

Rapport

Projectnummer: 366019

Referentienummer: SWNL0249929/2

Datum: 13-11-2019

Bepaling achtergrondconcentratieniveau PFAS in Noord-Holland

Hoofdrapport

Definitief

Opdrachtgever:
Provincie Noord-Holland
Postbus 3007
2001 DA HAARLEM

Verantwoording

Titel Bepaling achtergrondconcentratieniveau
PFAS in Noord-Holland

Subtitel Hoofdrapport

Projectnummer 366019

Referentienummer SWNL0249929/2

Revisie D5

Datum 13-11-2019

Auteur Marco Hollander

E-mailadres marco.hollander@sweco.nl

Gecontroleerd door Arthur Nijdam

Paraaf gecontroleerd



Goedgekeurd door Wesley van Breda

Paraaf goedgekeurd



Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Opdracht	5
1.2	Aanleiding en doelstelling van het onderzoek	5
1.3	Leeswijzer	6
2	Beschrijving resultaten	7
2.1	Selectie locaties	7
2.2	Veldwerk	8
2.3	Laboratoriumonderzoek	8
3	Correlatie PFOA/PFOS en bodemparameters	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Watergehalte	10
3.3	Lutum	11
3.4	Humus	13
3.5	Correlatie humus en watergehalte	14
3.6	Samenvatting en conclusie	14
4	Correctie van gehalten op basis van bodemparameters	16
4.1	Noodzaak tot bodemtypecorrectie	16
4.2	Toe te passen correctiemethode	16
4.3	Resultaten van de correctie	17
5	Ruimtelijke spreiding	19
5.1	Inleiding	19
5.2	PFAS-totaal	19
5.3	PFOA (som lineair en vertakt)	20
5.4	PFOS-totaal	21
5.5	Samenvatting en conclusie	22
6	Statistische analyse	23
6.1	Uitbijteranalyse	23
6.2	Statistische parameters	25
6.3	Statistische parameters naar gebruik van de locatie	28
6.3.1	Gecorrigeerde parameters	28
6.3.2	Ongecorrigeerde parameters	29
6.3.3	Conclusie	29
6.4	Statistische gegevens samengestelde lagen	30
7	Bepalen Achtergrondconcentratieniveau (ACN)	32
7.1	Relevante PFAS-componenten	32
7.2	Waarde voor het Achtergrondconcentratieniveau (ACN)	32

7.3 Grondlagen en ACN 34

Bijlage 1 Monsterlocaties

Bijlage 2 Ruimtelijke spreiding

Bijlage 3 Statistische parameters per bodemgebruik

Bijlage 4 Locaties waar het pakket van 40 PFAS-componenten is onderzocht

1 Inleiding

1.1 Opdracht

Provincie Noord-Holland heeft op 3 april 2019 opdracht gegeven aan Sweco Nederland B.V. voor het uitvoeren van een onderzoek naar het bepalen van een achtergrondconcentratie-niveau voor PFAS in de provincie Noord-Holland (opdrachtnummer: 10000728802, brief van 3 april 2019 met kenmerk: 1197378/1197381).

1.2 Aanleiding en doelstelling van het onderzoek

PFOS en PFOA, onderdeel uitmakend van de stofgroep PFAS (Poly- en perfluor-alkylstoffen), behoren tot de “zeer zorgwekkende stoffen”(ZZS-en). Dit zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, de voortplanting belemmeren of zich in de voedselketen ophopen. Sinds 2013 zijn PFAS en PFOA toegevoegd aan de lijst van ZZS-en. Hierdoor is er meer aandacht ontstaan voor het voorkomen van deze stoffen in ons milieu, waaronder ook de bodem. Uit bodemonderzoeken, waarbij ook PFAS aan het analysepakket is toegevoegd, blijkt dat deze stoffen vaak worden aangetroffen in de bodem. Oorzaak van PFAS-gehalten in de bodem kan zijn dat door een lokale bron (industrie, blusincident) de bodem direct belast is. Anderzijds zijn er ook locaties waar er geen duidelijk oorzaak is voor PFAS in de bodem. Waarschijnlijk is PFAS daar in de bodem gekomen als gevolg van depositie via de atmosfeer. Deze belasting is diffuus. Het onderhavig rapport is een onderzoek naar deze diffuse achtergrondbelasting.

Aanleiding voor het starten van het onderzoek was het ontbreken van landelijke normen waardoor projecten dreigen te stagneren¹. De provincie Noord-Holland heeft in 2017 de beleidsregel bodemsanering voor PFOS en PFOA vastgesteld². Bodem wordt als verontreinigd beschouwd indien er meer dan 0,1 µg/kg d.s. PFOS of PFOA wordt aangetroffen. Sanering kan aan de orde zijn als gehalten aan PFOS of PFOA groter zijn dan respectievelijk 8 of 647 µg/kg d.s. Wanneer gehalten worden aangetroffen lager dan deze saneringsnormen is sanering niet noodzakelijk. Er zijn nog echter wel steeds beperkingen bij grondverzet en hergebruik, omdat PFOS en PFOA vrijwel overal worden aangetroffen in gehalten groter dan 0,1 µg/kg d.s. als gevolg van de diffuse belasting. Om uit deze impasse te komen heeft de provincie het project: “Inventarisatie PFAS-problematiek in de Provincie Noord-Holland” opgestart. Het bepalen van een representatief achtergrondconcentratieniveau (ACN) voor PFAS in de bodem van de provincie Noord-Holland vormt een onderdeel van dit project. Met het bepalen van een ACN wordt de daadwerkelijke achtergrondwaarde bepaald in Noord-Holland. Deze ACN kan gehanteerd worden in plaats van de huidige waarde van de beleidsregel van de provincie (0,1 µg/kg d.s.).

¹ Sinds 8 juli 2019 is het Landelijk handelingskader PFAS van kracht. Hiermee wordt een deel van de problemen ten aanzien van grondverzet opgelost. Er is echter sprake van een tijdelijk handelingskader. In de komende tijd wordt door de rijksoverheid aanvullende informatie verzameld om op termijn tot een definitief handelingskader te komen. Onderhavig onderzoek kan daarin een rol vervullen.

² Besluit van Gedeputeerde Staten van Noord-Holland van 11 juli 2017 met kenmerk 966922/968949 tot vaststelling van de Beleidsregel PFOS en PFOA Noord-Holland.

1.3 Leeswijzer

Het voorliggend rapport bevat een samenvatting van het uitgevoerde onderzoek. Het onderzoek heeft in hoofdlijnen bestaan uit:

- 1) Opzetten en uitvoeren veldwerk;
- 2) Uitvoeren PFAS-analyses door laboratoria;
- 3) Het analyseren en interpreteren van beide bovenstaande onderdelen om te komen tot een voorstel voor het ACN.

De onderdelen 1 en 2 zijn uitgebreid beschreven in twee bijlagerapporten. Het onderdeel 3 is weergegeven in voorliggend rapport en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Het beschrijven van de belangrijkste resultaten van 1 en 2;
- Een analyse van correlatie van PFAS en de bodemparameters;
- Een voorstel voor een bodemtypecorrectie;
- Een analyse van de ruimtelijke spreiding van PFAS over de provincie;
- Een statistische analyse van de analyseresultaten;
- Een voorstel voor het ACN.

2 Beschrijving resultaten

2.1 Selectie locaties

Om te kunnen bepalen wat de achtergrondbelasting is van PFAS, dienen locaties waar mogelijk sprake is van een bronbelasting of een directe belasting te worden uitgesloten van onderzoek. Van verschillende activiteiten is bekend dat er sprake is van een verhoogde kans op het gebruik van PFAS. Deze activiteiten kunnen de bodem hebben belast met PFAS. Locaties waar deze activiteiten hebben plaatsgevonden worden als bronlocaties beschouwd. Bronlocaties worden uitgesloten van het onderzoek naar een achtergrondgehalte aan PFAS. De bronlocaties zijn aangegeven in tabel 2.1. Tevens is aangegeven tot op welke afstand van de locatie geen onderzoek is uitgevoerd.

Tabel 2.1: Locaties waar geen onderzoek is verricht

Locaties	Minimale afstand tot de locatie (m)
Brandweer(oefen)locaties	250
Locaties van grote (chemische) branden	250
Vliegvelden	2.000
Militaire (oefen)locaties	1.000
BRZO-bedrijven	750
Galvanische bedrijven	1.000
Bedrijven die werken met blusschuim	500
Locaties waarvan bekend is dat er een PFAS-verontreiniging aanwezig is	500
(voormalige) stortlocaties	500
AWZI's (slibvelden)	500

Het grondgebied van de gemeente Zaanstad is niet opgenomen in het onderzoek op verzoek van de gemeente omdat de gemeente een eigen onderzoek heeft uitgevoerd.

Het gebied van Amsterdam binnen de ring is ook buiten beschouwing gelaten omdat ook hier (mogelijk) sprake is van een gebied met meer dan normale belasting van PFAS (bron ODNZKG).

Op voorhand is vastgesteld dat met honderd onderzoeklocaties een betrouwbaar achtergrond gehalte kan worden bepaald. Met behulp van Arc-Gis zijn vervolgens ad random 188 onderzoeklocaties geselecteerd in Noord-Holland welke niet zijn beïnvloed door een bronlocatie. De onderzoeklocaties zijn zo geselecteerd dat deze locaties niet liggen binnen een onderlinge afstand van 1.600 m. Met deze werkwijze wordt een enigszins gelijkmatige verdeling van onderzoeklocaties over de provincie Noord-Holland verkregen. Er zijn in eerste instantie meer dan de noodzakelijke 100 locaties geselecteerd. Redenen hiervoor zijn dat op voorhand werd verwacht dat niet alle locaties geschikt zouden zijn voor monsternamen en dat er eigenaren zouden zijn welke geen betredingstoestemming zouden geven. Tijdens het uitvoeren van het onderzoek bleek het nog noodzakelijk om 7 aanvullende locaties (ad random) te selecteren. Uiteindelijk zijn 195 locaties geselecteerd. Van deze 195 locaties zijn uiteindelijk 100 locaties daadwerkelijk onderzocht op PFAS.

2.2 Veldwerk

Op 100 locaties verdeeld over de provincie Noord-Holland zijn grondmonsters genomen van 9 boringen per locatie. Van elke boring zijn monsters samengesteld van drie bodemlagen:

- Toplaag (0,0-0,1 m mv);
- Bovengrond (0,1-0,5 m -mv);
- Ondergrond (0,5-1,0 m-mv).

Er is gekozen voor deze systematiek, omdat het wat betreft de te bemonsteren lagen aansluit bij de methode die ook is gebruik bij het vaststellen van de landelijke achtergrondwaarde voor de reguliere parameters. Tevens geeft het een inzicht in de verspreiding van de stoffen over de verticale as in de bodem. Tot op heden is er weinig informatie voorhanden over verspreiding van PFAS in de diepere bodemlagen. Het aantal boringen per locatie is lager dan het aantal boringen dat bij de bepaling van de AW2000 is verricht. Vooraf is ingeschat dat negen boringen per locatie voldoende is om een representatief beeld van de locatie te krijgen.

Een uitgebreide beschrijving van het veldwerk is opgenomen in het bijlagenrapport veldwerk.

De locaties waar monsters zijn genomen, zijn weergegeven op bijlage 1.

2.3 Laboratoriumonderzoek

In totaal zijn in eerste instantie 27 grondmonsters afkomstig van 9 locaties onderzocht verdeeld over Noord-Holland op 40 PFAS-componenten en GenX (In dit pakket zijn alle parameters opgenomen van het adviespakket van het Tijdelijke handelingskader PFAS). Omdat een groot deel van de PFAS-componenten niet was aangetroffen, zijn vervolgens 249 grondmonsters verdeeld over de 91 resterende deelloccaties onderzocht op een beperkter pakket van 21 PFAS-componenten. De “afgevallen PFAS-componenten” waren bij de eerste analyses niet aanwezig of zijn incidenteel in een gehalte gelijk aan, of maar net boven de detectielimiet aangetroffen.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek is het Tijdelijk Handelingskader PFAS gepubliceerd. Omdat hierin een uitgebreid adviespakket voor de te analyseren parameters is opgenomen, zijn vervolgens de laatste 28 monsters (afkomstig van 9 locaties) ook weer op het uitgebreide pakket onderzocht (exclusief GenX).

In bijlage 4 zijn de locaties aangegeven waarvan de monsters zijn onderzocht op het volledige adviespakket van het Tijdelijk handelingskader.

In tabel 2.2 is aangegeven hoe vaak een PFAS-component is aangetroffen. Niet alle componenten zijn even vaak onderzocht. Daarom is van tabel 2.1 vooral de laatste kolom van belang. Uit die kolom blijkt dat naast PFOS en PFOA (lineair en vertakt) alleen perfluorbutaan zuur met enige regelmaat wordt aangetroffen. De overige componenten worden in meer dan 90% van de gevallen niet aangetroffen. In totaal zijn 16 van de 41 parameters minstens eenmaal aangetroffen. Van de 41 componenten zijn er 25 in het geheel niet aangetroffen. Van deze 25 componenten die niet zijn aangetroffen, zijn 16 componenten 55 maal onderzocht en 8 componenten 332 maal en is GEN-X 27 maal onderzocht.

Tabel 2.2: Aantal malen dat een PFAS-component is aangetroffen.

