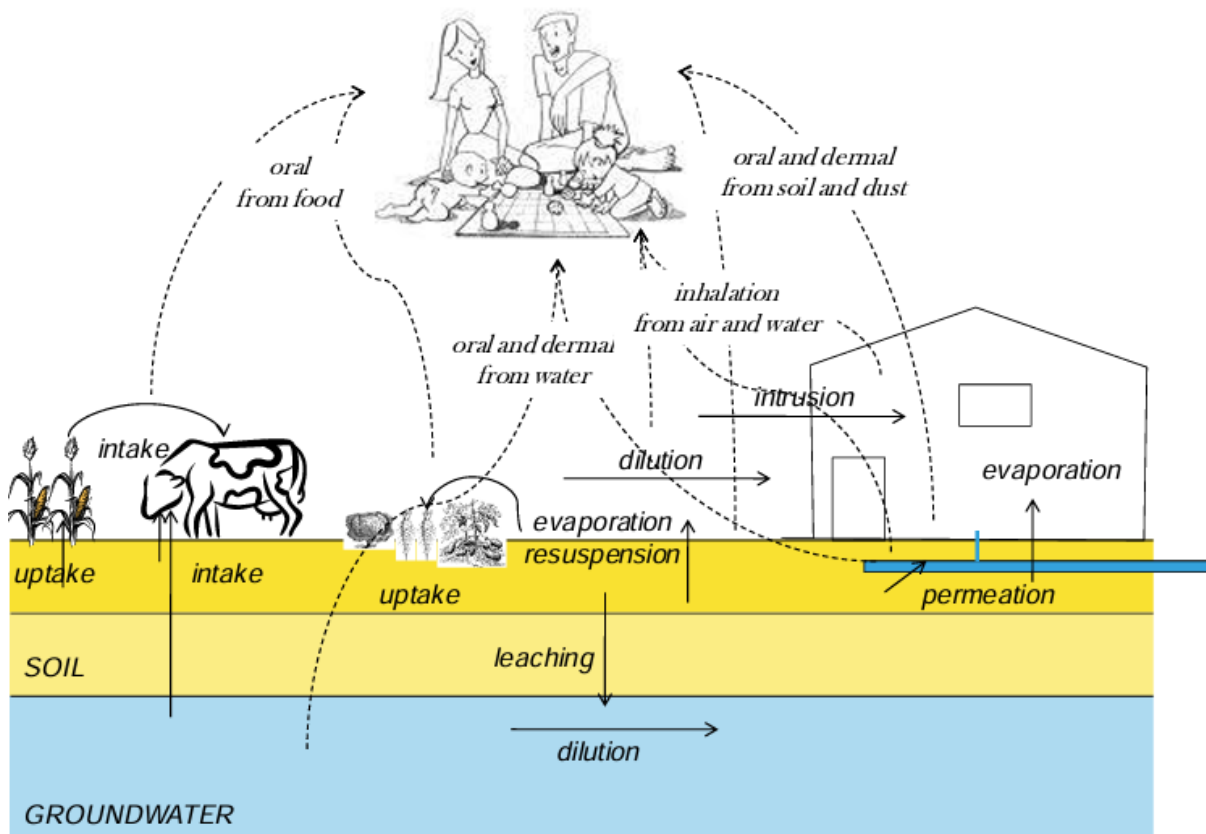
De risico-evaluatie van de PFAS-verontreiniging heeft alleen betrekking op de zes geselecteerde PFAS-COC's waarvoor literatuurgegevens beschikbaar zijn en die zodoende in het S-Risk blootstellingsmodel kunnen worden gebruikt. Er dient opgemerkt te worden dat aangezien het beschrijvend bodemonderzoek voor de PFAS-verontreiniging afkomstig van het 3M-terrein opgedeeld is in verschillende fases, deze risico-evaluatie enkel het humaan toxicologisch risico evalueert voor blootstelling aan de grondverontreiniging door personen buiten de site van 3M, meer bepaald bewoners en landbouwer families in en rond Zwijndrecht zoals omschreven in de projectperimeter. De andere risico's in verband met de PFAS-verontreiniging in de bodem zullen in de volgende fasen van het beschrijvend bodemonderzoek worden behandeld.

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 3.5.2.1 heeft ERM voor de risico-evaluatie niet de recente EFSA 2020 TWI gebruikt als toxicologische referentiewaarde, maar de TDI-waarden die in hetzelfde hoofdstuk worden vermeld en waarvoor door deskundigen de toepasbaarheid voor de bepaling van toetsingswaarden is geëvalueerd. Aangezien PFOS de belangrijkste risicoveroorzakende stof voor de PFAS-verontreiniging is, heeft ERM de PFAS-verbindingen niet als een groep geëvalueerd. Indien een groepering van PFAS-verbindingen wordt toegepast, zoals de Relative Potency Factor (RPF) die het RIVM in 2020 heeft ontwikkeld, wordt ervan uitgegaan dat alle gegroepeerde PFAS-verbindingen soortgelijke schadelijke effecten hebben op dezelfde eindpunten in het menselijk lichaam, wat niet het geval is voor de gedetecteerde PFAS-verbindingen. Op verzoek van de regelgever is de omvang van het gebied waarop de risico-evaluatie betrekking heeft, wel bepaald aan de hand van de BSN-Index die de PFAS-verbindingen waarvoor toetsingswaarden zijn bepaald als een groep evalueren, zoals voorgesteld door OVAM/VITO.

7.2 S-Risk model

De in dit hoofdstuk uitgewerkte kwantitatieve beoordeling van het humaan toxicologisch risico is uitgevoerd met behulp van het S-Risk blootstellingsmodel. Het S-Risk-model is een steady-state, massabehoudsmodel voor de berekening van de blootstelling en het risico voor de mens aan verontreinigende stoffen in de bodem en het grondwater. Het kan omgaan met zowel organische als anorganische verontreinigingen. De schematische voorstelling van de blootstellingsroutes is gegeven in Illustratie 7.1.

Illustratie 7.1 Blootstellingsroutes in S-Risk



Met het S-Risk model kunnen de volgende blootstellingsroutes worden geëvalueerd:

- overdracht van oppervlakte- en ondergrondse bodem naar de buitenlucht door vervluchtiging;
- overdracht van de ondergrond naar de binnenlucht door vervluchtiging (dampintrusie);
- overdracht van de oppervlaktebodem naar de buitenlucht en de binnenlucht door resuspensie van de bodem;
- overdracht van de bodem buitenshuis naar stof binnenshuis;
- overdracht van de oppervlaktebodem naar de vegetatie via wortelopname en translocatie;
- overdracht van grondoppervlak naar bovengrondse vegetatie via grondspatten;
- overdracht van de buitenlucht naar de vegetatie door neerslag van dampen en deeltjes;
- overdracht van de bodem naar kunststof drinkwaterleiding door permeatie;
- overbrenging van grondwater naar de buitenlucht door vervluchtiging;
- overbrenging van grondwater naar de binnenlucht door vervluchtiging (dampintrusie);
- overbrenging van de bodem naar het grondwater door uitloging; overbrenging van drinkwater naar de lucht door vervluchtiging; en
- overdracht van bodem, water en voeder naar vlees, melk en eieren door blootstelling van runderen en kippen.

De blootstelling van de mens kan worden berekend aan de hand van de volgende blootstellingsroutes:

ORALE BLOOTSTELLING:

- opname van bodem- en binnenshuisstofdeeltjes;
- inname van groenten; inname van dierlijke producten (vlees, melk, eieren); en
- inname van water (drinkwater, grondwater).

BLOOTSTELLING DOOR INADEMEN:

- inademing van verontreinigende stoffen in de dampfase binnen en buiten;
- inademing van verontreinigende stoffen in deeltjesfase binnen en buiten; en
- inademen van damp tijdens douchen.

BLOOTSTELLING VIA DE HUID:

- absorptie door bodem en neergeslagen stofdeeltjes; en
- absorptie door water tijdens baden en douchen.

Er worden standaard bodemgebruikscenario's in het model voorzien, waarin blootstellingsroutes en blootstellingsparameters worden gedefinieerd. De gebruiker kan eigen scenario's definiëren en blootstellingsparameters wijzigen.

Het risico voor de menselijke gezondheid wordt berekend door de blootstellingsdosis (oraal en via de huid) en de blootstellingsconcentratie (inademing) te vergelijken met toxicologische referentiewaarden. De manier waarop blootstelling via de drie blootstellingsroutes (oraal, inademing en via de huid) wordt gecombineerd, hangt af van de toxicologische kenmerken van de verbinding en kan door de gebruiker worden gespecificeerd. In een parallelle stap worden de concentraties in de milieucompartimenten vergeleken met wettelijke of toxicologische grenswaarden om de risico-evaluatie te voltooien.

Door de steady-state-benadering kunnen tijdsafhankelijke effecten zoals accumulatie en excretie niet met het model worden geëvalueerd. Het principe van behoud van massa gaat ervan uit dat alle media waarin de verbinding aanwezig is, in evenwicht zijn. Met deze aanpak is het niet mogelijk veranderingen in de loop van de tijd te beoordelen die het gevolg zijn van migratie van een verbinding van het ene naar het andere medium of van blootstelling in het verleden die al heeft bijgedragen tot een verhoogde opname op receptorniveau. Het model geeft een momentane beoordeling op basis van de huidige omstandigheden voor een levenslange blootstelling. Bovendien wordt het model beperkt door de gebruikte formules en de beoordeling van het gedrag van de stof op basis van specifieke stoffeigenschappen. Daarom moet het resultaat als indicatief en niet als een absoluut feit worden beschouwd.

7.3 Keuze landgebruik en blootstellingsroutes

Bij een klassieke benadering van een risico-evaluatie voor een bodemverontreiniging gaat men na of er een risico uitgaat van de gemeten concentraties in grond en grondwater voor de specifieke bodemgebruiken ter hoogte van de verontreiniging. Zoals in de inleiding van dit rapport is aangegeven, geldt het huidige gefaseerde BBO alleen voor de bodemverontreiniging die binnen het projectgebied aanwezig is, namelijk de bodemverontreiniging die valt onder de landgebruiktypes landbouw en wonen.

Binnen bestemmingstypes bestaan er verschillende vormen van bodemgebruik. Er zijn woningen met en zonder tuinen. Sommige van deze tuinen bevatten moestuinen en/of kippenhokken. Sommige moestuinen worden intensief gebruikt en leveren bijna alle groenten voor een heel jaar aan de bewoners. Andere moestuinen leveren slechts een beperkte bijdrage aan de totale groenteconsumptie van de bewoners. Er kunnen ook bewoners zijn die, naast zelfgekweekte

groenten en eieren, ook melk of vlees consumeren van koeien die op hun eigen land worden gehouden. Daarnaast zullen de aard van de bewoners en het gedrag van deze bewoners verschillen.. Zo zullen bijvoorbeeld kinderen die in de tuin spelen gemakkelijker in contact komen met de verontreinigde grond dan volwassenen die in de tuin zitten. Voor bewoners zonder tuin zal het aandeel grond in het stof binnenshuis lager zijn dan voor bewoners met een tuin. Hieruit blijkt dat er een groot aantal combinaties van directe en indirecte blootstelling aan bodemverontreiniging mogelijk zijn voor het bodemgebruik door bewoners.

In het geval van de PFAS-bodemverontreiniging blijkt uit de vaststelling van de voorgestelde toetsingswaarden bodemsaneringsnorm dat het humaan toxicologisch risico voor PFAS-verontreiniging sterk afhangt van de vraag of de blootstellingsroute consumptie van zelfgekweekte groenten en/of eieren en het gebruik van grondwater als drinkwater van toepassing is. Dit zijn blootstellingsroutes die sterk afhankelijk zijn van het feitelijke gebruik van de locatie. Dit in tegenstelling tot rechtstreekse ingestie van verontreinigde grond door direct contact met de bodem en stof, die minder afhankelijk zijn van het feitelijke gebruik en algemener kunnen worden benaderd.

Om de mogelijke risico's voor de bewoners in te schatten, zijn de standaard bodemgebruiken wonen en landbouw, die de basis vormen van de bodemsaneringsnormen, gebruikt als een conservatieve schatting van de blootstelling aan bodemverontreiniging. Elk bodemgebruik wordt gekenmerkt door specifieke blootstellingsroutes. De volgende blootstellingsroutes voor blootstelling aan PFAS-bodemverontreiniging werden in aanmerking genomen voor de geëvalueerde vormen van agrarisch en residentieel bodemgebruik:

- Ingestie van grond;
- Ingestie van stof;
- Inname via zelf geteelde groenten;
- Inname via gekweekte eieren;
- Inname via gekweekt vlees en melk;
- Inname van leidingwater;
- Dermaal sorptie door contact met de bodem;
- Dermaal sorptie door contact met stof;
- Dermaal sorptie door contact met water;
- Inhalatie in de buitenlucht;
- Inhalatie in de binnenlucht; en
- Inhalatie tijdens het douchen.

Momenteel voert de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) een onderzoek uit naar de impact van PFAS in de lucht en de relatie tussen PFAS en stof dat in de lucht aanwezig is en neerslaat. Dit onderzoek loopt nog en geeft momenteel nog geen duidelijk inzicht in de bijdrage van bodemstof in de totale blootstelling aan de lucht en de herkomst van het bodemstof (grondwerken in Oosterweel, bodemstof van standaardgebruik, andere ?). Daarom zijn de resultaten van de VMM-studie niet in deze studie verwerkt; de huidige gegevens wijzen echter niet op een significante blootstelling via deze route. In de uitgevoerde risico-evaluatie is de blootstelling aan bodemstof beoordeeld op basis van de standaard S-Risk modelformules, waarbij rekening is gehouden met de achtergrondwaarden die door VITO voor PFOS en PFOA zijn verstrekt en die voor de overige vier PFAS COC's zijn opgenomen in Bijlage 6.

In Tabel 7.1 worden de standaardhoeveelheden voor de consumptie van zelf geteelde levensmiddelen (groenten, eieren, vlees, melk(producten)) gepresenteerd. Dit zijn de standaardwaarden uit het S-Risk blootstellingsmodel.

Tabel 7.1 Verbruikshoeveelheden per type landgebruik

Verbruik	Bodemgebruik residentieel	Bodemgebruik landbouw
Aardappelen	39% van de totale aardappelconsumptie is afkomstig van eigen teelt	50% van de totale aardappelconsumptie is afkomstig van eigen teelt
Andere groenten	Gemiddeld circa 33% per groentesoort van de totale consumptie is afkomstig van eigen teelt	100% van de totale groenteconsumptie is van eigen teelt
Eieren	60% van de totale consumptie van eieren is afkomstig uit eigen teelt	100% van de totale consumptie van eieren is afkomstig uit eigen teelt
Vlees (rundvlees)	Er wordt geen vlees van eigen teelt geconsumeerd	100% van de totale vleesconsumptie is van eigen teelt
Melk en melkproducten (koe)	Er worden geen melk en melkproducten van eigen teelt geconsumeerd	100% van het totale verbruik van melk en zuivelproducten is eigen teelt

Hieruit blijkt dat voor een bodemgebruik landbouw waarbij alle blootstellingsroutes in aanmerking worden genomen, er een schatting wordt gemaakt van de maximale blootstelling aan bodemverontreiniging, zowel bij rechtstreeks contact met de bodem als bij onrechtstreekse blootstelling via het voedsel. Dit scenario is ook uitzonderlijk omdat het gaat om een bewoner (volwassenen en kinderen) die zo goed als alle groenten en dierlijk voedsel uit eigen teelt haalt op hetzelfde verontreinigde terrein waar hij ook woont. Het bodemgebruik residentieel benadert eerder een gemiddelde consumptie voor een bewoner (volwassenen en kinderen) die zijn eigen groenten en eieren consumeert van hetzelfde perceel waarop hij woont.

Tijdens de uitvoering van dit eerste gefaseerde BBO, waarbij het veldwerk in de eerste plaats gericht was op karakterisering en initiële afbakening en in de tweede plaats op het verzamelen van PFAS-concentraties in andere media (gewassen, eieren, ...) dan bodem en grondwater, was het niet mogelijk om na te gaan welke individuele relevante blootstellingsroutes van toepassing zijn voor alle specifieke percelen en bijbehorend bodemgebruik in het projectgebied en om bodemanalyses uit te voeren voor elke site of elk perceel. Daarom werd voor de toxicologische risico-evaluatie bij de mens een omgekeerde benadering toegepast.

De omgekeerde benadering bestaat erin om voor landbouw en residentieel gebruik verschillende bodemgebruiken te definiëren in functie van verschillende combinaties van de relevante blootstellingsroutes. Vervolgens wordt voor elk van deze bodemtoepassingen de maximaal toelaatbare bodemconcentratie (= risicogrenswaarde) bepaald. Op die manier kan, door vergelijking van de beschikbare bodemanalyses met deze risicogrenswaarden, een eerste inschatting worden gemaakt van de zones waar voor het bepaalde bodemgebruik een mogelijk humaan toxicologisch risico bestaat.

Aangezien dit gefaseerd BBO zich richt op de evaluatie van de grondverontreiniging, is er nog geen risico-evaluatie uitgevoerd voor het verbruik van verontreinigd grondwater. Er wordt van uitgegaan dat er momenteel geen blootstelling aan verontreinigd grondwater plaats vindt, gelet op de 'no-regret'-maatregelen die aanbevelen het gebruik van grondwater in het projectgebied en daarbuiten stop te zetten. De evaluatie van de risico's van de grondwaterverontreiniging zal in een volgende fase van het beschrijvend bodemonderzoek worden uitgevoerd. Daarom worden in deze fase van het beschrijvend bodemonderzoek geen verdere uitspraken gedaan over de risico's van PFAS in het grondwater.

De volgende bodemgebruiken met de bijbehorende blootstellingsroutes en verbruikshoeveelheden, zoals vermeld in Tabel 7.1 zijn geëvalueerd:

- Residentieel 1: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten (39% aardappelen, 33% andere groenten) en eieren van eigen scharrelkippen (60%) worden geconsumeerd;
- Residentieel 2: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waarin eigen geteelde groenten worden geconsumeerd (39% aardappelen, 33% andere groenten) zonder scharrelkippen en dus geen consumptie van eigen eieren;
- Residentieel 3: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en consumptie van eieren van scharrelkippen (60%), maar zonder groentetuin. Er worden dus geen zelf gekweekte groenten geconsumeerd;
- Residentieel 4: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin, maar zonder kippen en zonder moestuin. Er worden dus geen zelf gekweekte groenten of eieren geconsumeerd;
- Landbouw 1: Bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten) en met consumptie van eieren van kippen uit vrije uitloop (100%). Bovendien worden er op hetzelfde stuk land ook koeien gehouden waarvan het gezin het vlees (100%), de melk (100%) en de melkproducten (100%) consumeert;
- Landbouw 2: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten). Bovendien worden op hetzelfde stuk land koeien gehouden waarvan het gezin het vlees (100%), de melk (100%) en de daarvan afgeleide producten (100%) consumeert. Er worden geen kippen gehouden, dus worden er ook geen eieren geconsumeerd;
- Landbouw 3: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin met consumptie van eieren van scharrelkippen (100%). Bovendien worden op hetzelfde stuk land koeien gehouden waarvan het gezin het vlees (100%), de melk (100%) en de daarvan afgeleide producten (100%) consumeert. Er is geen groentetuin en dus ook geen consumptie van zelfgekweekte groenten;
- Landbouw 4: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten) en met consumptie van eieren van scharrelkippen (100%). Er zijn geen koeien, dus er is geen consumptie van zelfgekweekt vlees, melk en daarvan afgeleide producten door het gezin;
- Landbouw 5: bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelfgekweekte groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten). Er worden geen koeien of kippen gehouden, dus er is geen consumptie van zelfgekweekte eieren, vlees, melk of daarvan afgeleide producten door het gezin; en
- Landbouw 6: bewoning door volwassenen en kinderen met een tuin, maar geen groentetuin. Er worden geen zelfgekweekte groenten geconsumeerd. Er zijn geen koeien of kippen, dus er worden geen zelfgekweekte eieren, vlees, melk of melkproducten geconsumeerd door het gezin.

7.4 Opname via planten

7.4.1 Inleiding

De risico-evaluatie richt zich op het gebruik van de bodem door de lokale bewoners. Mensen die dus ter hoogte van de verontreinigde bodem leven. Voor de landbouw is er in deze bodemgebruiken geen scenario opgenomen waarin de relatie tussen de concentraties in de grond en de concentratie in de finale landbouwproducten die op de markt terecht komen, wordt nagegaan. Zo'n evaluatie houdt in dat wordt bepaald of de landbouwproducten voldoen aan de criteria voor voedselveiligheid. Een bodemonderzoek vertrekt steeds van de grond- en grondwaterconcentraties die op verschillende wijzen (rechtstreeks door direct contact met de verontreinigde bodem of het verontreinigde grondwater en onrechtstreeks via planten en dieren) finaal bij een persoon die ook zelf op deze locatie aanwezig is, kunnen terechtkomen. Hierbij is het belangrijk dat men goed begrijpt hoe en in welke mate een bepaalde stof vanuit de grond of het grondwater in een voedingsproduct terecht

komt. Concreet komt het er op neer om de relatie tussen de concentratie in een voedingsproduct en de concentratie in de bodem uit te kunnen drukken in een kwantitatieve formule, zodat finaal de dosis kan bepaald worden die door de mens bij het verbruiken van dit consumptieproduct opgenomen wordt.

Op dit moment ontbreekt het in het projectgebied nog aan voldoende informatie om uit een bodemconcentratie te berekenen hoeveel van een bepaalde PFAS-verbinding in een gewas of dierlijk product terecht komt, zodat een eenduidige kwantitatieve relatie tussen de bodem en de receptor kan worden bepaald, waarbij een reële gewas- of dierlijke productconcentratie wordt bepaald.