PFAS-component	SIKB-nr	Aantal keer onderzocht	Aantal keer aangetroffen	Aantal keer aangetroffen (%)	Maximaal gehalte $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.
perfluorooctaanzuur (PFOA lineair)	4443	332	248	74,7%	5,2
perfluorooctaansulfonaat (PFOS lineair)	4445	332	222	66,9%	4,9
som vertakte PFOS-isomeren	5518	332	154	46,4%	3,7
perfluorbutaanzuur (PFBA)	4437	332	90	27,1%	0,84
som vertakte PFOA-isomeren	5577	332	39	11,7%	0,86
perfluorheptaanzuur (PFHpa)	4440	332	28	8,4%	0,3
perfluornonaanzuur (PFNA)	4442	332	25	7,5%	0,3
perfluorhexaanzuur (PFHxA)	4441	332	22	6,6%	0,32
perfluorpentaanzuur (PFPeA)	4448	332	15	4,5%	0,92
ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluoronanoaat (ADONA)	5999	55	2	3,6%	0,2
perfluor-1-hexaansulfonaat (PFHxS)	3932	332	12	3,6%	0,44
perfluordecaanzuur (PFDea)	4438	332	11	3,3%	0,2
perfluorooctaansulfonylamide(N-methyl)acetaat	5937	55	1	1,8%	0,1
1H,1H,2H,2H-perfluordecaansulfonzuur (8:2)	5830	332	2	0,6%	0,1
perfluor-1-decaansulfonaat (PFDS)	3898	332	1	0,3%	0,51
perfluor-1-heptaansulfonaat (PFHpS)	3931	332	1	0,3%	0,14
perfluor-1-butaansulfonaat (PFBS)	3895	332	0	0,0%	0
perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	4439	332	0	0,0%	0
perfluorooctaansulfonamide (PFOSA)	4446	332	0	0,0%	0
perfluortridecaanzuur (PFTrDA)	4449	55	0	0,0%	0
perfluortetradecaanzuur (PFTeDA)	4450	55	0	0,0%	0
perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	4451	332	0	0,0%	0
2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur	5517	332	0	0,0%	0
perfluorhexadecaanzuur (PFHxDA)	5735	55	0	0,0%	0
perfluorooctadecaanzuur (PFODA)	5736	55	0	0,0%	0
N-methylperfluorbutaansulfonamide (MeFBSA)	5737	55	0	0,0%	0
perfluorbutaansulfonamide (PFBSA)	5738	55	0	0,0%	0
GenX (HFPO-DA)	5741	27	0	0,0%	0
perfluorbutaansulfonylamide(N-methyl)acetaat (MeFBSAA)	5743	55	0	0,0%	0
perfluorooctaansulfonylamide(N-ethyl)acetaat (EtFOSAA)	5744	55	0	0,0%	0
1H,1H,2H,2H-perfluordodecaansulfonzuur (10:2)	5831	55	0	0,0%	0
perfluorpentaaan-1-sulfonzuur (PFPeS)	5935	55	0	0,0%	0
cis-hexadecafluor-2-deceenzuur	5938	55	0	0,0%	0
2(6chloro-dodecafluorhexoxy)-tetrafluorethaansulfonaat,Kzout (F53B)	5940	55	0	0,0%	0
2H,2H,3H,3H-perfluorundecaanzuur	5995	55	0	0,0%	0
1H,1H,2H,2H-perfluorhexaansulfonzuur	5996	332	0	0,0%	0
7H-perfluorheptaanzuur (HPFHpa)	5997	332	0	0,0%	0
bisperfluordecyl fosfaat (8:2 diPAP)	5998	55	0	0,0%	0
N-ethyl perfluorooctaansulfonamide (EtFOSA)	6000	55	0	0,0%	0
N-methyl perfluorooctaansulfonamide (MeFOSA)	6001	55	0	0,0%	0
perfluor-3,7-dimethyloctaanzuur	6002	55	0	0,0%	0

3 Correlatie PFOA/PFOS en bodemparameters

3.1 Inleiding

Van het gedrag van PFAS in de bodem is nog weinig bekend. Het RIVM heeft ten behoeve van het Tijdelijk handelingskader de risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX bepaald³.

Er zijn theorieën over het gedrag van PFAS in de bodem, bijvoorbeeld dat deze vooral op het grensvlakken van verschillende media (lucht/water grond) zou voorkomen. PFAS zou daardoor in de bodem vooral rond de grondwaterspiegel kunnen worden verwacht. Deze hypothese wordt met de resultaten van dit onderzoek niet bevestigd.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de statistische correlatie tussen de gevonden PFAS-gehalten en enkele kenmerken van de bodem om meer over het gedrag van PFAS in de bodem te weten te komen. Dit wordt alleen voor de toplaag gedaan omdat de toplaag het meest belast is met PFAS. In de Toplaag zijn ook de hoogste gehalten gemeten. Eventuele correlaties tussen PFAS in de bodem en bodemparameters zullen daardoor het duidelijkst naar voren komen. Alleen PFOA en PFOS worden in beschouwing genomen. Andere PFAS componenten worden te weinig aangetroffen. De beschouwing wordt uitgevoerd op ongecorrigeerde gehalten (zie hoofdstuk 4).

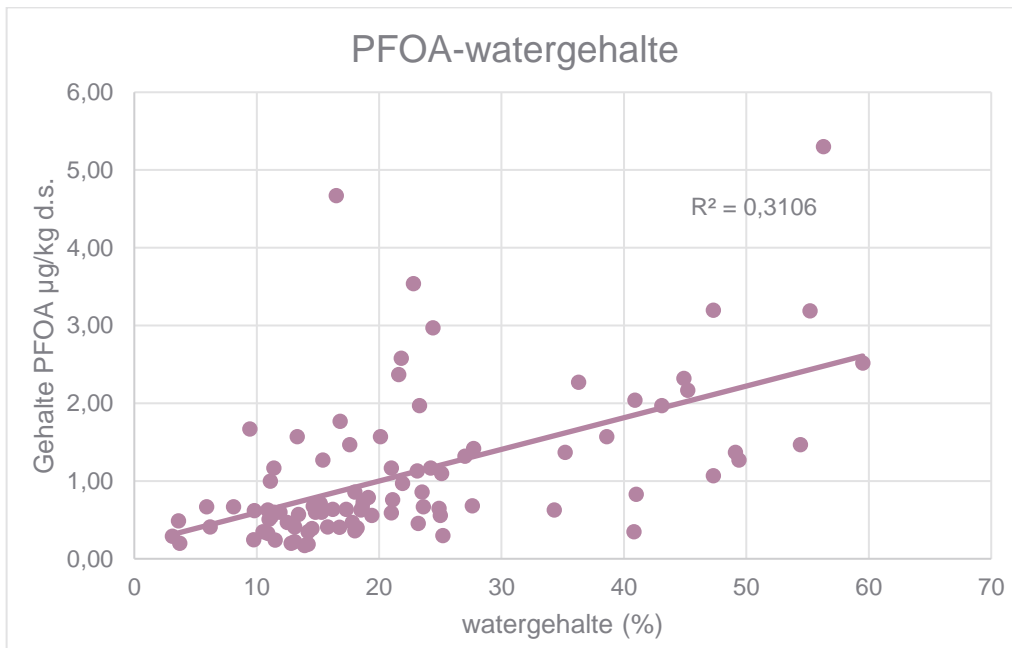
3.2 Watergehalte

Bij depositie door de lucht kan verwacht worden dat verschillende grondsoorten (gelegen op relatief korte afstand van elkaar) een gelijke bodembelasting hebben en daar gelijke PFAS-gehalten in de bodem (wanneer er geen sprake is van uitspoeling). Het gehalte aan PFAS wordt echter uitgedrukt in gewicht PFAS per kg droge stof. Het gewicht aan droge stof kan echter sterk variëren. Hierdoor kan een gehalte aan PFAS in veengrond wel een factor 5 groter worden dan een PFAS-gehalte in een zandgrond bij een gelijke bodembelasting. Om na te gaan of dit effect een rol speelt is de correlatie bepaald tussen het watergehalte van het monster en het gemeten gehalte aan PFOS en PFOA.

In figuren 3.1 en 3.2 staat voor de monsters van de toplaag de correlatie weergegeven tussen het gehalten aan PFOA en PFAS en het watergehalte van het monster.

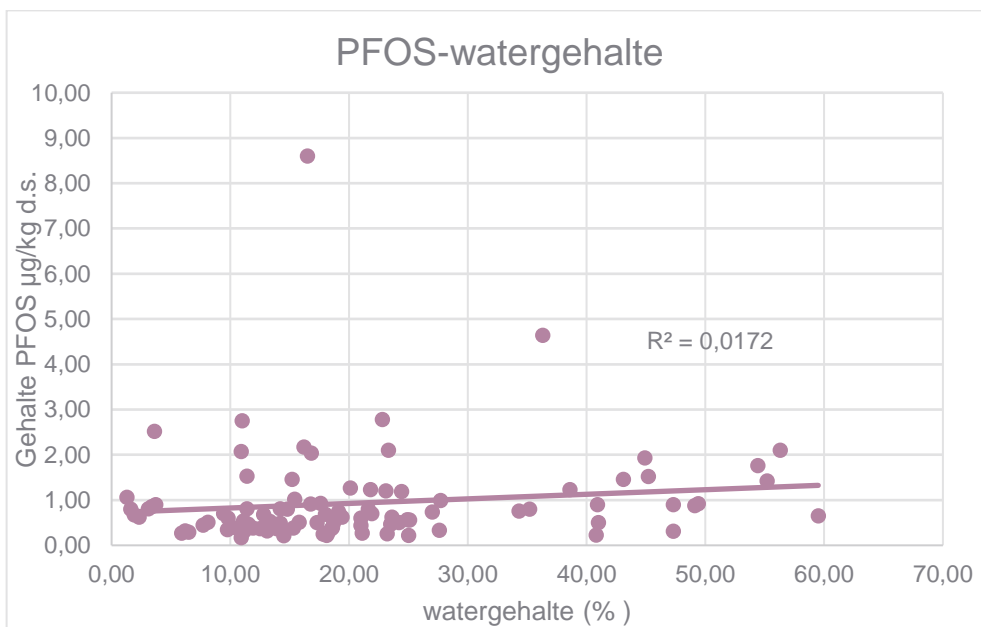
Voor PFOA blijkt er een matige correlatie te bestaan tussen het watergehalte en het gehalte aan PFOA. Er is sprake van een correlatiecoëfficiënt (R) van 0,55. Bij hoge watergehalten komen meer hoge gehalten aan PFOA voor dan bij lage watergehalten. Maar ook valt uit de figuur op te maken dat een hoog gehalte aan PFOA ook kan voorkomen bij een watergehalte van 15 à 25%.

³ Overzicht van risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX ten behoeve van een tijdelijk handelingskader voor het toepassen van grond en baggerspecie op of in de landbodem.



Figuur 3.1 Correlatie PFOA en watergehalte van het monster

Voor PFOS is geen verband aangetoond tussen het watergehalte en het gehalte aan PFOS. Er is sprake van een correlatiecoëfficiënt van 0,13 wat aangeeft dat er weinig tot geen verband is, wat ook uit de figuur blijkt.

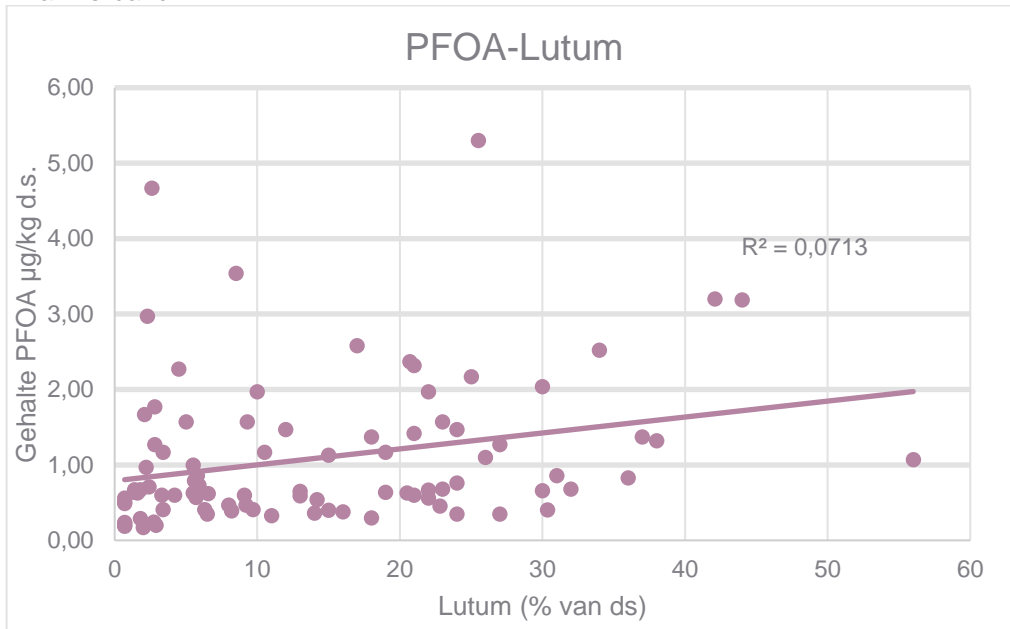


Figuur 3.2 Correlatie PFOS en watergehalte van het monster

3.3 Lutum

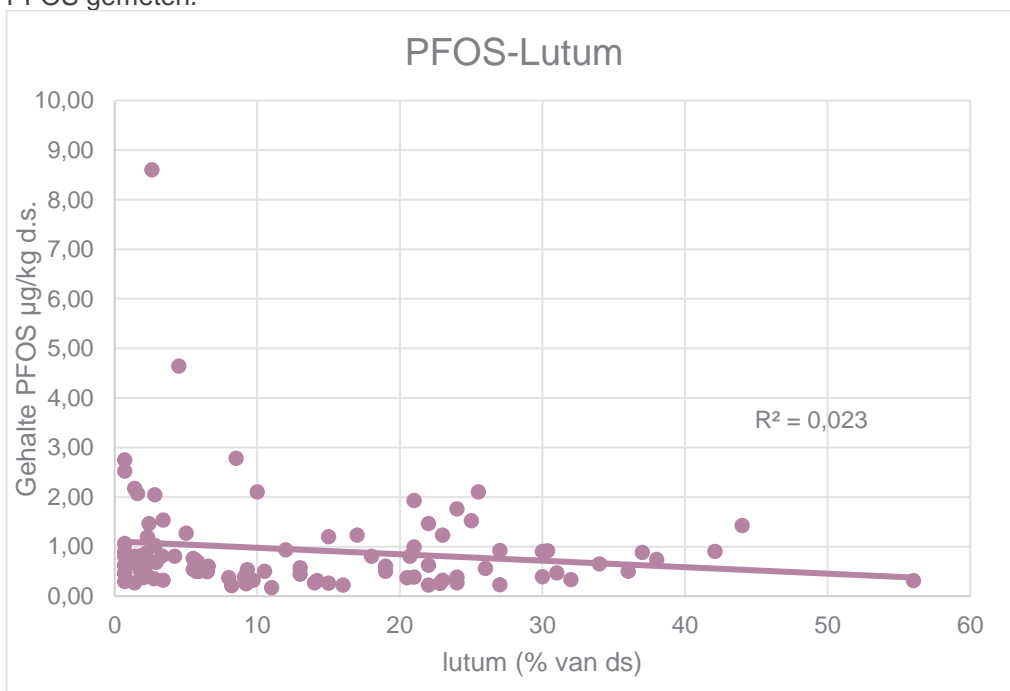
Uit figuur 3.3 blijkt dat er een zwak verband is tussen het gehalte aan PFOA en het lutumgehalte van het grondmonster. Bij lage lutumgehalten worden meer lage gehalten aan

PFOA gemeten dan bij hoge gehalten. Bij hoge gehalten aan lutum worden weinig lage gehalten aan PFOA gemeten. Een correlatiecoëfficiënt van 0,27 duidt echter wel op een zwak verband.