De beschikbare wetenschappelijke gegevens over de accumulatie van de vier aanvullende PFAS COC's in planten of dierlijke producten zijn beperkt in vergelijking met PFOS (zie "PFAS-eigenschappen - een basis voor de bepaling van saneringsnormen voor PFHxA, PFHxS, PFBA en PFBS", opgenomen in Bijlage 6). Zo zijn er geen studies beschikbaar die een goed onderbouwde indicatie geven van de accumulatie van de vier extra COC's in het vlees of de melk van koeien. Bijgevolg is het op dit moment niet mogelijk deze blootstellingsroute op een representatieve wijze te berekenen. Dit is op basis van de door VITO uitgewerkte toetsingswaarden bodemsaneringsnorm voor PFOS en PFOA wel mogelijk. VITO heeft waarden uit de literatuur opgenomen die op basis van verschillende studies de concentraties van PFOS en PFOA vanuit de bodem in dierlijke producten inschatten (zie de PFOS & PFOA substance datasheet op <https://s-risk.be/en/documents>). Studies naar de accumulatie van de vier aanvullende PFAS COC's in groenten/gewassen zijn meer beschikbaar dan studies naar de accumulatie in dierlijke producten. Voor opname in gewassen zijn er dus wel waarden in literatuur beschikbaar die het mogelijk maken om de doorrekening van de concentratie naar groenten/gewassen vanuit bodem uit te voeren. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat deze studies nog beperkt in aantal zijn en dat het opnameproces en de invloed van de bodemsamenstelling op dit proces nog onvoldoende duidelijk zijn. Het is daarom niet duidelijk in hoeverre de waarden uit de literatuur representatief zijn voor de situatie in Zwijndrecht.

In het kader van dit bodemonderzoek zijn gecombineerde groente/gewas-analyses en bodemanalyses uitgevoerd om een beeld te krijgen van de bodem/plant-relatie voor de opname van PFAS door de plant. Uit de resultaten van deze analyses blijkt het volgende:

- De detectielimiet van het SGS-laboratorium blijkt te hoog te zijn om een PFAS-concentratie te kunnen bepalen voor alle groente/gewas-monsters. Voor 75% van de groenten/gewasstalen kon geen PFAS-concentratie worden gemeten. Hierdoor is de dataset van wel gemeten concentraties laag; en
- Daarbij komt ook dat er in de gemeten PFAS-concentraties van de groenten/gewasstalen geen eenduidige kwantitatieve grond-plant relatie kan worden bepaald.

Om deze reden zijn de door ERM gemeten concentraties niet gehanteerd voor de bepaling van de grond-plant relatie en zijn de conservatieve waarden uit de literatuur toegepast voor de blootstelling via groenten/gewassen voor de hierboven aangegeven bodemgebruiken. Deze waarden zijn vaak bepaald voor sterk verontreinigde gronden die niet noodzakelijk representatief zijn voor de Zwijndrecht bodem.

Naast de bodem-plant relatie zijn er nog andere factoren die de opname van PFAS door groenten/gewassen beïnvloeden. De evaluatie van de voedselveiligheid van de landbouwproducten in de omgeving van de 3M-locatie is uitgevoerd door het FAVV. Daarom wordt verwezen naar dit lopende onderzoek en de tot dusver verkregen resultaten. Om deze reden wordt geen uitspraak gedaan over de voedselveiligheid van de landbouwproducten in het projectgebied.

In de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risico-grenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidskundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)" van januari 2022, opgesteld in opdracht van de Opdrachthouder voor de Vlaamse Regering, concludeert VITO het volgende:

- Op bladzijde 20: “De meetwaarden voor groenten laten geen betrouwbare validatie van de in S-Risk gebruikte BCF factoren toe. Enerzijds is de dataset te beperkt om een goede validatie uit te voeren, anderzijds zijn metingen in groenten met een lagere detectielimiet aangewezen om de validatie zinvol te maken”.

Als zodanig geeft VITO ook aan dat de beschikbare metingen nog onvoldoende zijn om specifiek voor het projectgebied een goede kwantitatieve onderbouwing van de bodem-plant relatie te bepalen. Er is dus noodzaak naar verder onderzoek om een zinvolle validatie uit te kunnen voeren.

7.4.2 Risicoberekening via plantopname

In dit gefaseerde BBO is de bodem-plant relatie alleen opgenomen om een inschatting te kunnen maken van de bijdrage van zelfgekweekte groenten aan de totale blootstelling van omwonenden van de 3M-locatie. Zoals eerder vermeld, zijn de literatuurgegevens gebruikt en moet deze aanpak als conservatief worden beschouwd, aangezien het nog niet mogelijk was een locatiespecifieke bodem-plant relatie voor het projectgebied te kwantificeren. In de literatuur en in het S-Risk blootstellingsmodel wordt deze bodem-plant relatie uitgedrukt door middel van de Bio Concentratie Factor (BCF).

In het S-Risk model wordt de BCF gebruikt om de mate van opname van een stof door een plant vanuit het bodemporiewater naar die plant uit te drukken. Voor PFOS en PFOA heeft VITO een aanpassing gemaakt in het S-Risk model omdat het niet mogelijk was om de opname vanuit het bodemporiewater naar de plant correct te bepalen op basis van de beschikbare BCF-waarden uit de literatuur. Deze literatuurwaarden zijn namelijk bepaald op basis van de bodemconcentratie/plantconcentratie relatie. De aanpassing door VITO bestond er in om voor PFOS en PFOA met de BCF's uit de literatuur vanuit de grondconcentratie de plantconcentratie te berekenen en dus niet vanuit de poriewaterconcentratie zoals standaard in S-Risk gebeurt.

ERM heeft voor de vier aanvullende PFAS COC's dezelfde aanpak gehanteerd bij het bepalen van de de toetsingswaarden bodemsaneringsnorm en in de risico-evaluatie.

7.5 Inname via dierlijke producten

Naast de opname van PFAS via planten speelt de opname van PFAS via eieren een nog belangrijkere rol in de totale blootstelling aan PFAS. In de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risicogrenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidskundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)", januari 2022, opgesteld in opdracht van de Vlaamse Overheid, schrijft VITO het volgende over de berekende risicogrenswaarde (RGW) en de bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes in het geval van een bodemgebruik met tuin en kippenren:

- Op blz. 12: “De consumptie van eieren heeft m.a.w. een grote impact op de berekende RGW voor bodem. Dat wordt ook weergegeven in Tabel 7 op basis van de lokale bijdrage (%) via eiconsumptie en ingestie van bodem- en stofdeeltjes. Deze tabel geeft aan dat ei-consumptie voor PFOS en PFOA respectievelijk 98,7 en 96,8 % bijdraagt aan de lokale blootstelling, terwijl ingestie van bodem- en stofdeeltjes slechts bijdraagt voor resp. 1,3 en 2,3%.”

ERM heeft de analyses op ei- en bodemmonsters gebruikt om in te schatten hoe de PFAS-eiconcentraties zich verhouden tot de PFAS-bodemconcentraties, in de veronderstelling dat alle PFAS in de eieren afkomstig is vanuit de grond die de kippen innemen. Dit is een zeer conservatieve benadering, aangezien de mogelijkheid wordt uitgesloten dat de kippen PFAS opnemen via andere wegen zoals voeder of water. Zo is per locatie waar eieren zijn geanalyseerd ook de PFAS-concentraties in de kippenren en/of omliggende tuin geanalyseerd. Per locatie is de gemiddelde eiconcentratie en de gemiddelde grondconcentratie van de toplaag (0-50 cm-mv) bepaald. Vervolgens is voor de eieren en voor de grond het gemiddelde van deze locatiegemiddelden bepaald. Deze waarden zijn dan gebruikt om de Bio Transfer Factor (BTF) te bepalen op basis van de

vergelijkingen 146 en 157 uit het formularium van S-Risk, waarbij het aandeel vanuit voeder op nul is gezet (zie bemerking hiervoor betreffende de opname van PFAS enkel via de bodem).

Vergelijking 146:
$$J_{soil,chicken} = f_{free-range} \times q_{soil,chicken} \times C$$

Vergelijking 157:
$$C_{egg} = BTF_{soil,egg} * J_{soil,chicken} + BTF_{feed,egg} \times J_{f,chicken}$$

Tabel 7.2 hieronder geeft een overzicht van de uitgevoerde ei- en bodemanalyses en de daaruit resulterende gemiddelden en BTFs. Wanneer de detectielimiet het locatiegemiddelde is, is deze waarde verder gebruikt om de BTF te bepalen. Wanneer meerdere ei-analyses zijn uitgevoerd, is het locatiegemiddelde bepaald met enkel de concentraties boven de detectielimiet. Voor de grondanalyses is de detectielimiet wel meegenomen in het locatiegemiddelde. Locaties waar zowel de eiconcentratie als de grondconcentratie onder de respectievelijke detectielimiet liggen zijn niet meegenomen in de evaluatie. Deze werkwijze geeft een overschatting van de reële opname en is dus een conservatieve benadering.

Tabel 7.2 Overzicht van ei- en grondanalyses en gemiddelden per PFAS-verbinding

Stof	Perceel	Locatiegemiddelde eiconcentratie (µg/kg) / aantal stalen	Locatiegemiddelde grondconcentratie van de toplaag (µg/kg) / aantal stalen	Finaal gemiddelde ei-concentratie	Finaal gemiddelde grondconcentratie toplaag	Berekende BTF
PFOS	420T2	26 / 1	8,5 / 2	73,9	40,7	60
	543N	210 / 2	170 / 1			
	190F	40 / 1	10 / 1			
	693G3	98 / 1	15,8 / 5			
	693S2 en 693T2	37,5 / 2	31,7 / 7			
	772L	75 / 1	27,3 / 3			
	748G	31 / 1	21,5 / 6			
PFOA	420T2	<0,5 / 1	0,8 / 2	0,57	1,46	13
	543N	<0,5 / 2	5,4 / 1			
	190F	0,63 / 1	0,6 / 1			
	693G3	<0,5 / 1	1,14 / 5			
	693S2 en 693T2	<0,5 / 2	0,57 / 7			
	772L	0,83 / 1	0,64 / 3			
	748G	<0,5 / 1	1,07 / 6			
PFBS	420T2	<0,5 / 1	0,4 / 2	0,5	2,18	7,7
	543N	<0,5 / 2	2,1 / 1			

Stof	Perceel	Locatiegemiddelde eiconcentratie (µg/kg) / aantal stalen	Locatiegemiddelde grondconcentratie van de toplaag (µg/kg) / aantal stalen	Finaal gemiddelde ei- concentratie	Finaal gemiddelde grond- concentratie toplaag	Berekende BTF
	190F	--	--			
	693G3	<0,5 / 1	7,15 / 5			
	693S2 en 693T2	<0,5 / 2	0,97 / 7			
	772L	<0,5 / 1	1,80 / 3			
	748G	<0,5 / 1	0,61 / 6			
	PFBA	420T2	0,69 / 1			
	543N	3,7 / 1	2,1 / 1			
	190F	--	--			
	693G3	<0,5 / 1	1,26 / 5			
	693S2 en 693T2	<0,5 / 2	0,41 / 7			
	772L	<0,5 / 1	1,62 / 3			
	748G	<0,5 / 1	1,04 / 6			
	PFHxS	420T2	0,66 / 1			
	543N	4,35 / 2	11 / 1			
	190F	0,74 / 1	<0,5 / 1			
	693G3	0,89 / 1	0,34 / 5			
	693S2 en 693T2	1 / 1	0,25 / 7			
	772L	1,4 / 1	0,34 / 3			
	748G	<0,5 / 1	0,28 / 6			
	PFHxA	420T2	--			
	543N	<0,5 / 2	0,36 / 1			
	190F	--	--			
	693G3	<0,5 / 1	0,26 / 5			
	693S2 en 693T2	<0,5 / 2	0,2 / 7			
	772L	<0,5 / 1	0,28 / 3			
	748G	<0,5 / 1	0,29 / 6			

De hier weergegeven bepaling van de BTF voor de grond-ei relatie waarbij is aangenomen dat alle PFAS in het ei via de kip vanuit de bodem is opgenomen en dat er geen andere bron voor PFAS-opname door de kip is, is gebaseerd op een beperkte dataset. Voor de berekening van de BTF zijn

conservatieve en worst-case benaderingen toegepast. De zo bepaalde BTFs dienen dus voorzichtig geïnterpreteerd te worden en geven een eerste conservatieve inschatting van de impact van grondverontreiniging naar eieren. Ze laten toe om de blootstellingsroute consumptie van eieren mee te nemen in de risico-evaluatie voor de bodemgebruiken.

Op die manier kan een eerste inschatting gemaakt worden van de locaties waar het consumeren van eigen gekweekte eieren dient vermeden te worden. Er wordt aangeraden om de hier aangewende dataset uit te breiden met bijkomende analyses om zo een beter inzicht te krijgen in de relatie grond-ei en om zo beter onderbouwde BTF-waarden te kunnen bepalen, die minder conservatief en meer realistisch en bijgevolg betrouwbaarder zullen zijn.

VITO heeft ook BTF-waarden voor eieren afgeleid voor PFOS en PFOA. De VITO-methodologie wordt besproken in de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risico-grenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidkundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)", gedateerd januari 2022, in opdracht van de Opdrachthouder voor de Vlaamse Regering. In dit document stelt VITO:

- Op bladzijde 4: "*In een afzonderlijke nota werd de afleiding van de BTF-factoren voor eieren voor zowel PFOS als PFOA besproken, inclusief de onzekerheden (nota_BTF_ei). Deze nota is opvraagbaar bij VITO, en wordt momenteel herwerkt met recente inzichten uit de PFAS@home studie. Ondanks deze onzekerheden werden voor PFOS en PFOA volgende BTF-factoren voorgesteld: PFOS: bodem naar ei BTF = voeder naar ei BTF = 50 en PFOA: bodem naar ei BTF = voeder naar ei BTF = 10.*"

De door VITO gehanteerde BTF-waarden voor PFOS en PFOA zijn minder conservatief dan de hiervoor door ERM berekende BTF-waarden van 60 voor PFOS en 13 voor PFOA. Dit betekent dat in de door ERM verder uitgevoerde evaluatie de opname van PFAS in eieren vanuit de verontreinigde bodem groter is ingeschat dan door VITO, wat duidelijk aangeeft dat de door ERM gehanteerde benadering een meer conservatieve benadering is.

In dezelfde nota schrijft VITO het volgende over de bepaling van de eicoconcentratie:

- Op bladzijde 18: "*Uitgaande van de huidige literatuurgegevens en gekoppelde data wordt aan de hand van de locatiespecifieke S-Risk berekeningen betwijfeld of op basis van louter een bodemconcentratie een correcte ei-concentratie voorspeld kan worden. Voorspellingen bodem-ei lijken o.b.v. de beperkte dataset goed te corresponderen met de meetdata voor de hogere bodemconcentraties, maar voor de lagere bodemconcentraties zijn er te weinig data voorhanden om dit te kunnen verifiëren. Op basis van de literatuurgegevens (bvb. PERFOOD project) is er ook geen eenduidige lijn te trekken tussen bodemconcentraties en ei-concentraties. Vermoedelijk omdat naast bodem-concentraties ook nog andere elementen relevant zijn zoals de ouderdom van de kippen, welk 'extra' voeder de kippen krijgen (bv. lokaal geproduceerd grasmaaisel en keukenafval versus gekocht voeder), het gebruik van mogelijk gecontamineerd putwater als drinkwater voor de kippen, de aanwezigheid van precursoren die omzetten tot PFOS of PFOA, ... Om deze reden is het niet eenvoudig om goed onderbouwde risicogrenswaarden bodem voor PFOA en PFOS te berekenen voor scenario's waar eieren uit eigen kippenren geconsumeerd worden.*"

Voor lage bodemconcentraties blijkt de bijdrage van andere opnames door de kip van PFAS mogelijk een relevante rol in te spelen in de bepaling van de eiconcentratie. Deze opnames zijn door ERM niet toegepast bij gebrek aan informatie en omdat is aangenomen dat alle opname via de kip vanuit de bodem verloopt. Dit geeft dus aan dat de door ERM gebruikte benadering duidelijk een conservatieve evaluatie inhoudt.

7.6 Bodemtype

Een risico-evaluatie wordt steeds uitgevoerd voor de locatiespecifieke bodemsamenstelling. Voor het projectgebied kan de bodem, op basis van de boorbeschrijvingen, worden omschreven als een lemige zandgrond. Daarom is in het S-riks model een "standard loamy sand" met een organische

stofgehalte van 2,8% en een kleigehalte van 10,8% als bodem toegepast op basis van de monsters die zijn genomen in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), zoals weergegeven in Tabel 5.1. Dit is de belangrijkste laag met betrekking tot de relevante PFAS-blootstellingsroutes (consumptie van eieren en groenten).

Deze waarden zijn de gemiddeldes van de grondanalyses in de toplaag uitgevoerd ten zuiden van de autosnelweg. De bodem ter hoogte van Zwijndrecht ten zuiden van de autosnelweg verschilt in samenstelling namelijk van de opgespoten zanden ten noorden van de autosnelweg. Ter hoogte van Zwijndrecht is de bodem meer lemig en rijker aan organisch materiaal dan ter hoogte van de 3M site aan de noordelijke zijde van de autosnelweg. Gezien voorliggende risico-evaluatie betrekking heeft op de bewoners in Zwijndrecht is het dan ook gepast om het bodemtype aan te passen naar het daar aanwezig bodemtype.

7.7 Risicogrenswaarden

7.7.1 Berekening risicogrenswaarden

Bij de evaluatie van de blootstellingsroutes voor de twee bodemgebruiken (residentieel en landbouw) zijn de standaard blootstellingstermijnen en consumptiepatronen van het S-Risk model aangehouden. Er zijn dus geen aanpassingen voor een eventueel sitespecifiek verbruik of gebruik doorgevoerd. Bij de standaard instellingen voor residentieel en landbouw bodemgebruik in S-Risk is zoals vermeld in Tabel 7.1 het aandeel van het verbruik van eigen gekweekte groente en eieren groter voor landbouw dan residentieel. Concreet betekent dit dat het landbouwersgezin in verhouding meer eigen gekweekte groenten en eieren per week verbruikt dan een residentieel gezin. Daarnaast consumeert het landbouwersgezin ook zelfgeproduceerd vlees, melk en daarvan afgeleide producten, waarbij de koeien worden gevoederd met voedergewassen die op de verontreinigde grond zijn geteeld en de koeien grazen op de verontreinigde grond. Voor het residentieel gezin is de consumptie van zelfgeproduceerd vlees en zelfgeproduceerde melk niet meegerekend. Als gevolg daarvan zijn de risicogrenswaarden (RGW) voor landbouw gebruik veel strenger (lager) dan voor residentieel gebruik.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de berekende risicogrenswaarden voor de verschillende geëvalueerde bodemgebruiken.

Tabel 7.3 Berekende risicogrenswaarden voor verschillende geëvalueerde vormen van grondgebruik

Feitelijk bodemgebruik, ongeacht het bestemmingstype	PFOS (µg/kg ds)	PFOA (µg/kg ds)	PFHxS (µg/kg ds)	PFHxA (µg/kg ds)	PFBS (µg/kg ds)	PFBA (µg/kg ds)
Residentieel 1 Alle blootstellingsroutes zijn van toepassing	11,2	45,1	11,5	1.222	195	218
Residentieel 2 Geen consumptie van eieren van eigen bodem	205	207	18,2	3.353	225	288
Residentieel 3 Geen zelfgekweekte groenteconsumptie	11,8	56,2	31,1	1.893	784	886
Residentieel 4 Geen consumptie van zelf gekweekte eieren en groenten	2.696	868	3.653	119.500	1.688	8.300
Landbouw 1 Alle blootstellingsroutes zijn van toepassing	2,6	4,9	6,3*	576*	103*	96,6*

Feitelijk bodemgebruik, ongeacht het bestemmingstype	PFOS (µg/kg ds)	PFOA (µg/kg ds)	PFHxS (µg/kg ds)	PFHxA (µg/kg ds)	PFBS (µg/kg ds)	PFBA (µg/kg ds)
Landbouw 2 Geen consumptie van eieren van eigen bodem	4,1	5,6	9,5*	1.149*	116*	118*
Landbouw 3 Geen consumptie van groenten van eigen bodem	2,7	5,1	18,7*	1.143*	578*	534*
Landbouw 4 Geen vlees- en melkconsumptie van eigen bodem	6,5	25,1	6,3	5.756	103	96,6
Landbouw 5 Geen consumptie van eieren, vlees en melk van eigen bodem	79,1	90,3	9,5	1.149	116	118
Landbouw 6 Geen consumptie van groenten, eieren, vlees en melk van eigen bodem	2.696	868	3.653	11.950	1.688	6.127

* Bij gebrek aan BTF-waarden om de relatie bodem-dier te berekenen, is de blootstellingsroute consumptie van dierlijke producten niet in meegenomen bij de bepaling van deze risicogrenswaarde.

Op basis van bovenstaande waarden zijn de verbindingen PFBA, PFBS en PFHxA, waarvoor de beschikbare gegevens met betrekking tot de opname via planten mogelijk minder representatief zijn voor de situatie in Zwijndrecht, van minder belang voor het resultaat van de risico-evaluatie, gezien de concentraties die voor deze verbindingen in vergelijking met PFOS in de bodem zijn gemeten. Het ontbreken van minder nauwkeurige gegevens doet derhalve geen afbreuk aan het resultaat van de risico-evaluatie.

7.7.2 Evaluatie bodemgegevens ten opzichte van risicogrenswaarden

Wanneer de resultaten van de bodemanalyse worden vergeleken met de berekende risicogrenswaarden (RGW), blijkt dat de PFOS RGW voor Residentieel 1 en 3 en Landbouw 1 tot en met 4 wordt overschreden ten zuiden van de autosnelweg, tot op meer dan 1,5 km van het 3M-terrein.

Bovendien zijn er beperkte overschrijdingen voor PFOA en PFHxS RGW's, net ten zuiden van de snelweg voor Landbouw 1. Deze vaststelling bevestigt dat PFOS de belangrijkste PFAS-component is die het toxicologische risico voor de mens veroorzaakt.

Bijgevolg wordt het risico voor de bewoners binnen het projectgebied voor PFAS in de bodem hoofdzakelijk bepaald door de aanwezigheid van PFOS op de locaties waar zelfgeproduceerde dierlijke producten (zowel eieren als vlees en melk(producten)) worden geconsumeerd. In beide gevallen woont het gezin dat de dierlijke producten consumeert ook op de verontreinigde grond en heeft het een tuin waar eventueel ook groenten worden geteeld. Dit betekent dat deze mensen ook via andere blootstellingsroutes aan de PFAS-verontreiniging worden blootgesteld, in tegenstelling tot de verbruikers van deze dierlijke producten die niet op de verontreinigde bodem wonen.