Figuur 3.3 Correlatie PFOA en Lutum

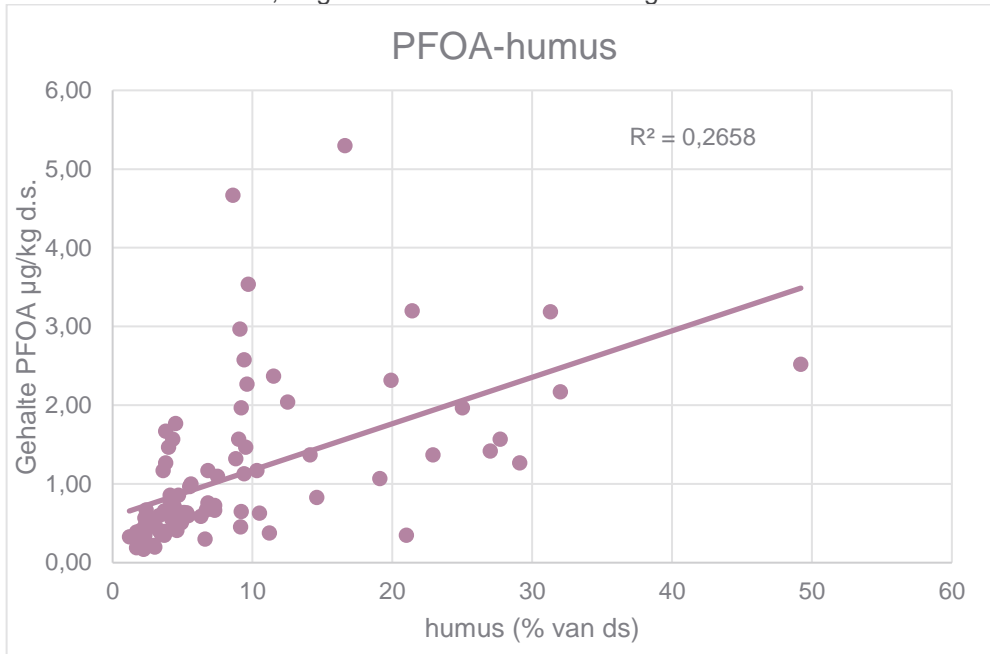
Uit figuur 3.4 valt geen relatie af te leiden tussen het gehalte aan lutum en het gehalte aan PFOS. Er is sprake van een correlatiecoëfficiënt van -0,15 wat ook aangeeft dat er geen duidelijke relatie is. Wat wel opvalt is dat bij hoge gehalten aan lutum geen hoge gehalten aan PFOS worden gemeten. Alleen bij lage gehalten aan lutum worden hoge gehalten aan PFOS gemeten.



Figuur 3.4: Correlatie PFOS en Lutum

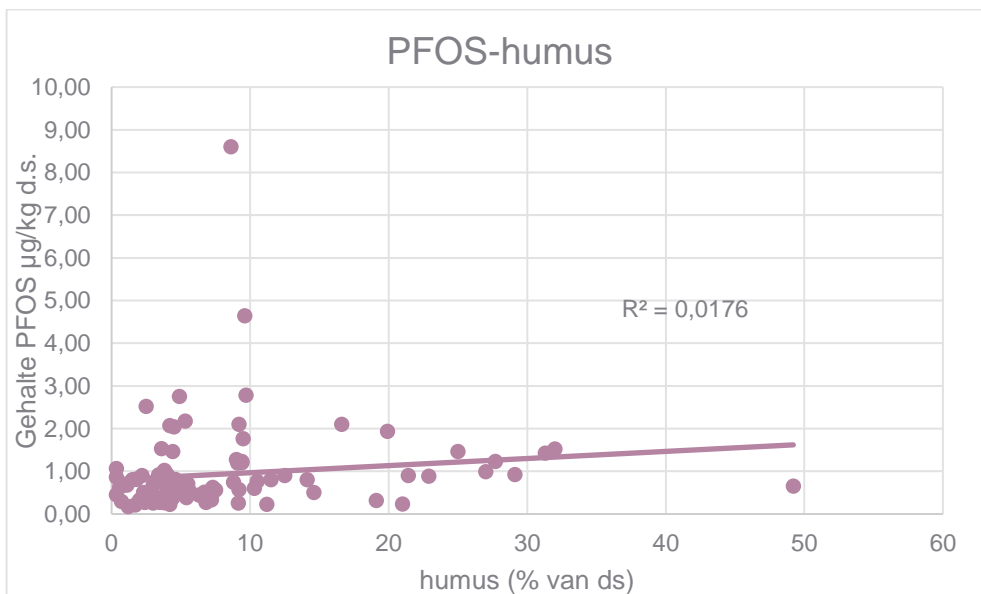
3.4 Humus

Uit figuur 3.5 blijkt dat bij hogere gehalten aan humus ook hogere gehalten aan PFOA worden gemeten en bij lage gehalten aan humus ook vaker lage gehalten aan PFOA. Een relatiecoëfficiënt van 0,52 geeft ook aan dat er wel enig verband is.



Figuur 3.5: Correlatie PFOA en humus

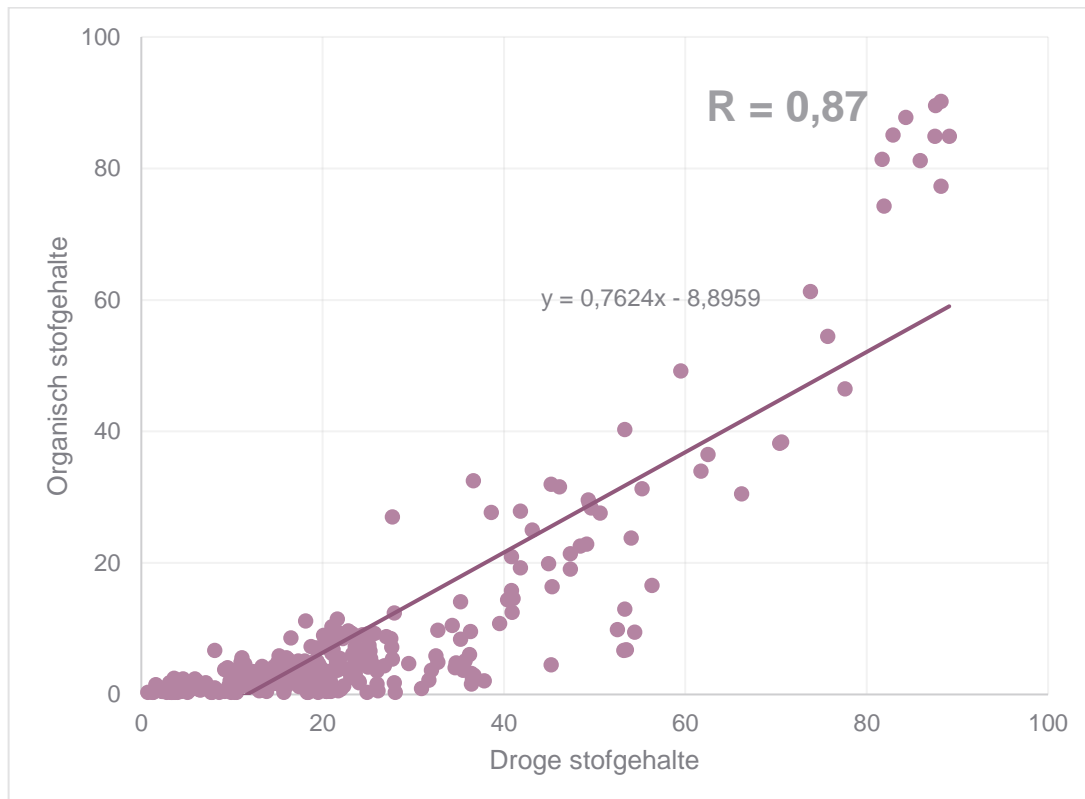
Uit figuur 3.6 blijkt dat er weinig of geen verband is tussen het gehalte aan humus en het gehalte aan PFOS (correlatiecoëfficiënt 0,13).



Figuur 3.6: Correlatie PFOS en humus

3.5 Correlatie humus en watergehalte

In figuur 3.7 is de correlatie weergegeven tussen het watergehalte van het monster en het gehalte aan humus. Hierbij zijn alle monsters van alle onderzochte lagen opgenomen. Er is sprake van een sterke correlatie tussen het droge stofgehalte en het gehalte aan humus. De consequentie hiervan is dat niet kan worden aangegeven of er sprake is van een causaal verband tussen het gehalte aan PFAS en het gehalte aan humus of dat dit een causaal verband is tussen PFAS en het watergehalte. Corrigeren voor hoge gehalten aan humus is wellicht toch een goede methode. Omdat bij hoge gehalten aan humus er (zie correlatie) ook sprake is van een hoog watergehalte. Atmosferische depositie is niet gerelateerd aan het watergehalte van het monster, maar alleen aan het oppervlak (/volume). De gemeten analysesresultaten worden vervolgens gecorrigeerd voor het gehalte aan droge stof. Bij een sterk humeus monster betekent dit dat het gehalte dat wordt gepresenteerd tot wel een factor vijf hoger kan worden dan het werkelijk gemeten gehalte. De correctie voor het gehalte aan humus heeft tot gevolg dat dit (deels) ongedaan gemaakt wordt. Dus of er nu wel of geen sprake is van een correlatie tussen PFAS en humus, de correctiemethode heeft wel een juiste corrigerende werking.



Figuur 3.7 Correlatie Humus en watergehalte

3.6 Samenvatting en conclusie

Voor PFOA blijkt er, meer dan voor PFOS, een relatie met de bodemparameters watergehalte, humus en lutum aanwezig te zijn. Het duidelijkst is deze aanwezig bij het watergehalte en het gehalte aan humus. Bij een toenemend watergehalte en een toenemend gehalte aan humus kunnen hogere waarden aan PFOA worden verwacht. Humusrijke gronden hebben in het algemeen ook een hoger watergehalte. Dus het kan zijn dat er maar sprake is van één van beide relaties. Ook bij toenemende gehalten aan lutum

kunnen hogere gehalten aan PFOA worden verwacht. Deze relatie is echter minder sterk en duidelijk aanwezig dan de relatie met humus.

PFOS lijkt weinig relatie te hebben met de bodemparameters. Er is geen duidelijke relatie tussen het gehalte aan humus en het gehalte aan PFOS. Dit is opvallend omdat bij andere organische verbindingen (PAK, olie, PCB's) deze relatie er wel is. Ook is er geen verband tussen het gehalte aan PFOS en het watergehalte. Op basis van de correlatiecoëfficiënt is er ook weinig verband tussen het gehalte aan PFOA en het gehalte aan lutum. Het is echter wel opvallend dat de hoogste gehalten aan PFOS worden gemeten bij lage lutumgehalten. Bij hoge gehalten aan lutum worden eerder lage dan hoge gehalten aan PFOS gemeten.

Voor PFOS is er geen relatie gevonden met de in dit onderzoek bepaalde bodemparameters. Op basis hiervan is er ook geen reden om op enige wijze het gemeten gehalte aan PFOS te corrigeren voor een van de bodemparameters. Voor PFOA is er wel een zwak verband te vinden met de parameters watergehalte en humus, maar het is niet eenduidig vast te stellen wat het verband is.

Het corrigeren voor hoge gehalten aan humus (zoals in het Tijdelijk handelingskader is voorgeschreven) heeft tot gevolg dat er (automatisch) ook gecorrigeerd wordt voor hoge watergehalten, wat bij atmosferische achtergrondbelasting een corrigerend effect heeft voor het bepalen van de daadwerkelijke achtergrondbelasting

4 Correctie van gehalten op basis van bodemparameters

4.1 Noodzaak tot bodemtypecorrectie

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat PFOS en PFOA in de bodem op verschillende manieren (wel of niet) correleren met de onderzochte bodemparameters. Als er al sprake zou kunnen zijn van een noodzakelijk correctiemethode dan zou deze voor PFOA en PFOS mogelijk niet hetzelfde zijn. Het thans uitgevoerde onderzoek is niet bedoeld om een correctiemethode te ontwikkelen en de verzamelde gegevens geven ook onvoldoende informatie om dit te doen.

4.2 Toe te passen correctiemethode

De correctiemethode die wordt voorgeschreven in het Tijdelijke handelingskader PFAS is alleen gebaseerd op het gehalte aan humus en verloopt op de volgende wijze:

- Bij minder dan 10% humus vindt er geen correctie plaats;
- Bij een gehalte aan humus tussen 10% en 30% wordt het gemeten gehalte PFAS gecorrigeerd met de factor (10/gemeten gehalte humus);
- Bij een gemeten gehalte groter dan 30% wordt het gemeten gehalte gecorrigeerd met de factor $10/30=0,333$.

Het toepassen van deze methode voor de hier gevonden waarden wordt lijkt op het eerste gezicht onlogisch voor PFOS, echter bij nadere beschouwing valt dit toch weer mee. PFOS wordt met name gemeten in grond die weinig humus bevat. De hoogste gehalten aan PFOS zijn gemeten in gronden met minder dan 10% humus. Op deze gronden vindt volgens de methode van het Tijdelijk handelingskader geen correctie plaats, wat overeenkomt met de gevonden relaties. In gronden met veel humus worden relatief lage gehalten aan PFOS gemeten. Bij correctie worden deze lage gehalten (mogelijk onterecht) nog verlaagd alvorens aan de normen te worden getoetst. Dit zijn echter niet de meest kritische waarden en de mogelijk onterechte correctie zal weinig ongewenste gevolgen hebben.

Volgens het Tijdelijk handelingskader PFAS wordt bij humusgehalten lager dan 10% niet gecorrigeerd. Uit figuur 3.5 lijkt er ook voor gehalten lager dan 10% humus enig verband te zijn met het gehalten aan PFOA, maar dit wordt dan met de landelijke methode niet gecorrigeerd. Dit zou ervoor pleiten om PFOA net als de overige organische stoffen ook bij gehalten onder 10% te corrigeren.

Het toepassen van de correctie methode zoals opgenomen in het Tijdelijk Handelingskader is niet ideaal. Er kunnen bij hoge waarden aan humus mogelijk te lage waarden aan PFOS worden getoetst, maar waarschijnlijk zullen dit in de meeste gevallen geen kritische waarden betreffen. Bij PFOA doet zich het gegeven voor dat voor alle waarden voor humusarme gronden (< 10% humus) een gelijke toetswaarde wordt gehanteerd, terwijl op basis van de correlatie (die ook onder 10% aanwezig is) en een differentiatie op basis van het humusgehalte logischer zou zijn.

Het toepassen van de methode van het Tijdelijk handelingskader PFAS biedt echter het belangrijke voordeel dat het voor iedereen duidelijk is. Het ontwikkelen van een betere (en afwijkende) correctiemethode zou kunnen leiden tot verschillende correctiemethoden voor PFOA en PFOS. Alleen een dergelijke methode toe passen voor Noord-Holland zal onduidelijkheid en fouten tot gevolg hebben. Daarom wordt voorgesteld toch aan te sluiten bij de methode van het Tijdelijk handelingskader PFAS. Voor het bepalen van het ACN wordt ook deze landelijk methode toegepast. Hierdoor worden de nadelen deels weggelaten. Immers in de te bepalen ACN zijn de afwijkingen op dezelfde manier meegenomen als in de later te toetsen concentraties in de bodem.

4.3 Resultaten van de correctie

De methode van de toetsing van het Tijdelijk handelingskader PFAS heeft tot gevolg dat gecorrigeerde gehalten hetzelfde blijven of lager worden. Gecorrigeerde gehalten worden nooit hoger dan het gemeten gehalte.

In de onderstaande tabel is de gemiddelde verandering van de correctie weergegeven. Voor PFAS-totaal geldt dat alleen gemeten gehalten zijn beschouwd, gehalten kleiner dan de detectielimiet zijn niet gesommeerd in PFAS-totaal⁴. Uit de tabel valt op te maken dat gemiddeld genomen de correctie een beperkte invloed heeft.