Er dient op gewezen te worden dat in de risicoberekening alleen het risico wordt ingeschat voor mensen die op de verontreinigde grond in het projectgebied wonen en dus via verschillende routes aan de bodemverontreiniging worden blootgesteld. Het is niet de bedoeling van deze risico-evaluatie als onderdeel van een beschrijvend bodemonderzoek om een uitspraak te doen over de impact op consumenten van producten afkomstig uit de verontreinigde zone. Hiervoor wordt door de Vlaamse Overheid en het FAVV aanvullend onderzoek uitgevoerd..

De berekende RGW's geven ook aan dat, op basis van de BCF-waarden die voor de bodem-plant relatie zijn gebruikt en de gemeten PFAS-concentraties in de bodem, er geen risico te verwachten valt voor bewoners (zowel landbouwersgezinnen als residentiële gezinnen) met een tuin- en groentepark waaruit zelfgekweekte groenten worden geconsumeerd en geen eieren of vleesproducten worden geconsumeerd. Zoals aangegeven zijn de BCF-waarden die voor deze evaluatie zijn gebruikt afkomstig uit de literatuur en is het aangeraden om meer sitespecifieke waarden te bepalen.

7.7.3 Evaluatie ERM-methodologie

In opdracht van de Opdrachthouder in naam van de Vlaamse overheid heeft VITO een gelijkaardige omgekeerde aanpak toegepast voor een risico-evaluatie van PFOS. De VITO-methodologie en -beoordeling is beschreven in de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risico-grenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidskundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)", januari 2022.

VITO evalueerde naast de standaard bodemgebruiken ook tussenliggende bodemgebruik, waaronder een residentieel bodemgebruik waarbij slechts 10% van de totale eiconsumptie bestaat uit eigen scharreleieren. Daarnaast beoordeelde VITO ook de rol van de achtergrondblootstelling in de totale PFOS-dosis en de impact hiervan op de berekende risicogrenswaarde. De achtergrondblootstelling is de dagelijkse inname voor elke persoon in Vlaanderen via voedsel, lucht, ... zonder een bijkomende inname door bodemverontreiniging.

ERM heeft de achtergrondblootstelling voor alle gemodelleerde stoffen en scenario's meegenomen. Dit betekent dat de PFAS-blootstelling uit andere bronnen dan de verontreinigde bodem is meegenomen in de door ERM berekende risicogrenswaarden. De blootstelling uit verontreinigde bodem is hierbij opgeteld om de totale blootstelling te bepalen. De berekende risicogrenswaarden voor de bodem zijn dus strenger wanneer rekening wordt gehouden met deze achtergrondblootstelling, omdat de toelaatbare bijdrage van de bodem aan de totale blootstelling beperkter is in vergelijking met een bepaling zonder achtergrondblootstelling.

Tabel 7.4 bevat de door ERM en VITO bepaalde PFOS-risicogrenswaarden voor de verschillende bodemgebruiken voor bewoners, met inbegrip van de achtergrondblootstelling in zowel de ERM- als de VITO-waarden.

Tabel 7.4 Vergelijking PFOS RGW's door ERM en VITO

Berekende risicogrenswaarden voor bodemgebruik	VITO	ERM
Bewoners met tuin, zonder moestuin en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	3750 µg/kg	2969 µg/kg
Bewoners met tuin, met moestuin (10%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	620 µg/kg	--
Bewoners met tuin, met moestuin (ca. 30%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	205 µg/kg	205 µg/kg
Bewoners met tuin, met moestuin (100%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	75 µg/kg	79,1 µg/kg
Bewoners met tuin, zonder moestuin en met consumptie van zelfgekweekte eieren	45 µg/kg	11,8 µg/kg
Bewoners met tuin, met moestuin (10%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	14 µg/kg	--
Bewoners met tuin, met moestuin (ca. 30%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	7 µg/kg	11,2 µg/kg

Berekende risicogrenswaarden voor bodemgebruik	VITO	ERM
Bewoners met tuin, met moestuin (100%) en zonder consumptie van zelfgekweekte eieren	4 µg/kg	6,5 µg/kg

Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat de door ERM berekende blootstelling ten gevolge van eieren een groter aandeel in de totale blootstelling heeft dan bij de VITO-berekeningen. Dit is een gevolg van de hogere BTF-waarden voor de bodem-ei-relatie die door ERM worden gebruikt. In de berekeningen van VITO wordt de inname via groenten hoger ingeschat. Dit is mogelijk een gevolg van een iets andere samenstelling van de geconsumeerde groentekorf. ERM beschikte bij de opmaak van dit rapport niet over de onderliggende informatie over de inname via groenten die door VITO is gebruikt. Dit zal meer in detail worden beoordeeld tijdens de ontwikkeling van het bodemsaneringsproject.

In het algemeen kan worden besloten dat de berekende risicogrenswaarden die door VITO en ERM zijn bepaald, goed met elkaar overeenkomen. De verschillen houden verband met de inschatting van de opname van PFAS via groenten en eieren. Deze verschillen zijn echter beperkt. Gezien deze onzekerheden stelt VITO dat bijkomend onderzoek nodig is. VITO besluit de nota met de volgende aanbevelingen:

- *"Het delen van meetgegevens voor eieren en groenten (Sciensano, UA, ERM 2e meetcampagne, FAVV, HBM PFAS@home, ...) en- indien relevant - de gepaarde bodemgegevens is noodzakelijk zodat deze in de WG handelingskader en WG voeding meegenomen kunnen worden om de nota's BTF ei, doorrekenen S-Risk scenario's, ... bij te sturen;*
- *" Op basis van het beperkt aantal gegevens betreffende ei-concentraties in de literatuur, het beperkt aantal gepaarde meetgegevens in Zwijndrecht, en het feit dat ook 'andere' factoren dan bodemconcentratie alleen bepalend zijn voor concentraties in eieren, werden 'voorlopige' BTF factoren afgeleid. Louter gepaarde metingen bodem – ei zullen de ranges die we vaststellen in eieren onvoldoende kunnen verklaren. Naast de 4 PFAS (PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS) die momenteel door ERM werden gemeten, worden best ook de precursoren van PFOS in de bodem gemeten (die in de kip omgezet worden tot PFOS). Specifieke vragen betreffende de kippenren (cfr. HBM campagne) zullen ook meer inzicht geven, zoals vragen m.b.t.::*
 - *Ouderdom kippen,*
 - *Oppervlakte kippenren,*
 - *Begroeiing kippenren,*
 - *Drenkwater? Regenwater, putwater of leidingwater*
 - *Voeding kippen lokale oorsprong? – groenteafval (eigen moestuin), grasmaaisel, ...**Een beter inzicht in deze factoren zal ons waarschijnlijk in staat stellen om adviezen voor blootstellingsbeperkende maatregelen m.b.t. eieren te formuleren;*
- *Voor locatie-specifieke S-Risk berekeningen (advies voor individuele percelen) wordt aanbevolen om tevens na te gaan welke groenten van de S-Risk groentekorf er effectief geteeld worden. Indien er bijvoorbeeld nooit aardappelen geteeld worden, kan dit in de S-Risk berekeningen meegenomen worden. Daarnaast is het ook zinvol om te informeren naar de omvang van de moestuin en hoe vaak men groenten uit eigen tuin consumeert (louter tijdens het groeiseizoen of het hele jaar door; i.e. diepvriezen van eigen groenten).;*
- *De meetwaarden voor groenten laten geen betrouwbare validatie van de in S-Risk gebruikte BCF factoren toe. Enerzijds is de dataset te beperkt om een goede validatie uit te voeren, anderzijds zijn metingen in groenten met een lagere detectielimiet aangewezen om de validatie zinvol te maken; en*

- *Duidelijke rapportage van (1) het veldwerk betreffende de eieren en groenten, nl. hoeveel groenten (stuks/gewicht) werden genomen en hoeveel eieren voor samenstellen van een mengmonster, (2) de voorbehandeling in het labo wat betreft groenten (wassen, schillen, schillen en wassen, ...) en de voorbehandeling in het labo voor de eieren (mengstaal van volledige eieren, enkel de dooier, ...)."*

7.7.4 Conclusie risicogrenswaarden

Uit de door zowel VITO als ERM berekende waarden blijkt dat er geen risico's worden verwacht van de gemeten bodemconcentraties voor woningen waar geen eigen geteelde voedingsmiddelen worden geconsumeerd, maar waar de tuin alleen recreatief wordt gebruikt. Dit betekent dat op basis van de huidige risico-evaluatie, uitgevoerd volgens de geldende richtlijnen in Vlaanderen en gebaseerd op de huidige kennis, geen risico's voor kinderen worden verwacht die buiten spelen en in contact komen met verontreinigde grond.

De consumptie van enkel zelfgekweekte groenten lijkt in eerste instantie evenmin een risico op te leveren, maar zoals gezegd speelt de hoeveelheid en het soort zelfgekweekte groenten dat wordt geconsumeerd een rol bij de uiteindelijke opgenomen dosis PFAS. Daarom moet worden nagegaan of de feitelijke consumptiepatronen van de bewoners in het projectgebied niet tot een risico leiden. Daarnaast moet ook de relatie bodem-plant nader worden onderbouwd om een beter gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de mate waarin PFAS vanuit de bodem in planten worden opgenomen.

Daarom wordt aanbevolen een beter onderbouwde dataset en meer locatiespecifieke gegevens te verkrijgen. ERM onderschrijft dan ook de aanbeveling van VITO dat verder onderzoek nodig is om de risico's van de consumptie van zelfgekweekte groenten en eieren goed in te schatten.

Uit voorzorg en met het oog op de noodzaak van verder onderzoek zijn binnen het projectgebied 5 zones afgebakend waar aanbevelingen gelden voor de consumptie van zelfgekweekte levensmiddelen op basis van de PFOS-concentratie in de bodem. Deze zones zijn afgebakend op basis van het meest gevoelige bodemgebruik en in functie van de geëvalueerde blootstellingsroutes via voedsel, in afwachting van verder onderzoek en sanering. Deze zones en de bijbehorende gebruiksaanbevelingen worden in Tabel 7.5 weergegeven.

Tabel 7.5 Zones en aanbevolen gebruik in relatie tot de PFOS-grondconcentratie

Zone	PFOS-grondconcentratie	Aanbevolen gebruik
1	> 2,6 µg/kg	Gecombineerde consumptie van zelfgeproduceerd vlees, melk, melkderivaten, groenten en eieren moet worden vermeden
2	>4,1 µg/kg	Een gecombineerde consumptie van eigen vlees, melk, melkproducten en groenten of een consumptie van alleen eigen vlees, melk en melkproducten moet worden vermeden.
3	>6,5 µg/kg	Gecombineerde consumptie van zelf geteelde groenten en eieren of consumptie van uitsluitend zelf geteelde eieren moet worden vermeden
4	>79 µg/kg	De consumptie van zelfgekweekte groenten moet worden vermeden
5	>2969 µg/kg	Rechtstreekse blootstelling aan met PFOS verontreinigde grond moet worden vermeden

Deze waarden zijn voorlopig en kunnen worden herzien op basis van verder onderzoek. Zij hebben ook alleen betrekking op het humaan toxicologisch risico voor de mens. Zij hebben geen betrekking

op ecotoxicologische risico's of migratie van PFAS (PFOS) uit de bodem naar grondwater of oppervlaktewater.

7.8 Bloedmetingen en vermindering van de blootstelling

De risico-evaluatie in dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek is uitgevoerd volgens standaardprocedures, codes van goede praktijk en andere technische documenten die door de OVAM worden opgesteld en opgelegd. Deze methodologie bepaalt een risico voor de mens op basis van langdurige blootstelling via verschillende blootstellingsroutes in functie van het bodemgebruik, door een dosis te berekenen die een persoon ter plaatse opneemt en deze dosis te vergelijken met een toxicologische grenswaarde (TDI). Indien de toxicologische grenswaarde wordt overschreden, houdt de bodemverontreiniging een humaan toxicologisch risico in.

Bepaalde PFAS-stoffen worden langzamer uit het lichaam uitgescheiden dan ze worden opgenomen. Hierdoor ontstaat er accumulatie. Accumulatie kan de totale concentratie in het lichaam verhogen omdat de stof het lichaam langzamer verlaat dan ze wordt opgenomen.

Dit proces, in combinatie met de blootstelling aan PFAS in het projectgebied, ligt aan de basis van de ten opzichte van de algemene Vlaamse bevolking afwijkende PFAS-concentraties die zijn waargenomen in de door VITO en PIH²⁹ uitgevoerde bloedserumanalyses van mensen die in de omgeving van de 3M-site wonen.

Uit deze studie blijkt dat oudere personen hogere PFAS-concentraties in het bloedserum hebben, wat er mogelijk op wijst dat zij langer aan PFAS zijn blootgesteld en meer PFAS hebben geaccumuleerd in vergelijking met jongere personen uit hetzelfde gebied. In de studie werden ook andere correlaties gevonden tussen verhoogde PFAS-concentraties in het bloedserum en bepaalde factoren zoals biologische factoren (geslacht en leeftijd), de tijd dat men in het gebied woont, de consumptie van zelfgekweekte eieren of groenten, de consumptie van grondwater, contact met chemische stoffen in het beroep, de opleiding of de hobby, andere bronnen dan de 3M-locatie (bijvoorbeeld oefenterreinen voor de brandweer).

Gelet op de complexiteit van de processen en bronnen die aan de basis liggen van de PFAS-waarden gemeten in het bloedserum, is het niet mogelijk om op een eenduidige wijze te bepalen in welke mate de voorgestelde gebruiksadviezen en het realiseren van de bijhorende risicogrenswaarden in grond zullen bijdragen aan de afname van de PFAS-bloedconcentraties voor de omwonenden. Zoals uit de risico-evaluatie blijkt, is het niet alleen de grondconcentratie, maar ook de manier waarop de blootstelling plaatsvindt, die bepaalt hoeveel PFAS iemand opneemt.

De grootste vermindering van de (indirecte) blootstelling aan PFAS uit de bodem kan dus worden bereikt door vooreerst geen eigen scharreleieren meer te consumeren (toepassing van 'no-regret'-maatregel of aanbevelingen voor bodemgebruik), en er vervolgens voor te zorgen dat PFAS niet meer worden opgenomen door de consumptie van scharreleieren (sanering). Een soortgelijke vermindering kan worden verkregen door deze aanpak toe te passen op de consumptie van vlees, melk en melkproducten van eigen teelt. Een beperktere vermindering van de blootstelling is mogelijk door dezelfde aanpak toe te passen op de consumptie van zelf geteelde groenten.

Tijdens de biomonitoring die vorig jaar door het AZG (Agentschap Zorg & Gezondheid) is uitgevoerd, zijn meer verhoogde PFAS-bloedserumniveaus aangetroffen binnen een straal van 1,5 km van de locatie, het gebied waar de hoogste PFAS-gehalten in de bodem worden aangetroffen.

Voor een zo efficiënt mogelijke verlaging van de PFAS-bloedconcentraties moeten alle relevante blootstellingsroutes aan PFAS worden bepaald, niet alleen die welke verband houden met de verontreinigde bodem. Andere relevante blootstellingsroutes zijn bijvoorbeeld beroepsmatige of recreatieve blootstelling aan PFAS bevattende producten of het gebruik van grondwater. Op basis

²⁹ Bevolkingsonderzoek PFAS bij omwonenden van de 3M site in Zwijndrecht, Technisch - wetenschappelijk rapport, in opdracht van en in samenwerking met Agentschap Zorg en Gezondheid uitgevoerd door VITO en PIH.

van een algehele beoordeling kan dan worden bepaald welke maatregelen op zowel korte als lange termijn het grootste effect zullen hebben.

VITO en PIH bevelen daarom aan de toepassing van 'no-regret'-maatregelen voort te zetten om de blootstelling zoveel mogelijk te beperken. ERM steunt deze aanbeveling totdat door sanering de bronnen van blootstelling zijn weggenomen.

Het effect op de bloedwaarden zal echter pas op langere termijn merkbaar zijn, aangezien de PFAS-verbindingen over het algemeen betrekkelijk langzaam worden uitgescheiden. Een verlaging zal dus allicht pas merkbaar zijn jaren nadat de uiteindelijke dagelijkse blootstelling aanzienlijk lager is dan de dagelijkse uitscheiding.

7.9 Conclusie van de humaan toxicologische risico-evaluatie van de PFAS-grondverontreiniging

Op basis van de risico-evaluatie uitgevoerd volgens het Vlaams regelgevend kader aan de hand van locatiespecifieke informatie, volgens de huidige stand van zaken en de beoordelingen van VITO, is er sprake van een risico voor de volksgezondheid van de PFAS-grondverontreiniging voor de bewoners binnen het projectgebied in Zwijndrecht. Hierbij dient te worden opgemerkt, gelet op de gemeten grondconcentraties in dit projectgebied, dat dit risico alleen aanwezig is indien specifieke blootstellingsroutes van toepassing zijn, namelijk de consumptie van eigen geteelde dierlijke producten. Indien deze blootstellingsroute niet van toepassing is dan zijn er in de risico-evaluatie geen risico's bepaald voor het beoordeelde bodemgebruik. In eerste instantie lijkt er geen risico uit te gaan van de consumptie van zelfgekweekte groenten. Er wordt echter aanbevolen deze route verder te onderzoeken, evenals de blootstelling via van dieren afkomstige producten voor consumptie, om correcte en voldoende onderbouwde conclusies te kunnen trekken en gepaste saneringsmaatregelen te kunnen nemen.

Er kan worden besloten dat er een actueel en een potentieel toxicologisch risico voor de mens bestaat voor de PFAS-verontreiniging in de grond, waarbij het actuele gebruik gelijk is aan het potentiële (toekomstige) gebruik aangezien er geen veranderingen in de bestemmingen of het grondgebruik zijn gepland, die meer gevoeliger zijn dan de geëvalueerde bodemgebruiken.

De 'no-regret'-maatregel voor het verbod op de consumptie van zelfgeproduceerde scharreleieren moet in afwachting van het bodemsaneringsproject blijven gehandhaafd, aangezien de risicogrenswaarden voor het bodemgebruik met consumptie van eieren op basis van de beschikbare grondconcentraties zijn overschreden. Voorts wordt als preventieve aanpak aanbevolen de huidige 'no-regret'-maatregelen betreffende de consumptie van zelfgekweekte groenten voorlopig ook te handhaven, aangezien de hiervoor uitgevoerde risico-evaluatie is gebaseerd op literatuurgegevens en niet op locatiespecifieke waarden. Dit zal ook verwerkt worden in aanbevelingen voor het projectgebied, in lijn met de OVAM standaardprocedure voor beschrijvende bodemonderzoeken.

Het geografische gebied voor de 'no-regret'-maatregelen gerelateerd aan de 3M-site moet opnieuw worden geëvalueerd, gelet op de meer beperkte ruimtelijke invloedzone uitgaande van de site, geëvalueerd op basis van de beschikbare bodemgegevens binnen het projectgebied van voorliggend gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek.

8. CONCLUSIES

8.1 Algemeen

ERM heeft in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uitgevoerd van het initiële Beschrijvend Bodemonderzoek (BBO) van 2006 voor de 3M fabriek in Zwijndrecht (nabij Antwerpen).

Het BBO wordt in afzonderlijke fasen uitgevoerd. De huidige eerste fase betreft het bodemonderzoek voor een groot aantal PFAS-verbindingen in een specifiek gebied met een straal van ongeveer 2,5 tot 3 km ten zuiden en zuidwesten van de 3M-site met landgebruiktypes landbouw en woongebied. De impact buiten de 3M-site als gevolg van atmosferische depositie maakt deel uit van dit gefaseerd BBO. Het bepalen van de concentratie van PFAS-verbindingen in het grondwater behoorde niet tot het huidige werkplan en zal uitgevoerd worden in een volgende fase. Er zijn echter verschillende peilbuizen bemonsterd voor PFAS-analyses op het grondwater om een eerste zicht te krijgen op de grondwaterkwaliteit in het projectgebied.

Het analysepakket voor de bodem bestond uit de PFAS-verbindingen in CMA/3/D, voor grondwater uit de PFAS-verbindingen in WAC/IV/A/025, die beide van toepassing waren ten tijde van de monsterneming. Uit deze lijst zijn er negen verbindingen geïdentificeerd als verdachte stoffen (COC). Voor zes van deze COC's waren voorgestelde bodemsaneringsnormen beschikbaar of zijn bodemsaneringsnormen afgeleid op basis van toxicologische informatie.

De OVAM werd in verschillende fasen van het gefaseerde BBO geraadpleegd.

Op basis van de resultaten van het voorliggend gefaseerd beschrijvend onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Historische PFAS-bronnen in de bodem en het grondwater als gevolg van de 3M-activiteiten waren blusschuim testen, onbedekte bodem op de site, de voormalige slibbekkens en vroegere testen met het slib van de waterzuivering, lekkage uit rioleringen en lozingen, alsook emissies via schouwen. PFAS kwamen in het milieu terecht via luchtdepositie, bodemverontreiniging en migratie naar en met het grondwater;
- De analyseresultaten en de beschikbare gegevens suggereren dat de PFOS-concentraties in de bodem afkomstig van 3M-activiteiten zich uitstrekken tot een gebied van ongeveer 2 km rond de site binnen het projectgebied van dit gefaseerde BBO met concentraties die hoger zijn dan de door OVAM voorgestelde bodemsaneringsnormen. Het bereik van 2 km lijkt plausibel, wanneer de resultaten van in het verleden uitgevoerde luchtverspreidingsmodellen van schoorstenen worden in acht genomen wordt, die aantonen dat binnen dat afstandsbereik de concentratie van de emissies met een factor 10 dalen. Het bereik van emissies ontstaan ter hoogte van testgebied voor blusschuim is kleiner;
- De woon- en landbouwgebieden in de directe omgeving van de 3M-fabriek, gelegen langs de Neerstraat, de Polderstraat & de Molenstraat, vertonen de meest verhoogde PFAS-grondconcentraties, met hogere concentraties in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv).
- Uit de gegevens blijkt dat buiten de 2 km-perimeter, PFAS uit andere bronnen buiten de 3M-site zich in sommige gebieden vermengen met de verontreiniging gerelateerd aan 3M. De bronnen buiten het bedrijfsterrein (niet-3M) houden verband met brandoefenterreinen, bluswerkzaamheden in het verleden en andere bedrijven die momenteel PFAS gebruiken of vroeger PFAS hebben gebruikt. De concentraties van PFOS (en andere PFAS), gemeten in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), nemen af naarmate men zich verder van de 3M-fabriek verwijderd, totdat de invloed van vermengende bronnen wordt waargenomen, hetgeen resulteert in opnieuw stijgende concentraties;
- De dominante stof aanwezig is PFOS, terwijl het gehalte van de andere PFAS-componenten een orde van grootte lager liggen is, binnen het 2 km-bereik. Het gehalte C4 PFAS-stoffen buiten het 2 km-bereik schommelt over het algemeen rond het achtergrondniveau, met uitzondering van de

gebieden die onder invloed zouden kunnen staan van andere PFAS-bronnen die niet aan 3M kunnen worden toegeschreven;