Tabel 4-1: Invloed bodemtypecorrectie op gemeten gehalte

PFAS	PFOA (lineair + vertakt)	PFOS (lineair + vertakt)
-16,3%	-15,6%	-8,7%

Zeker zo belangrijk als de gemiddelde verandering zijn de extreme veranderingen. Deze zijn opgenomen in de onderstaande tabel 4.2. Hierin opgenomen zijn de waarden voor som PFOA en PFOS in de toplaag (0,0-0,1 m -mv). Alle andere componenten zijn zo weinig of in zulke lage gehalten gemeten dat het geen zin heeft hiervan de extremen te beschouwen. In de diepere lagen komen lagere gehalten voor, waardoor er ook minder sprake is van grote veranderingen. Het blijkt dat op 20 van de 102 toplaagmonsters een bodemtypecorrectie wordt toegepast. Deze zijn alle in de tabel 4.2 opgenomen. Op 82 monsters vindt dus geen bodemtypecorrectie plaats omdat het gehalte aan organische niet boven 10% ligt.

Conform de verwachting betreft het bij PFOS voornamelijk gehalten die relatief laag zijn, deze worden nog verder verlaagd. Bij PFOA zijn wel enkele van de hogere gehalten gecorrigeerd.

⁴ Voor de meeste PFAS behalve PFOS en PFOA geldt dat deze zo weinig worden gemeten dat het veel waarschijnlijker is dat het werkelijke gehalte (veel) dichter bij nul ligt dan bij de gehanteerde detectielimiet. Het hanteren van een waarde van 0,7* de detectielimiet geeft dan een grotere onnauwkeurigheid dan het hanteren van de nulwaarde.

Tabel 4.2: Invloed correctie op individuele bodemonsters

Monster	Som PFOA ongecorrigeerd	Som PFOS ongecorrigeerd	Correctiefactor	Som PFOA gecorrigeerd	Som PFOS gecorrigeerd
56-MM01	2,52	0,65	0,33	0,84	0,22
165-MM01	2,17	1,52	0,33	0,72	0,51
8-MM01	3,19	1,42	0,33	1,06	0,47
24-MM01	1,27	0,92	0,34	0,44	0,32
130-MM01	1,57	1,23	0,36	0,57	0,44
143-MM01B	1,42	0,99	0,37	0,53	0,37
104-MM01	1,97	1,46	0,40	0,79	0,58
90-MM01	1,37	0,88	0,44	0,60	0,38
30-MM01	3,20	0,90	0,47	1,50	0,42
116-MM01	0,35	0,23	0,48	0,17	0,11
149-MM01	2,32	1,93	0,50	1,17	0,97
147-MM01	1,07	0,31	0,52	0,56	0,16
87-MM01	5,30	2,10	0,60	3,19	1,27
91-MM01	0,83	0,50	0,68	0,57	0,34
194-MM01	1,37	0,80	0,71	0,97	0,57
158-MM01	2,04	0,90	0,80	1,63	0,72
43-MM01	2,37	0,80	0,87	2,06	0,70
166-MM01	0,38	0,22	0,89	0,34	0,20
115-MM01	0,87	1,00	0,95	0,83	0,95
3-MM01	1,17	0,60	0,97	1,14	0,58

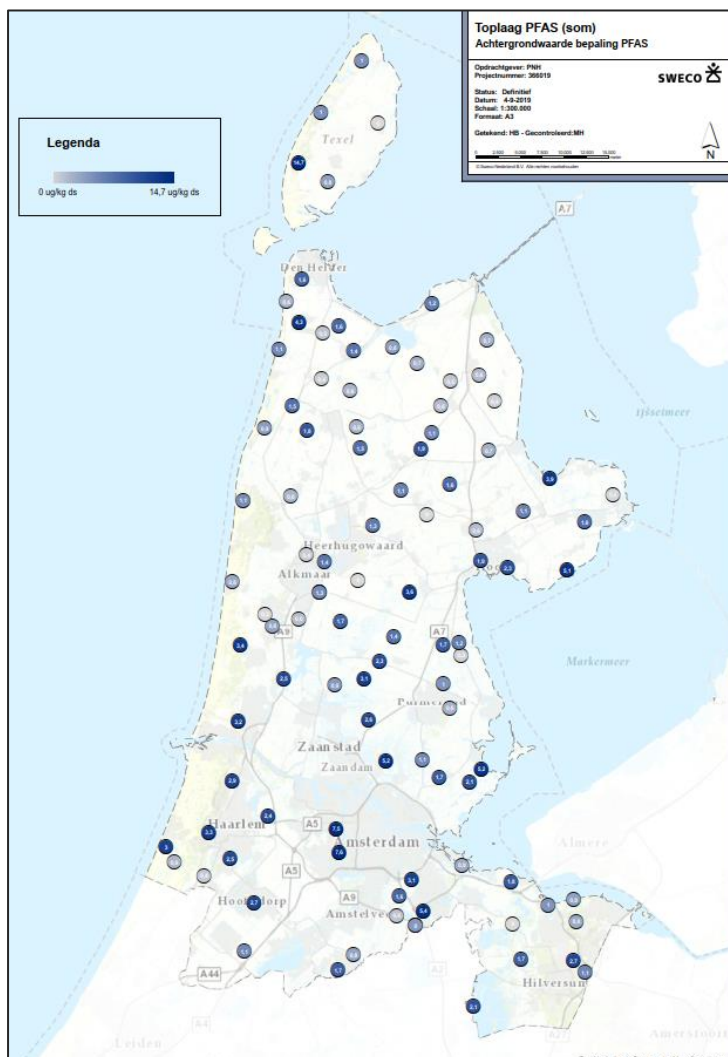
5 Ruimtelijke spreiding

5.1 Inleiding

In bijlage 2 zijn de gecorrigeerde resultaten van PFAS-totaal, PFOA en PFAS in de toplaag ruimtelijk weergegeven. Eventuele regionale verschillen als gevolg van een andere bodemsoort dienen daarbij zo veel als mogelijk te worden vermeden. Om deze reden zijn de gecorrigeerde gehalten beschouwd.

5.2 PFAS-totaal

Bij PFAS-totaal zoals weergegeven in de figuur in bijlage 2 zijn alle gehalten groter dan de detectielimiet gesommeerd. Gehalten kleiner dan de detectielimiet zijn niet in de sommatie opgenomen. Er is dus geen 0,7* maal de detectielimiet toegepast in de sommatie. Dit omdat het merendeel van de onderzochte componenten niet is aangetroffen. Het meenemen van dit relatief grote aandeel niet-aangetroffen componenten zou dan een wel aangetroffen gehalte kunnen overtreffen waardoor er geen zuiver beeld ontstaat van hetgeen is aangetroffen.

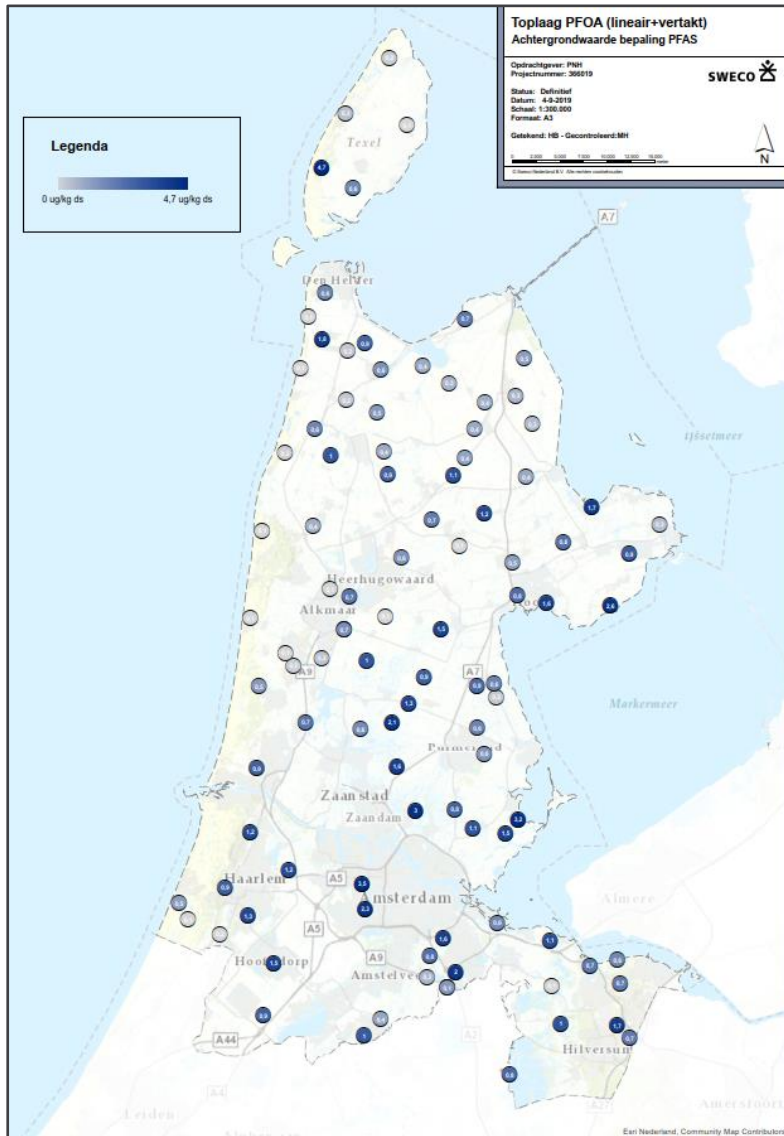


Uit de figuur blijkt dat in een wijde cirkel rond Amsterdam-Haarlem vaker hogere gehalten worden aangetroffen dan elders. Ook elders zijn vergelijkbare waarden aangetroffen, dus er kan niet worden geconcludeerd dat er in de regio Amsterdam Haarlem sprake is van afwijkende gehalten. Het hoogste gehalte is aangetroffen op Texel in een bos in het duingebied. Ook in West-Friesland worden hogere gehalten aangetroffen. Een duidelijk beeld van de verspreiding is niet te herleiden.

Figuur 5.1: Ruimtelijke spreiding PFAS (gecorrigeerd)

5.3 PFOA (som lineair en vertakt)

Voor PFOA-totaal is in figuur 5.2 het gecorrigeerd gehalte weergegeven. Bij de sommatie zijn gehalten lager dan de detectielimiet in de sommatie meegenomen als $0,7 \cdot \text{detectielimiet}$.⁵



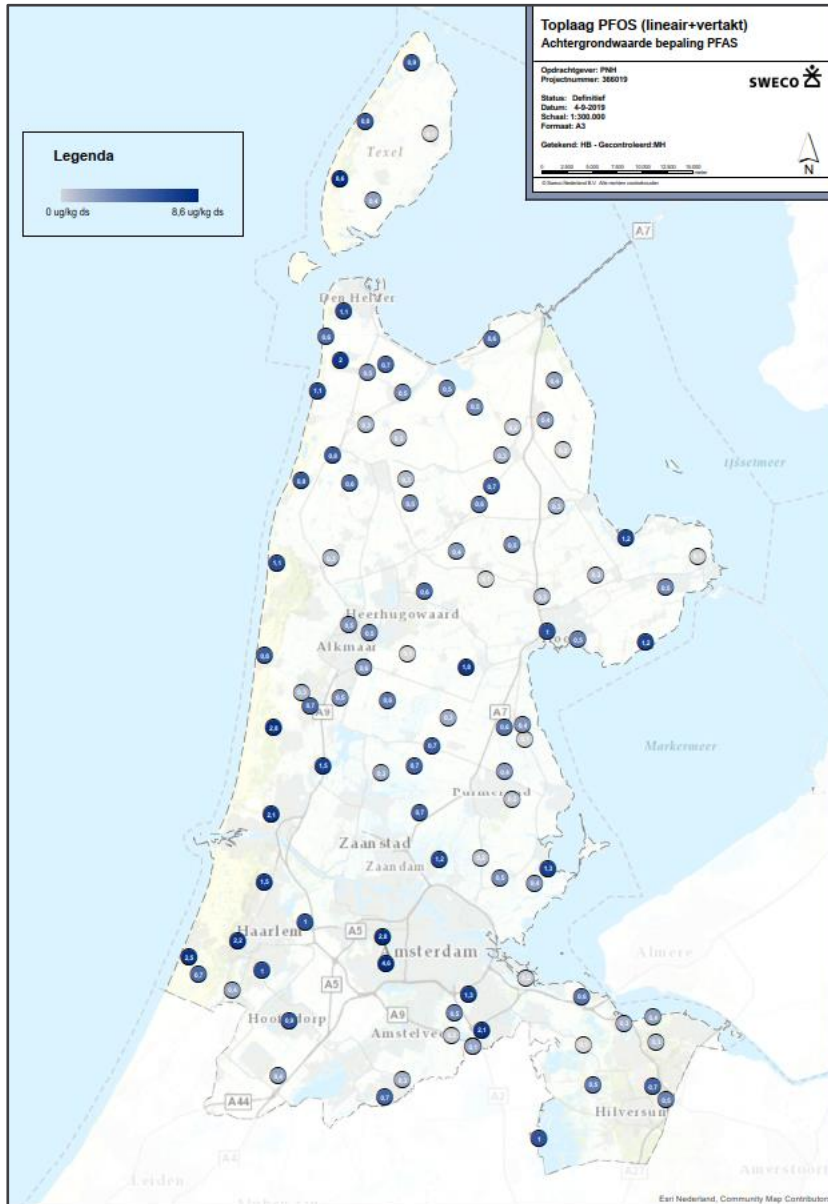
Opvallend in de verspreiding van PFOA is dat de gehalten van west naar oost lijken toe te nemen. Aan de kust worden relatief lage gehalten PFOA aangetroffen. Of deze verdeling een geografische oorzaak heeft is niet duidelijk vast te stellen. In hoofdstuk 3 is gebleken dat het gehalte aan PFOA neigt toe te nemen met hogere gehalten aan humus en lutum. In het westen is er veelal sprake van zandgrond en in het oosten is er veelal sprake van klei en veen. De verdeling van het gehalte aan PFOA kan ook samenhangen met deze verschillen. Ook in de omgeving van Amsterdam is het gehalte aan PFOA relatief hoog. Het valt niet te zeggen of dit te maken heeft met de regionale ligging, de grondsoort of de ligging nabij de stedelijke en industriële omgeving.

Figuur 5.2: Ruimtelijke spreiding PFAO (gecorrigeerd)

⁵ PFOS en PFOA worden vaak aangetroffen, wanneer een gehalte wordt aangetroffen kleiner dan de detectielimiet is de kans groot dat het werkelijke gehalte dicht bij de detectielimiet zit dan bij nul, daarom wordt de correctiefactor 0,7 gebruikt.

5.4 PFOS-totaal

Voor PFOS-totaal is in figuur 5.3 het gecorrigeerd gehalte weergegeven. Bij de sommatie zijn gehalten kleiner dan de detectielimiet in de sommatie meegenomen als 0,7*detectielimiet net als bij PFOS.



Bij PFOS is er bijna sprake van een omgekeerd beeld van dat bij PFOA. Aan de kust worden over het algemeen relatief hoge gehalten aan PFOS gemeten. Dit is een redelijk consistent beeld van noord tot zuid. Naar het oosten nemen de gehalten gemiddeld af, op Texel is dit erg sterk zichtbaar. Er zijn wel plaatselijk uitschieters te zien waardoor ook in het oosten soms hoge gehalten aan PFOS worden aangetroffen.

In de omgeving van Amsterdam-Amstelveen-Hoofddorp is de afname van PFOS in oostelijk richting minder opvallend dan in het overige deel van Noord-Holland.

Figuur 5.3: Ruimtelijke spreiding PFOS-totaal (gecorrigeerd)

5.5 Samenvatting en conclusie

Voor het totaal aan PFAS is er geen verschil in de ruimtelijke verspreiding over de provincie aan te geven, maar in de ruime omgeving van Amsterdam lijken er wel gemiddeld iets hogere gehalten te worden aangetroffen dan elders in de provincie. Het zijn echter gehalten die ook elders worden aangetroffen.

Opvallend is de verdeling van PFOS en PFOA. PFOS komt in het westen langs de kust in hogere gehalten voor en laat dan afnemende gehalten zien naar het oosten. Bij PFOA is dit beeld juist omgekeerd. In de wijde omgeving van Amsterdam is dit beeld minder sterk aanwezig. Het is niet aan te geven of dit beeld een gevolg van de geografie, belasting met PFAS of het verschil in bodem tussen het westen en het oosten. Om deze reden en omdat de verschillen klein zijn, wordt bij het vaststellen van de ACN geen rekening gehouden met de geografische spreiding.

6 Statistische analyse

6.1 Uitbijteranalyse

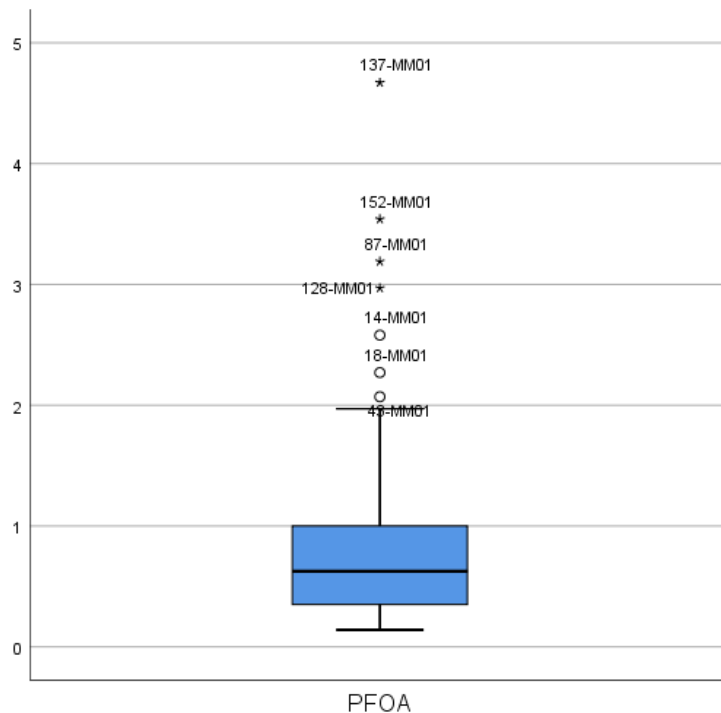
Bij het bepalen van de monsterlocaties is zorgvuldig getracht verdachte gebieden (met betrekking tot het voorkomen van een lokale bronbelasting met PFAS) te vermijden. Omdat de kennis rond het voorkomen van PFAS in het milieu, de oorzaak en de verspreiding ervan nog maar beperkt is, bestaat de mogelijkheid dat er onterecht monsterpunten zijn geselecteerd. Een onverwacht hoog gehalte kan duiden op een mogelijke lokale bronlocatie die bij de selectie van de monsterlocaties onterecht is meegenomen. Een statistische analyse van de uitbijters kan helpen bij het identificeren van onterecht geselecteerde locaties.

De uitbijteranalyse is uitgevoerd op de gecorrigeerde gehalten aan PFOS en PFOA in de bovengrond.

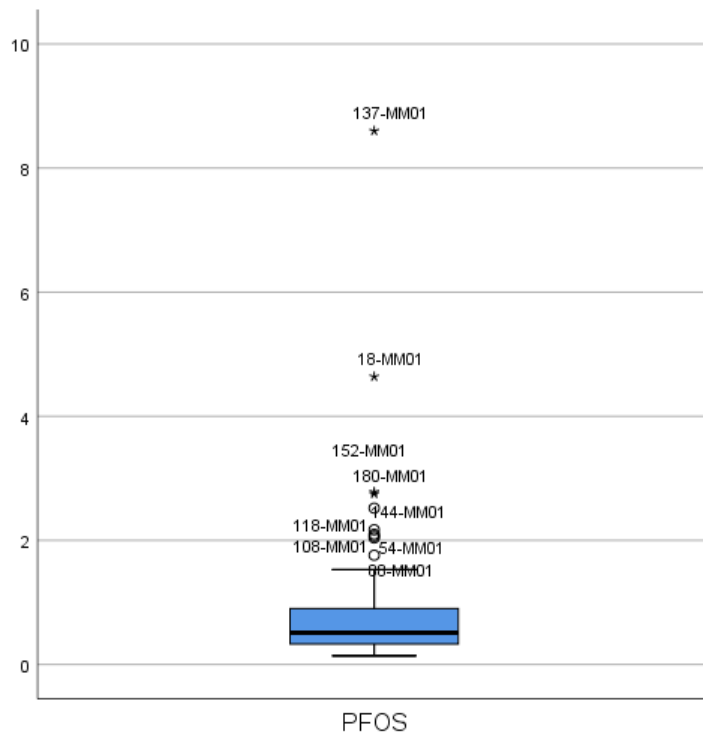
Er bestaat geen eenduidige definitie van een uitbijter. Het bepalen of een meetwaarde een uitbijter is derhalve een subjectieve exercitie, waar ook verschillende methoden voor bestaan. Een uitbijteranalyse die vaak gebruikt is de Boxplot genoemd. Deze werkt als volgt:

- Van de populatie worden de P25 en de P75 bepaald. Het verschil tussen beide waarden is de interkwartielafstand. Een waarde wordt een uitbijter beschouwd als deze groter is dan de P75 plus 1,5 maal de interkwartielafstand of kleiner dan de P25 minus de 1,5 maal de interkwartielafstand. Dit wordt weergegeven door middel van een de BOX-plot

In figuur 6.1 en 6.2 zijn de uitbijteranalyses voor de PFOA en PFOS in de toplaag als Boxplot weergegeven.



Figuur 6.1 Boxplot PFOA van toplaag, gecorrigeerde gehalten



Figuur 6.2: Boxplot PFOS van toplaag, gecorrigeerde gehalten

Voor PFOA is er sprake van 7 uitbijters (gehalten groter dan 2,07) en voor PFOS van 10 uitbijters (gehalten groter dan 1,76). De uitbijters zijn weergegeven in tabel 6.1 en 6.2.

Tabel 6.1: Uitbijters PFOA

Locatie	Typering	Bodemsoort	Gehalte $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.	Plaats
137-MM01	bosgrond	zand	4,67	Texel
152-MM01	gras (groenstrook)	klei	3,54	Amsterdam Nieuw-West
87-MM01	gras (braak)	klei	3,19	Waterland
128-MM01	gras (natuur)	zand	2,97	Twiske
14-MM01	gras (groenstrook)	klei	2,58	Oosterleek
18-MM01	gras (openbaar groen)	zand	2,27	Osdorp
43-MM01	gras (weiland)	klei	2,07	Beemster

Tabel 6.2: Uitbijters PFOS

locatie	typering	bodemsoort	gehalte µg/kg d.s.	plaats
137-MM01	bosgrond	zand	8,60	Texel
18-MM01	gras (openbaar groen)	zand	4,64	Osdorp
152-MM01	gras (groenstrook)	klei	2,78	Amsterdam Nieuw-West
180-MM01	bosgrond	zand	2,75	Castricum
122-MM01	duinen	zand	2,52	AWL
144-MM01	bosgrond	zand	2,17	Bloemendaal
108-MM01	gras (groenstrook)	klei	2,10	Amsterdam ZO
54-MM01	gras (groenstrook)	zand	2,07	Beverwijk
118-MM01	gras (openbaar groen)	Zand	2,04	Julianadorp
88-MM01	gras (braak)	klei	1,76	Avenhorn

Er zijn drie locatie die zowel bij PFOA als PFOS als uitschieter kunnen worden aangeduid:

- 137 bosgrond, duinen op Texel;
- 152 groenstrook, Amsterdam Nieuw-West;
- 18 gras, Openbaar groen Osdorp.

Op Texel worden bij locatie 137 zowel voor PFOA als PFAS de hoogste gehalten gemeten. Op bodemloket van de Omgevingsdienst Noord-Holland Noord is geen informatie beschikbaar over deze locatie. Navraag bij de Omgevingsdienst Noord-Holland Noord gemeente Texel en de milieupolitie van Texel heeft geen informatie opgeleverd dat er sprake zou kunnen zijn van een bronlocatie. Vooral nog zijn er geen redenen om aan te nemen dat het aldaar gemeten gehalte van een lokale puntbron afkomstig is. Met name het gehalte aan PFOS is erg hoog in vergelijking tot andere waarnemingen, maar het past wel in het beeld dat in de kuststrook hoge gehalten aan PFOS worden gemeten. Daarnaast is het een locatie in het bos **en** in de duinen **en** op zandgrond. Het blijkt dat in zandgrond, natuurgebieden en langs de kust juist verhoogde gehalten aan PFOS worden gemeten. De locatie op Texel voldoet aan alle drie de eigenschappen wat een verklaring is voor het hoge gehalte. Ondanks dat het statistisch een uitbijter is, is er geen aanleiding om te veronderstellen dat het gehalte niet als regionaal achtergrond gehalte kan worden gezien.

De andere uitbijters liggen (duidelijk) lager dan de locatie op Texel en er is geen reden om te veronderstellen dat deze locaties zijn beïnvloed door puntbronnen. Ook wijkt het verontreinigingspatroon van deze locaties niet af van de andere punten (de ondergrond is aanzienlijk minder belast, wat wijst op een atmosferische depositie), dus ook deze locaties worden niet uitgesloten voor de statistische analyse. De statistische analyse kan worden uitgevoerd op de volledige dataset.

6.2 Statistische parameters

In de tabellen 6.3, 6.4 en 6.5 zijn per bodemlaag diverse statistische parameters weergegeven voor PFOS-totaal en PFOA-totaal, beide gecorrigeerd voor organische stof. In zijn algemeenheid kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt. In alle gevallen ligt de gemiddelde waarde hoger dan P50. Dit betekent dat er meer waarnemingen onder het gemiddelde liggen dan boven het gemiddelde. Het gemiddelde wordt in sterke mate beïnvloed door een relatief klein aantal hoge waarden. Tevens zijn verschillende percentielen bepaald inclusief het 90% betrouwbaarheidsinterval van dat percentiel. Uit de tabellen blijkt dat het betrouwbaarheidsinterval van de meeste percentielen een vrij beperkte lengte is. Dit

geeft aan dat de zekerheid van het percentiel zelf vrij groot is. De enige uitzondering daarop zijn de percentielen voor PFOS in de ondergrond (0,5-1,0), waar de intervallen wat breder zijn, wat ook wordt veroorzaakt door het grote aantal gevallen waar niets is gemeten.

In het volgende hoofdstuk wordt nader ingegaan op enkele van de statistische parameters bij het bepalen van een mogelijk waarde voor het achtergrondconcentratieniveau.

Tabel 6.3: Toplaag (0,0-0,1) (gehalten in µg/kg d.s., gecorrigeerd)

PFOA gecorrigeerd							
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	102	90	0,73	0,97	0,25	29%	
gemiddelde	0,85						
Max	4,67						
min	0,14						
aantal<detectie	12						
standaarddeviatie	0,77						
P 50	0,64	90	0,58	0,73	0,16	24%	
P 60	0,76	90	0,65	0,87	0,22	29%	
P 70	0,93	90	0,82	1,09	0,27	29%	
P 75	1,04	90	0,87	1,17	0,30	29%	
P 80	1,20	90	0,98	1,49	0,51	42%	
P 85	1,43	90	1,14	1,66	0,53	37%	
P 90	1,69	90	1,46	2,06	0,61	36%	
P 95	2,33	90	1,69	3,18	1,49	64%	
PFOS gecorrigeerd							
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	102	90	0,47	0,60	0,13	16%	
gemiddelde	0,81						
Max	8,60						
min	0,14						
aantal<detectie	6						
standaarddeviatie	1,04						
P 50	0,52	90	0,47	0,60	0,13	25%	
P 60	0,62	90	0,53	0,71	0,18	29%	
P 70	0,76	90	0,65	0,95	0,29	38%	
P 75	0,87	90	0,70	1,06	0,36	41%	
P 80	1,02	90	0,80	1,22	0,42	42%	
P 85	1,21	90	0,97	1,53	0,56	46%	
P 90	1,59	90	1,21	2,10	0,89	56%	
P 95	2,28	90	1,53	2,78	1,25	55%	

Tabel 6.4: Bovengrond (0,1-0,5) (gehalten in µg/kg d.s., gecorrigeerd)

PFOA-totaal gecorrigeerd							
		Betrouwbaarheidsinterval (%)	Betrouwbaarheidsinterval				
			Laag	Hoog	Lengte	Relatieve lengte	
aantal waarnemingen	106	90	0,37	0,54	0,17	28%	
gemiddelde	0,60						
max	4,42						
min	0,14						
aantal < detectie	14						
standaarddeviatie	0,59						
P 50	0,43	90	0,37	0,54	0,17	39%	
P 60	0,55	90	0,44	0,65	0,21	38%	
P 70	0,66	90	0,59	0,77	0,18	27%	
P 75	0,74	90	0,65	0,87	0,22	30%	
P 80	0,83	90	0,67	0,96	0,29	35%	
P 85	0,95	90	0,80	1,16	0,36	38%	
P 90	1,18	90	0,89	1,48	0,59	50%	
P 95	1,57	90	1,23	1,84	0,60	38%	

PFOS-totaal gecorrigeerd							
		Betrouwbaarheidsinterval (%)	Betrouwbaarheidsinterval				
			Laag	Hoog	Lengte	Relatieve lengte	
aantal waarnemingen	106	90	0,27	0,37	0,10	21%	
gemiddelde	0,48						
max	5,50						
min	0,08						
aantal < detectie	14						
standaarddeviatie	0,62						
P 50	0,33	90	0,27	0,37	0,10	30%	
P 60	0,39	90	0,36	0,43	0,07	18%	
P 70	0,47	90	0,41	0,54	0,13	28%	
P 75	0,53	90	0,43	0,68	0,25	47%	
P 80	0,64	90	0,51	0,82	0,31	49%	
P 85	0,79	90	0,58	0,96	0,38	49%	
P 90	0,99	90	0,79	1,28	0,49	50%	
P 95	1,31	90	0,96	1,51	0,55	42%	

Tabel 6.5: Ondergrond (0,5-1,0) (gehalten in µg/kg d.s., gecorrigeerd)

PFOA-totaal gecorrigeerd							
		Betrouwbaarheidsinterval (%)	Betrouwbaarheidsinterval				
			Laag	Hoog	Lengte	Relatieve lengte	
aantal waarnemingen	106,00	90	0,14	0,24	0,10	35%	
gemiddelde	0,29						
max	2,40						
min	0,11						
aantal < detectie	49,00						
standaarddeviatie	0,30						
P 50	0,17	90	0,14	0,24	0,10	59%	
P 60	0,24	90	0,19	0,27	0,08	33%	
P 70	0,28	90	0,26	0,30	0,04	14%	
P 75	0,30	90	0,27	0,37	0,10	33%	
P 80	0,35	90	0,29	0,43	0,14	40%	
P 85	0,42	90	0,32	0,59	0,27	64%	
P 90	0,55	90	0,39	0,72	0,33	60%	
P 95	0,80	90	0,57	1,04	0,48	59%	
PFOS-totaal gecorrigeerd							
		Betrouwbaarheidsinterval (%)	Betrouwbaarheidsinterval				
			Laag	Hoog	Lengte	Relatieve lengte	
aantal waarnemingen	106,00	90	0,14	0,14	0,00	0%	
gemiddelde	0,24						
max	3,54						
min	0,08						
aantal < detectie	68,00						
standaarddeviatie	0,38						
P 50	0,14	90	0,14	0,14	0,00	0%	
P 60	0,14	90	0,14	0,14	0,00	0%	
P 70	0,16	90	0,14	0,21	0,07	43%	
P 75	0,19	90	0,14	0,23	0,09	45%	
P 80	0,23	90	0,20	0,30	0,10	44%	
P 85	0,28	90	0,21	0,34	0,13	46%	
P 90	0,39	90	0,28	0,69	0,41	106%	
P 95	0,71	90	0,34	1,08	0,75	104%	

6.3 Statistische parameters naar gebruik van de locatie

Voor de toplaag zijn de statistische gegevens ook bepaald voor de verschillende soorten gebruik (natuur, landbouw en bebouwde omgeving). De resultaten zijn opgenomen in bijlage 3 en samengevat in de tabellen 6.6 (gecorrigeerde parameters) en 6.7 (ongecorrigeerde parameters). Opgemerkt dient te worden dat deze uitsplitsing naar gebruik tot gevolg heeft dat er per gebruik statistische berekeningen worden uitgevoerd met minder gegevens. Hierdoor zijn de resultaten van de statistische berekening minder betrouwbaar, wat ook blijkt uit de betrouwbaarheidsintervallen die in het algemeen langer zijn. Zo zijn er bij het gebruik natuur slechts achttien waarnemingen, waarvan er zes lager zijn dan de detectielimiet, dit heeft een duidelijk langer betrouwbaarheidsinterval tot gevolg.