- Uit de beperkte grondwatergegevens die tot dusver beschikbaar zijn, blijkt dat de PFOS- en PFOA-gehalten de voorgestelde bodemsaneringsnormen in de onmiddellijke omgeving van de locatie overschrijden. Ook andere PFAS-verbindingen (voornamelijk PFBA en PFBS) zijn in het grondwater van de onderzochte peilbuizen aangetroffen. Zoals gepland zal een volgende fase van het beschrijvend onderzoek worden uitgevoerd, waarbij de nadruk zal liggen op het grondwater in het gebied in de directe omgeving van de 3M-fabriek en op de interactie tussen het oppervlaktewater en het freatische grondwater; en
- De resultaten van de stalname van de voedingsmiddelen, waarbij het SGS-laboratorium voor de tests is gebruikt, wijzen op de aanwezigheid van PFAS-verbindingen in sommige van de geteste groenten (voornamelijk PFBA, PFOA & PFOS) en fruit (alleen PFBA). In de geteste eieren van scharrelkippen en melkmonsters zijn hogere gehalten aangetroffen die echter de FAVV actiewaarden niet overschrijden, met uitzondering van de actiewaarde voor PFOS in beide eistalen op 1 locatie.

De gedetailleerde humaan-toxicologische risico-evaluatie (HTRE) die is uitgevoerd gebruikmakend van verzamelde locatiespecifieke veldgegevens (bodem- en voedselgerelateerde testresultaten), "actuele" inputparameters afkomstig van een gedetailleerd doornamen van de wetenschappelijke literatuur, en gebruikmakend van het S-Risk model leverde de volgende inzichten en conclusies op:

- Op basis van de risico-evaluatie uitgevoerd volgens het Vlaams regelgevend kader aan de hand van locatiespecifieke informatie, volgens de huidige stand van zaken en de beoordelingen van VITO, is er sprake van een risico voor de volksgezondheid uitgaande van de PFAS-bodemverontreiniging voor de bewoners binnen het projectgebied in Zwijndrecht;
- Het risico wordt vooral veroorzaakt door PFOS, via de inname via scharreleieren en in mindere mate via zelfgekweekte groenten. Rekening houdend met het consumptiegedrag voor eieren en groenten, is het aanvaardbare risicogebaseerde bodemconcentratieniveau voor PFOS berekend op 11,2 µg/kg voor gemiddelde consumptie (zoals gespecificeerd in S-Risk voor residentieel gebruik) en 6,5 µg/kg ds voor "grote" consumptie (zoals gespecificeerd in S-Risk voor agrarisch gebruik), gebruik makend van de berekende Bio Transformatie Factor (BTF; momenteel gebaseerd op een beperkte dataset) van bodem naar ei. Het dient te worden opgemerkt dat de 11,2 µg/kg ds risicogrenswaarde lager is dan de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 18 µg/kg voor residentieel landgebruik, die geldt sinds 1 april 2021;
- Er zijn voorgestelde bodemsaneringsnormen berekend voor PFHxS, PFHxA, PFBA & PFBS. De berekende normen zijn voor de laatste 3 PFAS-verbindingen aanzienlijk hoger dan de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor PFOA/PFOS voor woongebied en landbouwgebied, terwijl de concentraties een orde van grootte lager zijn. Voor PFHxS zijn concentraties gemeten die de voorgestelde bodemsaneringsnorm overschrijden, maar aangezien dit in een klein gebied is dat deel uitmaakt van het grotere gebied waar de bodemsaneringsnorm voor PFOS wordt overschreden, wordt het gebied met potentiële risico's en de noodzaak voor bodemsaneringsmaatregelen nog steeds bepaald door PFOS; en
- De 'no-regret'-maatregelen die door de Vlaamse regering voor het Zwijndrechtse gebied zijn geadviseerd, ondervangen de potentiële risico's in verband met de PFAS-verontreiniging in de bodem. De toepassing van deze 'no-regret'-maatregelen moet worden behouden (totdat verdere bodemsaneringsswerken zijn uitgevoerd), terwijl het wel is aangewezen om het geografische gebied voor deze maatregelen gerelateerd aan de 3M-site opnieuw te evalueren, gelet op de meer beperkte ruimtelijke invloedzone uitgaande van de 3M-site, dit op basis van de verkregen bodemgegevens binnen het projectgebied van dit gefaseerd BBO.

Tijdens de biomonitoring die vorig jaar door het AZG (Agentschap Zorg & Gezondheid) is uitgevoerd, zijn meer verhoogde PFAS-bloedserumniveaus aangetroffen binnen een afstand van 1,5 km van de site; het gebied waar de hoogste PFAS-gehalten in de grond worden aangetroffen.

8.2 Besluit per verontreiniging - PFAS (ID 40) - Q

8.2.1 Specificaties

De BSN-index voor de PFAS-verontreiniging is in noordwestelijke richting niet volledig afgebakend, aangezien er indexen boven 1 zijn berekend. Aangezien het in dit gebied echter om een vermengde verontreiniging gaat, is de PFAS-risico-index van 1 in voldoende mate benaderd. De PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een omvang van circa 6.302.130 m² en een volume van circa 9.317.555 m³. In het algemeen begint de verontreiniging direct aan het maaiveld tot een maximale diepte van 2,5 m-mv. De algemene einddiepte van de verontreiniging varieert van 0,5 m-mv tot 1,5 m-mv. De maximale diepte is waargenomen in de directe omgeving van de 3M site, net ten zuiden ervan.

De vuilvracht van de gemeten PFAS verontreiniging wordt ingeschat op ongeveer 190 kg, waarbij PFOS de belangrijkste geïdentificeerde PFAS-verbinding is.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (74%). De ID van de verontreiniging is 40.

8.2.2 Noodzaak tot sanering

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de PFAS-verontreiniging in de bodem een "ernstige bodemverontreiniging" betreft, aangezien er humaan toxicologische risico's kunnen verwacht worden voor het bodemgebruik dat is omschreven in "woongebied" en "landbouwgebied". De belangrijkste risicofactor is de consumptie van eieren van kippen met vrije uitloop en melk, vlees en van melk afgeleide producten van koeien die binnen het gespecificeerde landgebruik leven.

Volgens artikel 19, §2 van het decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming is in dit geval sanering noodzakelijk.

8.2.3 Saneringsprioriteit

Een verontreiniging waarvan de negatieve impact voor milieu, receptoren of migratie niet binnen een termijn van twee jaar kan worden uitgesloten, wordt geclassificeerd als "prioriteit 1", hoge prioriteit. De "Code van goede praktijken voor beschrijvende bodemonderzoeken" geeft ook een niet-limitatieve lijst van situaties waarvoor prioriteit 1 altijd van toepassing is. De PFAS-verontreiniging die in het huidige gefaseerde BBO wordt beschreven, voldoet aan beide criteria. De termijn van twee jaar is niet relevant aangezien PFAS zijn waargenomen in bloedserum, en de PFAS-verontreiniging voldoet aan minstens één situatie van de voormelde niet-limitatieve lijst en volgens het Vlaams reglement betekent dit:

"Het welzijn van de mens wordt effectief bedreigd door rechtstreekse of onrechtstreekse humane blootstelling aan de verontreiniging, inhalatie van gassen of dampen, ingestie van bodemdeeltjes en stof, opname via gewassen, dermaal contact, opname via verontreinigd drinkwater door permeatie van drinkwaterleidingen of door aantasting van een winning".

Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 40 saneringsprioriteit 1 vastgesteld. Er dient op te worden gewezen dat de risico-evaluatie heeft aangetoond dat de 'no-regret'-maatregelen die door de Vlaamse Regering zijn geadviseerd, de opname van de PFAS-verontreiniging effectief beperken totdat de bodemsaneringswerken de bronnen zullen elimineren.

8.2.4 Noodzaak van veiligheids- en voorzorgsmaatregelen

8.2.4.1 Voorzorgsmaatregelen

Voorzorgsmaatregelen zijn acties die bij verontreinigde bodem onder leiding van een bodemsaneringsdeskundige moeten worden uitgevoerd om mensen of het milieu te beschermen tegen de risico's die verbonden zijn aan de verontreinigde bodem, in afwachting van

bodemsaneringswerkzaamheden. Onder maatregelen wordt verstaan het verwijderen, neutraliseren, immobiliseren, isoleren of afschermen van verontreinigde grond.

Voor de waargenomen PFAS-verontreiniging in de bodem is ERM van mening dat er geen voorzorgsmaatregelen nodig zijn naast de huidige 'no-regret'-maatregelen in afwachting van acties die zullen worden gedefinieerd in het bodemsaneringsplan. Hetzelfde is ook vermeld in de brief van de OVAM³⁰, waarin het ERM-document met betrekking tot voorzorgsmaatregelen, ingediend op 5 juli 2021, werd goedgekeurd. In dit ERM-document vermeldt ERM dat er geen verdere acties nodig zijn naast de huidige 'no-regret'-maatregelen. De Vlaamse regering heeft 'no regret'-maatregelen geadviseerd ter bescherming van de volksgezondheid, die van toepassing zijn op gebieden binnen 1,5, 3, 5, en 10 km van de 3M-site. Deze no regret-maatregelen kunnen worden geraadpleegd op de website van www.vlaanderen.be ³¹.

8.2.4.2 Veiligheidsmaatregelen

Er gelden geen specifieke veiligheidsmaatregelen voor de verontreiniging, bovenop de 'no-regret'-maatregelen in afwachting van de sanering.

8.2.5 Noodzaak van aanbevelingen inzake landgebruik ("gebruiksadviezen")

De van toepassing zijnde aanbevelingen binnen het projectgebied zijn opgenomen in Tabel 8.1 in functie van het feitelijke grondgebruik. Er dient op te worden gewezen dat het grondgebruik in de onderstaande tabel gebaseerd is op het feitelijke gebruik en niet gekoppeld is aan het gebruik zoals gedefinieerd door de regionale bestemmingskaart (gewestplan), zijnde landbouwgebied en woongebied. Enerzijds zijn er veel huizen in gebieden die als landbouwgebied zijn gedefinieerd, anderzijds kunnen bewoners in woongebied hetzelfde "grote consumptiegedrag" hebben voor groenten en eieren. De gebruiksadviezen zijn visueel weergegeven op Figuur 14.