6.3.1 Gecorrigeerde parameters

Bij de functie landbouw zijn zowel het gemiddelde als de P95 kleiner dan de waarde van alle soorten van gebruik tezamen. Bij de functie bebouwd zijn zowel voor PFOA als PFOS het gemiddelde en de P95 (iets) hoger dan voor de waarde van alle soorten van gebruik tezamen. Bij de functie natuur zijn het gemiddelde en de P95 voor PFOA ongeveer gelijk tot

iets hoger dan voor het gemiddelde van alle soorten van gebruik tezamen. Bij PFOS is in de natuur sprake van een duidelijk hoger gemiddelde en P95.

Tabel 6.6: *Statistische parameters per bodemgebruik (gehalten in $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s., gecorrigeerd) vergeleken met het gemiddelde voor alle soorten van gebruik*

Gebruik		Aantal waarnemingen	Min.	Max.	Gemiddelde	P95 en 90% interval		
						P95	Laag	Hoog
Landbouw	PFOA	51	0,14	2,07	0,68	1,40	1,13	1,85
	PFOS	51	0,14	0,97	0,44	0,75	0,69	0,85
Bebouwd	PFOA	33	0,14	3,54	1,08	2,72	1,85	3,54
	PFOS	33	0,14	4,64	1,03	2,63	1,76	4,64
Natuur	PFOA	18	0,14	4,67	0,87	2,96	1,17	4,67
	PFOS	18	0,14	8,60	1,50	4,53	1,71	8,60
Algemeen	PFOA	102	0,14	4,67	0,86	2,33	1,69	3,18
	PFOS	102	0,14	8,60	0,81	2,28	1,53	2,78

6.3.2 Ongecorrigeerde parameters

Bij de ongecorrigeerde parameters is dezelfde trend te zien als bij de gecorrigeerde parameters, maar de verschillen zijn duidelijk minder groot; voor landbouw worden nog wel iets lagere waarden waargenomen, voor bebouwd gebied iets hogere waarden. Bij natuur is er ook weer een verschil tussen PFOA en PFOS. Voor PFOA worden iets lagere tot vergelijkbare waarden waargenomen dan voor de waarde alle soorten gebruik tezamen, maar voor PFOS zijn de waarden juist weer hoger.

Tabel 6.7: *Statistische parameters per bodemgebruik (gehalten in $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s., ongecorrigeerd) vergeleken met de waarden voor alle soorten van gebruik*

Gebruik		Aantal waarnemingen	Min.	Max.	Gemiddelde	P95 en 90% interval		
						P95	Laag	Hoog
Landbouw	PFOA	51	0,14	3,02	0,93	2,50	1,87	3,20
	PFOS	51	0,14	1,93	0,59	1,27	0,92	1,73
Bebouwd	PFOA	33	0,14	5,30	1,14	3,13	1,97	5,30
	PFOS	33	0,14	4,64	1,06	2,69	2,04	4,64
Natuur	PFOA	18	0,14	4,67	0,86	2,95	1,02	4,67
	PFOS	18	0,14	8,60	1,47	4,40	1,71	8,60
Algemeen	PFOA	102	0,14	5,30	1,01	2,88	2,27	3,52
	PFOS	102	0,14	8,60	0,90	2,32	1,93	2,78

6.3.3 Conclusie

Bij uitsplitsing naar gebruik blijken de statistische waarden voor het gebruik landbouw iets lager te liggen dan voor de waarde alle soorten gebruik tezamen, bij de ongecorrigeerde parameters is dit minder duidelijk dan bij de gecorrigeerde parameters. Bij de functie bebouwd worden, ten opzichte van de waarde alle soorten gebruik tezamen, iets hogere waarden waargenomen en bij de functie natuur vergelijkbare waarden voor PFOA en hogere waarden voor PFOS. Dit laatste wordt mede veroorzaakt doordat een belangrijk deel van het areaal natuur is gelegen langs de kust, waar hogere waarden aan PFOS worden gemeten. Bij de vergelijking dient bedacht te worden dat het aantal waarnemingen per functie verschillend is, waardoor er ook sprake van een verschillende betrouwbaarheid per functie. De meest opvallende afwijking van het gemiddelde voor de waarde alle soorten

gebruik tezamen wordt waargenomen bij de functie natuur, waarvan ook het aantal waarnemingen het kleinst is. De betrouwbaarheidsintervallen zijn bij de functie natuur dan ook groot waardoor deze toch in belangrijke mate overlappen met de betrouwbaarheidsintervallen van de andere functies en van de volledige set parameters, waardoor er een redelijke mogelijkheid aanwezig is dat een P95 of gemiddelde in wekelijkheid weinig afwijkt van die bij de andere functies.

6.4 Statistische gegevens samengestelde lagen

Op basis van de bepaalde gehalten aan PFOA en PFAS voor de drie lagen zoals die zijn onderzocht zijn ook gehalten berekend voor de lagen 0,0-0,5 m -mv en 0,0-1,0 mv. De gehalten zijn berekend op basis van de gewogen gemiddelden op basis van de laagdikte van de gemeten waarden. De resultaten staan weergegeven in de tabellen 6.7 en 6.8.

Voor de laag 0,0-0,5 m-mv liggen de waarden uiteraard tussen die van de laag 0,0-0,1 m-mv en 0,1- 0,5 m -mv, maar dichterbij de waarden van de laatste laag. De laag van 0,0 tot 1,0 m -mv is het gemiddelde van de laag van 0,0 tot 0,5 m -mv en de laag van 0,5-1,0 m-mv.

Tabel 6.8: Laag van 0,0-0,5 (gehalten in $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s., gecorrigeerd)

PFOA-totaal gecorrigeerd						
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval			relatieve lengte
			laag	hoog	lengte	
aantal waarnemingen	103					
gemiddelde	0,65	90	0,56	0,75	0,19	29%
Max	4,24					
min	0,14					
aantal<detectie	8					
standaarddeviatie	0,59					
P 50	0,50	90	0,43	0,59	0,16	32%
P 60	0,61	90	0,52	0,69	0,17	28%
P 70	0,73	90	0,62	0,84	0,22	30%
P 75	0,81	90	0,69	0,87	0,18	22%
P 80	0,87	90	0,80	0,96	0,16	18%
P 85	0,96	90	0,86	1,15	0,29	30%
P 90	1,16	90	0,95	1,46	0,51	44%
P 95	1,67	90	1,15	2,27	1,12	67%
PFOS-totaal gecorrigeerd						
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval			relatieve lengte
			laag	hoog	lengte	
aantal waarnemingen	103					
gemiddelde	0,55	90	0,33	0,42	0,09	16%
Max	5,33					
min	0,14					
aantal<detectie	3					
standaarddeviatie	0,65					
P 50	0,37	90	0,33	0,42	0,09	24%
P 60	0,44	90	0,39	0,50	0,11	25%
P 70	0,54	90	0,46	0,69	0,23	43%
P 75	0,62	90	0,49	0,75	0,26	42%
P 80	0,71	90	0,58	0,83	0,25	35%
P 85	0,83	90	0,70	1,06	0,36	43%
P 90	1,06	90	0,83	1,29	0,46	43%
P 95	1,48	90	1,06	2,22	1,16	78%

Tabel 6.9: Laag van 0,0-1,0 (gehalten in µg/kg d.s., gecorrigeerd)

PFOA-totaal gecorrigeerd							
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval			relatieve lengte	
			laag	hoog	lengte		
aantal waarnemingen	102	90	0,41	0,53	0,13	27%	
gemiddelde	0,47						
Max	2,28						
min	0,14						
aantal<detectie	6						
standaarddeviatie	0,37						
P 50	0,37	90	0,32	0,43	0,11	30%	
P 60	0,43	90	0,37	0,50	0,13	30%	
P 70	0,51	90	0,44	0,58	0,13	26%	
P 75	0,56	90	0,49	0,62	0,13	23%	
P 80	0,61	90	0,53	0,69	0,16	26%	
P 85	0,68	90	0,59	0,86	0,27	39%	
P 90	0,84	90	0,63	1,02	0,39	46%	
P 95	1,13	90	0,86	1,57	0,71	63%	
PFOS-totaal gecorrigeerd							
		betrouwbaarheidsinterval (%)	betrouwbaarheidsinterval			relatieve lengte	
			laag	hoog	lengte		
aantal waarnemingen	102	90	0,24	0,28	0,05	12%	
gemiddelde	0,40						
Max	2,83						
min	0,14						
aantal<detectie	4						
standaarddeviatie	0,42						
P 50	0,26	90	0,24	0,28	0,05	19%	
P 60	0,30	90	0,26	0,34	0,07	25%	
P 70	0,37	90	0,32	0,44	0,13	34%	
P 75	0,42	90	0,34	0,48	0,15	35%	
P 80	0,47	90	0,40	0,59	0,19	40%	
P 85	0,58	90	0,45	0,84	0,39	67%	
P 90	0,80	90	0,58	1,05	0,46	58%	
P 95	1,12	90	0,84	1,61	0,77	69%	

7 Bepalen Achtergrondconcentratieniveau (ACN)

7.1 Relevante PFAS-componenten

Bij het bepalen van de landelijke Achtergrondwaarde (AW2000) voor de bekende stoffen in de bodem is gebruik gemaakt van de P95 van de toplaag van de bodem (0,0-0,1 m -mv). Het ligt voor de hand om deze methode ook toe te passen voor het ACN van PFAS, het is uiteindelijk echter een beleidsmatige keuze welke laag en welk percentiel worden gehanteerd voor het bepalen van het ACN.

Op basis van de resultaten van het uitgevoerde onderzoek blijkt dat slechts enkele PFAS-componenten met enige regelmaat worden aangetroffen; te weten PFOA en PFOS (beide zowel vertakt als lineair) en perfluorbutaanzuur. Deze laatste parameter wordt al aanzienlijk minder vaak aangetroffen dan PFOA en PFOS en altijd in combinatie met PFOS en/of PFOA en in duidelijk lagere concentraties dan PFOA en PFOS. In de meeste gevallen is de concentratie 10% of minder dan de som van PFOS en PFOA en niet hoger dan 25% van deze som.

Alle andere onderzochte componenten zijn in veel mindere mate aanwezig of helemaal niet aangetroffen. Er zijn natuurlijk nog vele andere PFAS-componenten die helemaal niet onderzocht zijn en waarvan niet bekend is of deze regelmatig en in significante gehalten voorkomen in de bodem (bij locaties waar geen sprake is van een bronbelasting). Er zijn echter geen aanwijzingen dat dit het geval is.

Voorgesteld wordt om voor PFOA en PFOS (totaal) een achtergrondconcentratieniveau vast te stellen en dit als maatgevend te beschouwen voor PFAS in "onbelaste" gebieden.

7.2 Waarde voor het Achtergrondconcentratieniveau (ACN)

Bij de bepaling van de landelijke achtergrondwaarde is de P95 gebruikt om de achtergrondwaarde vast te stellen. Het ligt voor de hand om deze waarde ook hier toe te passen. In de onderstaande tabellen is de P95 weergegeven voor de verschillende grondlagen.

Tabel 7.1: Waarde van de P95 voor verschillende bodemlagen

Laag	PFOA (µg/kg d.s.)	PFOS (µg/kg d.s.)
	P95	90% interval
Toplaag (0,0-0,1 m -mv)	2,33	1,69 - 3,18 (65%)
Bovenlaag (0,1-0,5 m -mv)	1,57	1,23-1,84 (38%)
Onderlaag (0,5-1,0 m -mv)	0,8	0,57-1,04 (59%)
Berekende lagen		
0,0-0,5 m -mv	1,68	1,15-2,17 (67%)
0,0-1,0 m -mv	1,13	0,86-1,57 (63%)

Er blijkt duidelijk een gradiënt in de bodem aanwezig. In de ondergrond worden duidelijk lagere waarden aangetroffen dan in beide bovenliggende lagen (toplaag en bovenlaag). Het verschil tussen de toplaag en de bovenlaag is wel iets kleiner dan tussen de bovenlaag en de onderlaag. Een en ander heeft natuurlijk te maken met de oorzaak van de verontreiniging; atmosferische depositie, de verontreiniging ontstaat van bovenaf.

Gemiddeld is de concentratie van de bovengrond lager dan van de toplaag, maar de mate waarin blijkt een verband te hebben met het grondgebruik. Als er veel sprake is van bewerking (akkerbouw) van de grond dan blijkt het verschil kleiner dan bij bodemgebruik waarbij geen (bos) of weinig (weide/gras) bewerking van de bovengrond plaatsvindt.

Het gebruik heeft ook invloed op de gemiddelde concentratie (en de P95) die wordt aangetroffen. In landbouwgebieden is het gehalte voor zowel PFOS als PFOA duidelijk lager dan gemiddeld, in bebouwd gebied iets hoger en in natuurgebieden is het gehalte aan PFOS duidelijk hoger, terwijl PFOA ongeveer gemiddelde waarden laat zien. Het verschil in voorkomen van PFOS en PFOA in natuurgebieden kan mogelijk verklaard worden doordat de natuurgebieden in Noord-Holland vooral gesitueerd zijn aan de kust, waar hogere gehalten aan PFOS worden gemeten. Omdat er een beperkt aantal onderzoekslocaties in natuurgebieden is gesitueerd is de onzekerheid van de resultaten groter dan bij beide andere soorten van gebruik.

In aansluiting op de landelijke achtergrondwaarde wordt voorgesteld de P95 van de toplaag als ACN te hanteren, zie tabel 7.2.

Tabel 7.2 Waarde van de P95 voor de Toplaag (0,0 - 0,1 m -mv)

	PFOA	PFOS
	(µg/kg d.s.)	(µg/kg d.s.)
Voorgesteld achtergrond concentratieniveau	2,34	2,27

In tabel 7.3 is het gemiddelde en de P50 opgenomen als vergelijking met het voorgesteld ACN gebaseerd op de P95 in de bovenste 10 cm. Tevens is het aantal waarnemingen uit het onderzoek aangegeven dat groter is dan de P95.

Tabel 7.3 Aantal waarnemingen groter dan de P95

	Gemiddelde	P50	P95	Aantal waarnemingen groter P95
PFOA	0,85	0,63	2,34	8 van 314
PFOS	0,81	0,53	2,27	7 van 314

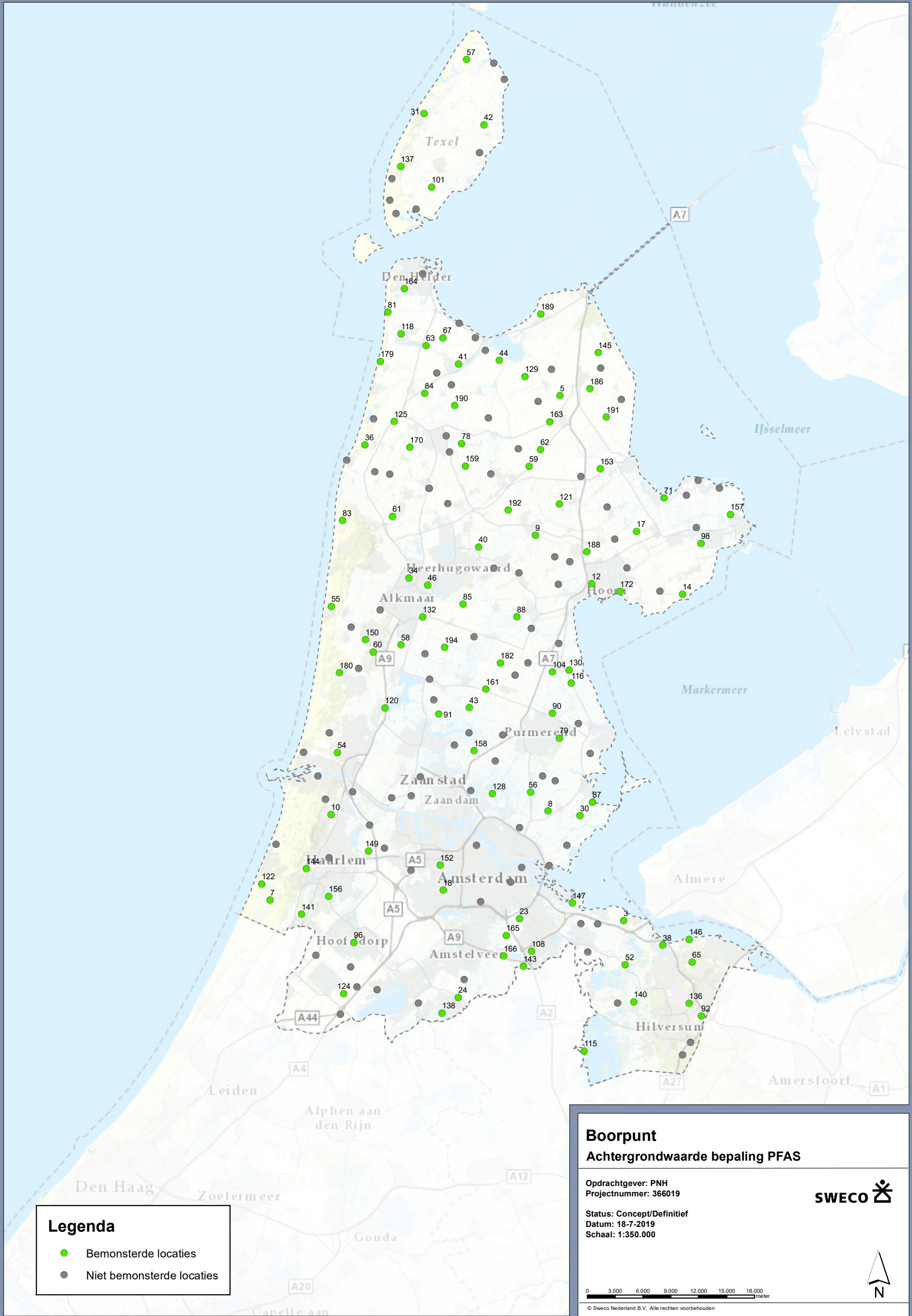
Voor zowel PFOS als PFOA geldt dat het voorgestelde ACN in een redelijke verhouding staat tot de gemiddelde gehalten die worden aangetroffen. Als de P95 wordt vergeleken met de BOXplot zoals opgenomen in hoofdstuk 6, dan blijkt de P95 net boven de bovenste kwartielgrens ligt en als zwakke uitbijter kan worden aangeduid.

Locaties met waarnemingen hoger dan de ACN zoals opgenomen in tabel 7.3 is vastgesteld dat het locaties zijn die niet verdacht zijn op het voorkomen van PFAS. Dat heeft tot gevolg dat deze monsters eigenlijk ten onrechte als verontreinigd moet worden beschouwd als de ACN wordt toegepast. Dit probleem kan (beleidsmatig) deels worden opgelost door ook een "Hans-rekenregel" te hanteren; bijvoorbeeld als een of twee van de vier PFOA/PFAS-componenten de ACN met X-procent overschrijdt dat de grond dan toch als schoon mag worden beschouwd.

7.3 Grondlagen en ACN

Het thans uitgevoerde onderzoek heeft zich alleen gericht op de bovenste meter van de bodem. Naar de diepte toe is een afnemend gehalte aan PFAS waar te nemen. De verwachting is dat (ongeroerde) grond afkomstig van dieper dan 1 m -mv niet of in zeer beperkte mate met PFAS belast is. De afweging dient gemaakt te worden of het wenselijk is dat grond die PFAS bevat, maar voldoet aan het ACN, in de diepere bodemlagen wordt toegepast. Hierbij kan in overweging worden genomen dat het Tijdelijk toetsingskader het toepassen van grond met PFAS beneden de grondwaterspiegel niet toe staat.

Bijlage 1 Monsterlocaties




Legenda

- Bemonsterde locaties
- Niet bemonsterde locaties

Boorpunt
Achtergrondwaarde bepaling PFAS


Opdrachtgever: PNH
 Projectnummer: 366019

Status: Concept/Definitief
 Datum: 18-7-2019
 Schaal: 1:350.000

SWECO 

0 3.000 6.000 9.000 12.000 15.000 18.000 meter

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden


 N

Bijlage 2 Ruimtelijke spreiding

Toplaag PFAS (som)

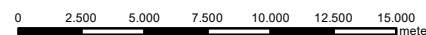
Achtergrondwaarde bepaling PFAS

Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019



Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3

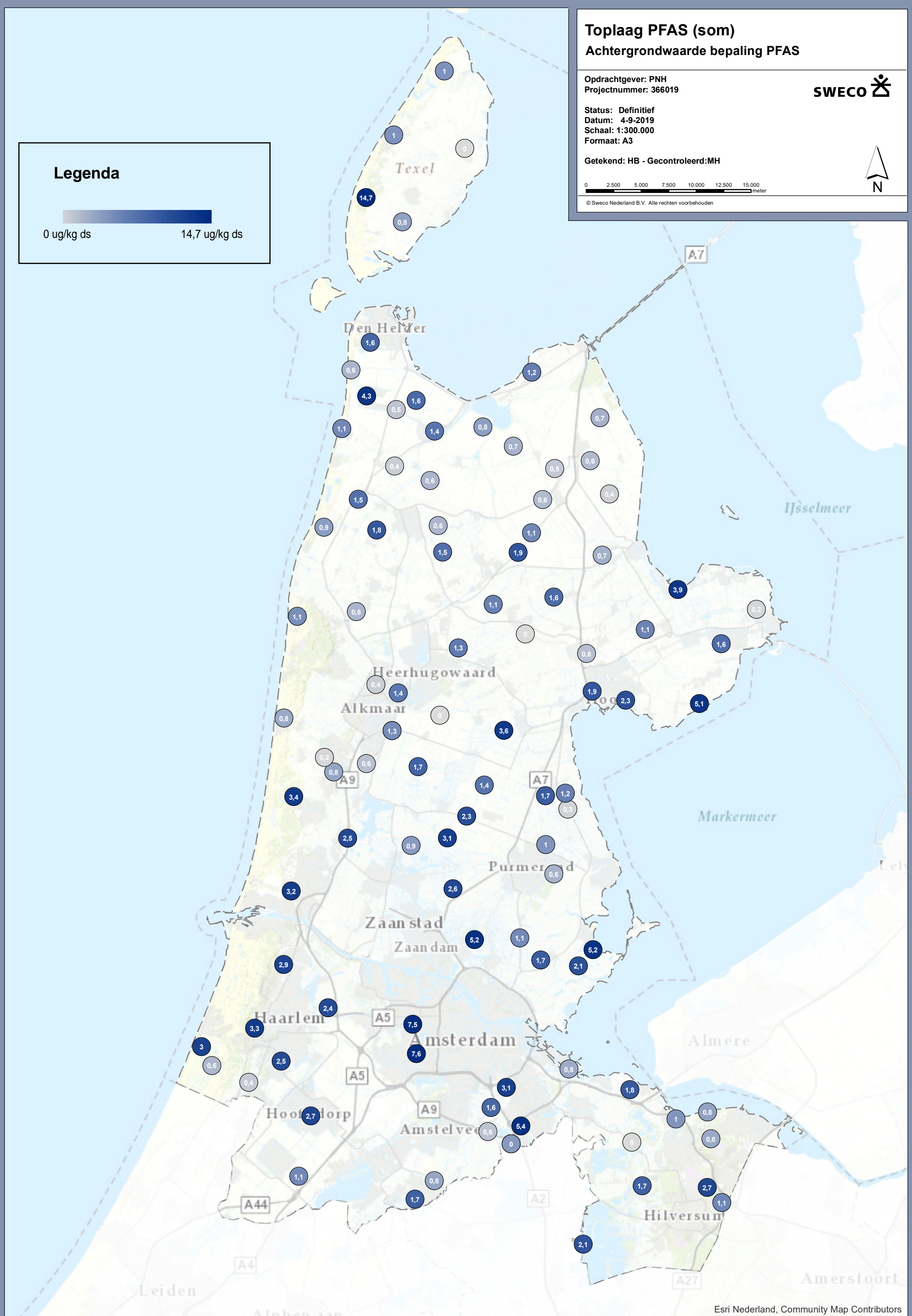
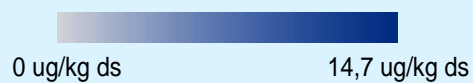
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Legenda



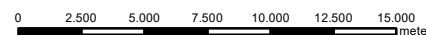
Toplaag PFOA (lineair+vertakt) Achtergrondwaarde bepaling PFAS

Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019



Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3

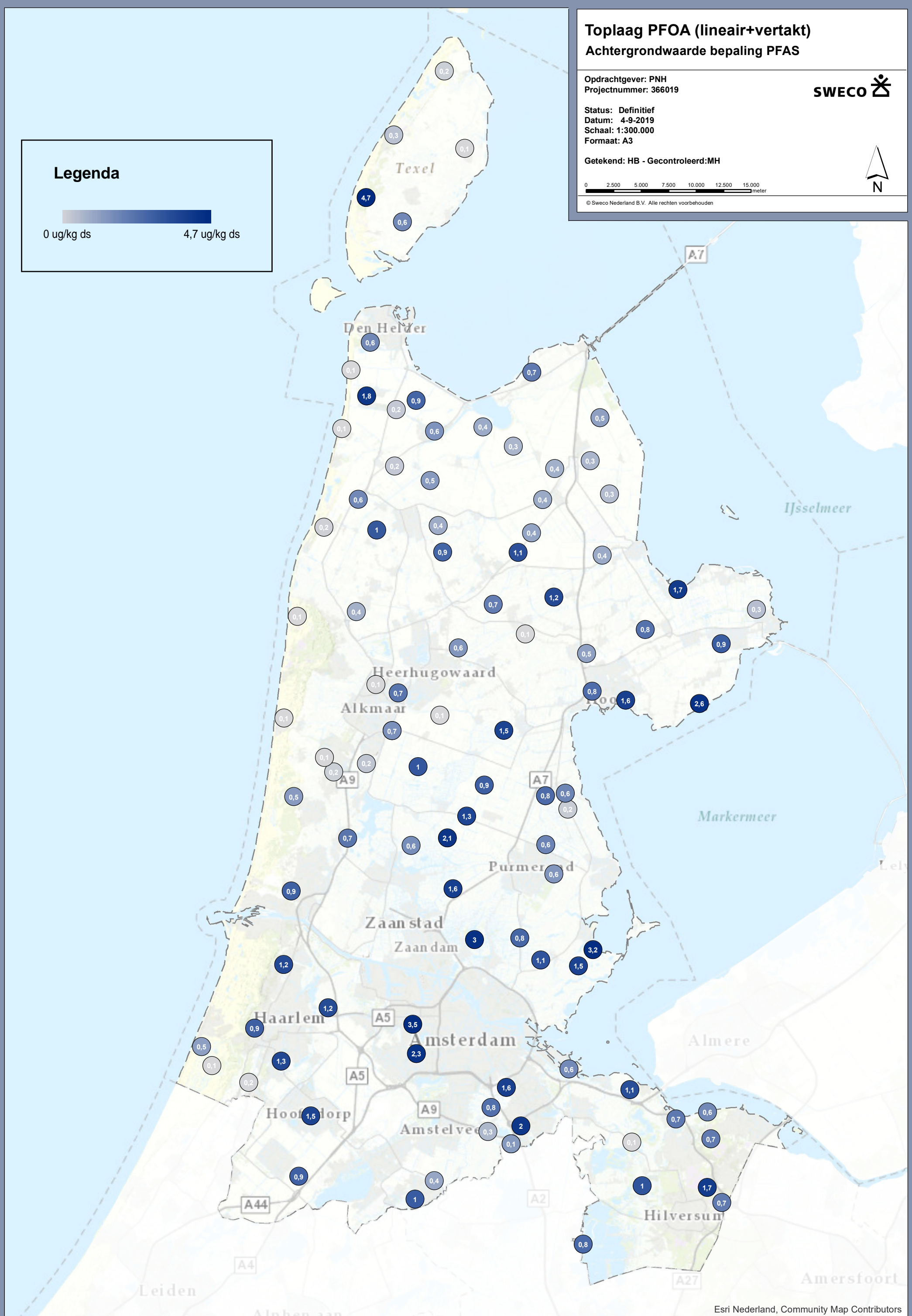
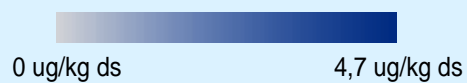
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Legenda