Tabel 8.1 Gebruiksadviezen

Zone	ERM specifiek	Slib	OVAM specifiek
Zone GA5a	GA5a	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4
Zone GA5b	GA5a, GA5b	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4
Zone GA5c ³²	GA5a, GA5b, GA5c	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4
Zone GA5d	GA5a, GA5b, GA5c, GA5d	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4

SL1: Gebaggerd slib dat vrijkomt bij het vrijmaken van oppervlaktewaterlichamen moet worden getest op PFAS, en ter plaatse naar behoren worden behandeld als het de normen overschrijdt overeenkomstig het "Decreet bodemsanering en bodembescherming" en het uitvoeringsbesluit Vlarebo.

GA1a: Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem.

GA2a: Bij de uitvoering van bemalingen, grondwaterverlagingen of onttrekkingen is het aangewezen om maatregelen te nemen om de verspreiding van de grondwaterverontreiniging en lozing van verontreinigende stoffen tegen te gaan

GA2b: Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken als drinkwater of voor persoonlijke hygiëne. Ook gebruik als drinkwater voor vee is af te raden

GA2c: Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken voor de tuin. Ook een industriële toepassing zonder de risico's te laten evalueren, is af te raden.

GA3b: Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen op het perceel.

GA3c: Het is niet aan te bevelen dieren op uw perceel te laten groeien

GA4: Bij de herontwikkeling van het terrein met een bestemmingswijziging is een nieuwe risico-evaluatie aangewezen

³⁰ OVAM-brief "Voorstel voorzorgsmaatregelen" met referentie BB-BEDR-KUDH-20210847485, d.d. 1 september 2021

³¹ <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/no-regret-maatregelen-zwijndrecht#no-regret-maatregelen-in-een-straal-van-15-tot-3-km-rond-3m>

³² Zone GA5c is in Mistral onderverdeeld in vijf deelzones omwille van het grote aantal kadastrale percelen dat binnen deze zone aanwezig is.

- GA5a: De gecombineerde consumptie van zelf geteelde eieren, groenten, vlees, melk en van melk afgeleide producten moet worden voorkomen
- GA5b: De gecombineerde consumptie van zelf geteelde groenten, vlees, melk en van melk afgeleide producten moet worden voorkomen. Bij dit feitelijke grondgebruik wordt ervan uitgegaan dat de consumptie van zelfgekweekte eieren niet van toepassing is.
- GA5c: De gecombineerde consumptie van zelfgekweekte eieren en groenten moet worden voorkomen. Bij dit feitelijke grondgebruik wordt ervan uitgegaan dat de consumptie van vlees van eigen bodem, melk en daarvan afgeleide producten niet van toepassing is.
- GA5d: De consumptie van zelfgekweekte groenten moet worden voorkomen. Bij dit feitelijk grondgebruik wordt ervan uitgegaan dat de consumptie van zelf geproduceerde eieren, vlees, melk en van melk afgeleide producten niet van toepassing is.

8.3 Volgende stappen

Aanvullend onderzoek en evaluatie dient te worden uitgevoerd om de tijdens dit gefaseerd BBO vastgestelde lacunes in de gegevens aan te vullen:

- Het analyseren van voedselgerelateerde stalen (plantaardig en dierlijk) met een lagere detectielimiet bij de Universiteit Antwerpen (ook al is het lab niet gecertificeerd) of Sciensano in vergelijking met de momenteel haalbare limieten door het gecertificeerde lab SGS om de potentiële inname van PFAS-verbindingen verder te verfijnen. De relatie tussen PFAS-concentraties in de toplaag en de eieren van scharrelkippen moet ook verder worden geëvalueerd om de BTF te verfijnen;
- Het uitvoeren van een grond- en grondwateronderzoek waarbij de aandacht vooral uitgaat naar het gebied met de meer verhoogde PFAS waarden in de bodem (tot 1,5-2 km van het 3M-terrein) en de gebieden waar een vermenging met andere externe PFAS-bronnen is waargenomen of verondersteld. Na dit aanvullende onderzoek moet een geostatistische analyse worden uitgevoerd op de uitgebreide verzamelde dataset met grondconcentraties om mogelijke verbanden te leggen. Deze dataset moet ook grondmonsters bevatten die op het 3M-terrein zijn genomen;
- Evalueren van de interactie tussen oppervlaktewater en het freatische grondwater;
- Het integreren van de resultaten van de lopende luchtmodellering (hoofdzakelijk voor C4-chemie) voor de actuele productieomstandigheden in het verdere onderzoek;
- De mogelijke bijdrage via aërosolen en onbedekte bodems op de 3M-fabriek nader beoordelen; de huidige gegevens wijzen niet op een significante blootstelling via inademing; en
- Actualiseren van de risico-evaluatie en de saneringsnoodzaak na de aanvullende onderzoeken en beoordelingen.

Er moet een eerste gefaseerd saneringsplan (tijdschema tweede kwartaal 2022) worden opgemaakt om de blootstelling aan PFAS via de verontreinigde toplaag in het projectgebied te verminderen. Als basis voor de opmaak van het saneringsproject is een gedetailleerd inventarisatie nodig van de betrokken percelen, samen met doorgedreven staalname campagne.

9. RANDVOORWAARDEN

- Dit rapport is gebaseerd op informatie verstrekt door de Opdrachtgever of een derde partij, en/of op resultaten van representatieve steekproeven. ERM heeft deze beoordeling opgesteld op basis van zijn ervaring en, in sommige gevallen, de toepassing van een methode voor het schatten of beoordelen van omstandigheden op basis van representatieve of willekeurige steekproeven of inspectie. Gezien de aard van dergelijke Diensten, met inbegrip van, maar niet beperkt tot, de mogelijkheid dat de schatting of beoordeling gebaseerd is op onvolledige of onnauwkeurige informatie of afwijkende steekproeven, garandeert of waarborgt ERM de nauwkeurigheid van een dergelijke schatting of beoordeling niet.
- Dit rapport is ook gebaseerd op de publiek beschikbare bronnen en aanvullende gegevens die door ERM zijn verzameld. ERM baseert zich op informatie verstrekt door de stad Antwerpen en de gemeente Zwijndrecht & Beveren, en BAM/Lantis, en informatie die werd gegenereerd door andere erkende saneringsdeskundigen (PIH, Arcadis & ABO). ERM aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de juistheid en/of volledigheid van informatie en gegevens van derden;
- De beoordeling van ERM gebeurt binnen het huidig toepasselijk regelgevend kader (Bodemdecreet, 2006), de OVAM-richtlijnen, de RfD (Reference Dose) gedefinieerd door de US-EPA (2016) van 20 ng/kg lichaamsgewicht/dag voor PFOS/PFOA, en de voorgestelde referentiewaarden voor deze verbindingen (zoals ontwikkeld door VITO en gepubliceerd door OVAM), en ze is gebaseerd op kritisch geëvalueerde informatie over PFAS. Verdere informatie, nieuwe wetenschappelijke inzichten, een geactualiseerd referentiekader, of beleidswijzigingen, enz. kunnen beschikbaar komen tijdens de verdere voltooiing van de update van het BBO-rapport. Dit zal indien nodig worden verwerkt in volgende onderzoeksfasen en bijbehorende eindverslagen;
- De in dit verslag gepresenteerde risico-evaluatie is gebaseerd op de huidige kennis van en inzichten in PFAS-stoffen en hun eigenschappen. De resultaten van deze risico-evaluatie zijn bijgevolg geldig zolang de toegepaste inputparameters van het model geldig blijven. Een actualisering zal nodig zijn indien nieuwe relevante informatie beschikbaar wordt en/of indien de risico-evaluatie methodologie (door de regelgeving) moet worden gewijzigd; en
- Dit BBO-rapport is per definitie onvolledig. Zoals overeengekomen met de OVAM was de hoofdprioriteit van dit eerste gefaseerde BBO-rapport een indicatieve afbakening van de off-site PFAS-bodemimpact voor de afgebakende projectperimeter (voornamelijk Zwijndrecht, gebied ten zuiden van de E34), en een evaluatie van de potentiële risico's voor de mens in verband met blootstelling aan de relevante PFAS die in de bodem werden geïdentificeerd met de toegepaste laboproefmethodologie, en een beoordeling van de noodzaak/urgentie voor het nemen van remediërende maatregelen. Een gedetailleerd stappenplan voor de verdere voltooiing van het volledige BBO-rapport zal worden uitgewerkt en met de OVAM worden gedeeld na de indiening van dit gefaseerde BBO-rapport.

10. DISCLAIMER

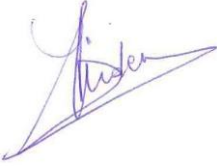
Dit rapport is door ERM met alle redelijke vakkundigheid, zorgvuldigheid en toewijding opgesteld binnen de voorwaarden van het Contract met de Cliënt, waarin de Algemene Voorwaarden van ERM zijn opgenomen en rekening houdend met de middelen die er in overleg met de Cliënt aan zijn besteed.

Wij wijzen elke verantwoordelijkheid jegens de Cliënt en anderen af met betrekking tot aangelegenheden die buiten de werkingssfeer van het bovenstaande vallen.

11. VERKLARING EN HANDTEKENING

De bodemsaneringsdeskundige verklaart:

- Dat dit rapport is uitgevoerd volgens de standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek;
- Dat de bindende, richtinggevende en relevante adviserende elementen zijn opgenomen in het rapport en dat hij van oordeel is dat de elementen die niet vermeld zijn in het rapport, ook niet van toepassing zijn;
- Dat hij voor het uitvoeren van deze opdracht niet in onverenigbaarheid verkeert of dat hij bij een situatie van onverenigbaarheid beheersmaatregelen heeft genomen;
- Dat dit rapport representatief is voor de verontreinigingstoestand van de onderzoekslocatie;
- Dat de inhoud van het rapport overeenkomt met de digitale gegevens;
- Dat de volgende informatie – die in de xml-bestand aan de OVAM is aangeleverd – de juridisch bindende is:
 - Administratieve gegevens; en
 - Aard en ernst op het niveau van het kadastrale perceel.

Capaciteit	Naam en handtekening	Datum
De persoon die de individuele ondertekeningbevoegdheid (Vlarel artikel 53/4 §1, tweede alinea):	 Jan Van linden	10 februari 2022
De kwaliteitsverantwoordelijke bij de bodemsaneringsdeskundige voor dit bodemonderzoek:	 Dirk Nuyens	10 februari 2022
De persoon die wettelijk de bodemsaneringsdeskundige tegenover derden te vertegenwoordigen:	 Laurent Beuselinc	10 februari 2022

Dirk Nuyens Dr. Sc., Senior Partner

Datum: 10 februari 2022

ERM heeft meer dan 160 kantoren in de volgende landen en gebieden over de hele wereld

Argentinië	Nederland
Australië	Nieuw Zeeland
België	Noorwegen
Brazilië	Panama
Canada	Peru
Chili	Polen
China	Portugal
Colombia	Puerto Rico
Duitsland	Roemenië
Frankrijk	Rusland
Hong Kong	Singapore
India	Spanje
Indonesië	Taiwan
Ierland	Thailand
Italië	VAE
Japan	InS
Kazachstan	IC
Kenia	Vietnam
Maleisië	Zuid-Afrika
Mexico	Zuid-Korea
Mozambique	Zweden
Myanmar	Zwitserland

ERM

Posthoflei 5 bus 6
2600 Antwerpen-Berchem

T: +32 3 287 36 50

F: +32 3 287 36 79

www.erm.com