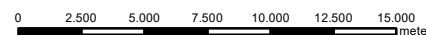
Toplaag PFOS (lineair+vertakt) Achtergrondwaarde bepaling PFAS

Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019



Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3

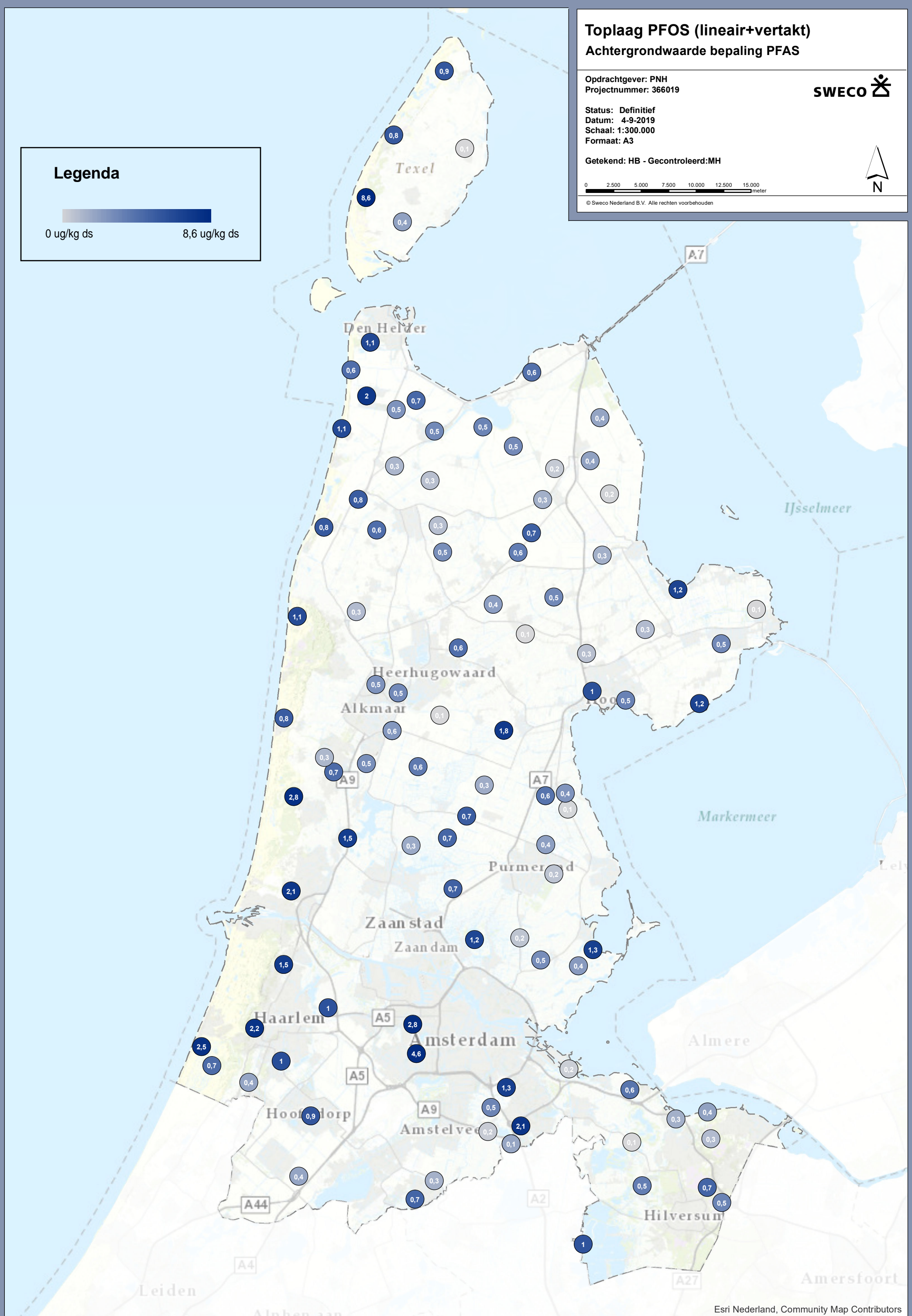
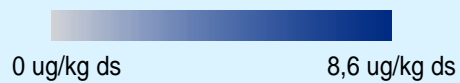
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Legenda



Bijlage 3 Statistische parameters per bodemgebruik

Statistische parameters topplaag (0,0-0,1) gebruik landbouw

PFOA gecorrigeerd							
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	51						
gemiddelde	0,68	90	0,59	0,78	0,19	28%	
Max	2,07						
min	0,14						
aantal<detectie	3						
standaarddeviatie	0,41						
P 50	0,61	90	0,51	0,68	0,17	28%	
P 60	0,70	90	0,59	0,87	0,28	39%	
P 70	0,85	90	0,66	0,99	0,33	39%	
P 75	0,93	90	0,73	1,06	0,34	37%	
P 80	1,00	90	0,86	1,14	0,28	28%	
P 85	1,08	90	0,95	1,23	0,28	26%	
P 90	1,18	90	0,99	1,50	0,50	43%	
P 95	1,40	90	1,13	1,85	0,72	51%	

PFOS gecorrigeerd							
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	51						
gemiddelde	0,44	90	0,37	0,47	0,10	24%	
Max	0,97						
min	0,14						
aantal<detectie	3						
standaarddeviatie	0,19						
P 50	0,41	90	0,37	0,47	0,10	25%	
P 60	0,47	90	0,38	0,54	0,16	33%	
P 70	0,53	90	0,45	0,61	0,16	30%	
P 75	0,57	90	0,49	0,62	0,14	24%	
P 80	0,60	90	0,54	0,70	0,16	26%	
P 85	0,65	90	0,57	0,72	0,15	23%	
P 90	0,69	90	0,65	0,74	0,09	13%	
P 95	0,75	90	0,69	0,89	0,20	27%	

Statistische parameters top laag (0,0-0,1) gebruik bebouwd

PFOA gecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	33					
gemiddelde	1,08	90	0,84	1,35	0,51	47%
Max	3,54					
min	0,14					
aantal<detectie	3					
standaarddeviatie	0,87					
P 50	0,82	90	0,60	0,94	0,34	42%
P 60	1,03	90	0,75	1,52	0,77	74%
P 70	1,35	90	0,85	1,73	0,88	65%
P 75	1,51	90	0,87	1,97	1,10	73%
P 80	1,67	90	1,27	2,23	0,96	57%
P 85	1,89	90	1,49	2,58	1,09	58%
P 90	2,22	90	1,57	3,19	1,62	73%
P 95	2,72	90	1,85	3,54	1,69	62%

PFOS gecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	33					
gemiddelde	1,03	90	0,50	1,12	0,62	60%
Max	4,64					
min	0,14					
aantal<detectie	2					
standaarddeviatie	0,92					
P 50	0,79	90	0,50	1,12	0,62	78%
P 60	1,00	90	0,61	1,24	0,63	63%
P 70	1,20	90	0,95	1,58	0,63	52%
P 75	1,32	90	1,02	2,04	1,02	77%
P 80	1,49	90	1,17	2,06	0,89	60%
P 85	1,73	90	1,24	2,10	0,86	50%
P 90	2,03	90	1,73	2,78	1,05	52%
P 95	2,63	90	1,76	4,64	2,88	110%

Statistische parameters top laag (0,0-0,1) gebruik natuur

PFOA gecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	18					
gemiddelde	0,87	90	0,46	1,37	0,91	104%
Max	4,67					
min	0,14					
aantal<detectie	6					
standaarddeviatie	1,19					
P 50	0,47	90	0,17	0,67	0,50	107%
P 60	0,61	90	0,29	0,98	0,69	112%
P 70	0,81	90	0,49	1,60	1,11	136%
P 75	0,99	90	0,57	1,67	1,10	111%
P 80	1,25	90	0,61	2,45	1,84	148%
P 85	1,64	90	0,67	3,74	3,07	187%
P 90	2,20	90	0,82	4,67	3,85	175%
P 95	2,96	90	1,17	4,67	3,50	118%

PFOS gecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	18					
gemiddelde	1,50	90	0,69	1,19	0,51	34%
Max	8,60					
min	0,14					
aantal<detectie	1					
standaarddeviatie	1,92					
P 50	0,91	90	0,69	1,19	0,51	55%
P 60	1,10	90	0,80	1,66	0,86	78%
P 70	1,40	90	0,81	2,49	1,68	119%
P 75	1,62	90	1,00	2,52	1,52	94%
P 80	1,93	90	1,06	2,75	1,69	88%
P 85	2,40	90	1,14	5,38	4,24	177%
P 90	3,20	90	2,40	8,60	6,20	194%
P 95	4,53	90	1,71	8,60	6,89	152%

Berekeningen met ongecorrigeerde waarden

Berekening voor de ongecorrigeerde waarden
 Toplaag (0,0-0,1 m -mv)

PFOA gecorrigeerd							
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	102						
gemiddelde	1,01	90	0,85	1,17	0,32	31%	
Max	5,30						
min	0,14						
aantal<detectie	12						
standaarddeviatie	0,96						
P 50	0,71	90	0,60	0,87	0,27	37%	
P 60	0,89	90	0,72	1,07	0,35	39%	
P 70	1,16	90	0,93	1,41	0,47	41%	
P 75	1,33	90	1,07	1,57	0,50	37%	
P 80	1,53	90	1,27	1,93	0,66	43%	
P 85	1,81	90	1,46	2,27	0,81	45%	
P 90	2,20	90	1,70	2,58	0,88	40%	
P 95	2,84	90	2,27	3,52	1,25	44%	

PFOS gecorrigeerd							
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval				
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte	
aantal waarnemingen	102						
gemiddelde	0,90	90	0,51	0,72	0,21	23%	
Max	8,60						
min	0,14						
aantal<detectie	6						
standaarddeviatie	1,05						
P 50	0,62	90	0,51	0,72	0,21	33%	
P 60	0,76	90	0,64	0,90	0,26	35%	
P 70	0,93	90	0,80	1,09	0,29	31%	
P 75	1,04	90	0,90	1,23	0,33	32%	
P 80	1,20	90	0,99	1,46	0,47	39%	
P 85	1,43	90	1,18	1,93	0,75	53%	
P 90	1,82	90	1,43	2,10	0,67	37%	
P 95	2,33	90	1,93	2,78	0,85	36%	

Statistische parameters toplaag (0,0-0,1) gebruik bebouwd

Ongecorrigeerde parameters

PFOA ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	33					
gemiddelde	1,14	90	0,85	1,48	0,63	55%
Max	5,30					
min	0,14					
aantal<detectie	3					
standaarddeviatie	1,09					
P 50	0,75	90	0,60	1,27	0,67	89%
P 60	1,01	90	0,64	1,49	0,85	84%
P 70	1,37	90	0,78	1,77	0,99	72%
P 75	1,55	90	1,13	1,97	0,84	54%
P 80	1,73	90	1,33	2,27	0,94	54%
P 85	1,96	90	1,49	2,58	1,09	56%
P 90	2,33	90	1,57	3,54	1,97	84%
P 95	3,13	90	1,97	5,30	3,33	106%

PFOS ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	33					
gemiddelde	1,06	90	0,50	1,20	0,70	66%
Max	4,64					
min	0,14					
aantal<detectie	2					
standaarddeviatie	0,94					
P 50	0,78	90	0,50	1,20	0,70	90%
P 60	0,99	90	0,70	1,46	0,76	77%
P 70	1,28	90	0,81	1,87	1,06	83%
P 75	1,46	90	0,93	2,07	1,14	78%
P 80	1,66	90	1,20	2,09	0,89	53%
P 85	1,87	90	1,31	2,10	0,79	42%
P 90	2,12	90	1,87	2,78	0,91	43%
P 95	2,69	90	2,04	4,64	2,60	97%

Statistische parameters toplaag (0,0-0,1) gebruik landbouw

Ongecorrigeerde waarden

PFOA ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	51					
gemiddelde	0,93	90	0,77	1,11	0,34	37%
Max	3,20					
min	0,14					
aantal<detectie	2					
standaarddeviatie	0,76					
P 50	0,67	90	0,56	0,86	0,30	45%
P 60	0,84	90	0,65	1,10	0,45	54%
P 70	1,09	90	0,76	1,37	0,61	56%
P 75	1,22	90	0,92	1,42	0,51	41%
P 80	1,38	90	1,10	2,04	0,94	68%
P 85	1,64	90	1,22	2,32	1,10	67%
P 90	2,02	90	1,37	2,52	1,15	57%
P 95	2,50	90	1,87	3,20	1,33	53%

PFOS ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	51					
gemiddelde	0,59	90	0,38	0,61	0,23	38%
Max	1,93					
min	0,14					
aantal<detectie	2					
standaarddeviatie	0,36					
P 50	0,50	90	0,38	0,61	0,23	45%
P 60	0,59	90	0,49	0,70	0,21	36%
P 70	0,69	90	0,57	0,81	0,24	35%
P 75	0,76	90	0,62	0,90	0,28	37%
P 80	0,82	90	0,68	0,92	0,24	29%
P 85	0,89	90	0,77	0,99	0,22	25%
P 90	1,00	90	0,89	1,42	0,53	53%
P 95	1,27	90	0,92	1,73	0,81	64%

Statistische parameters toplaag (0,0-0,1) gebruik natuur ongecorrigeerde waarden

PFOA ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	18					
gemiddelde	0,86	90	0,45	1,36	0,91	106%
Max	4,67					
min	0,14					
aantal<detectie	6					
standaarddeviatie	1,19					
P 50	0,46	90	0,17	0,65	0,48	105%
P 60	0,59	90	0,29	0,77	0,48	81%
P 70	0,78	90	0,49	1,62	1,13	145%
P 75	0,93	90	0,57	1,67	1,10	118%
P 80	1,20	90	0,61	2,45	1,84	154%
P 85	1,60	90	0,65	3,74	3,08	193%
P 90	2,17	90	0,67	4,67	4,00	184%
P 95	2,95	90	1,02	4,67	3,66	124%

PFOS ongecorrigeerd						
		betrouwbaarheids- interval (%)	betrouwbaarheidsinterval			
			laag	hoog	lengte	relatieve lengte
aantal waarnemingen	18					
gemiddelde	1,47	90	0,67	1,13	0,46	31%
Max	8,60					
min	0,14					
aantal<detectie	1					
standaarddeviatie	1,93					
P 50	0,87	90	0,67	1,13	0,46	52%
P 60	1,04	90	0,73	1,66	0,93	89%
P 70	1,35	90	0,81	2,42	1,61	119%
P 75	1,59	90	0,89	2,52	1,63	102%
P 80	1,90	90	0,98	2,66	1,68	88%
P 85	2,36	90	1,12	5,38	4,26	180%
P 90	3,13	90	2,36	8,60	6,24	199%
P 95	4,40	90	1,71	8,60	6,89	156%

Bijlage 4 Locaties waar het pakket van 40 PFAS-componenten
is onderzocht

Kaart onderzochte pakketten

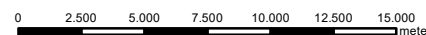
Achtergrondwaarde bepaling PFAS

Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019



Status: Definitief
Datum: 27-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3

Getekend: HB - Gecontroleerd: XX



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Legenda

pakket

- Gen-X
- Standaard
- Uitgebreid

