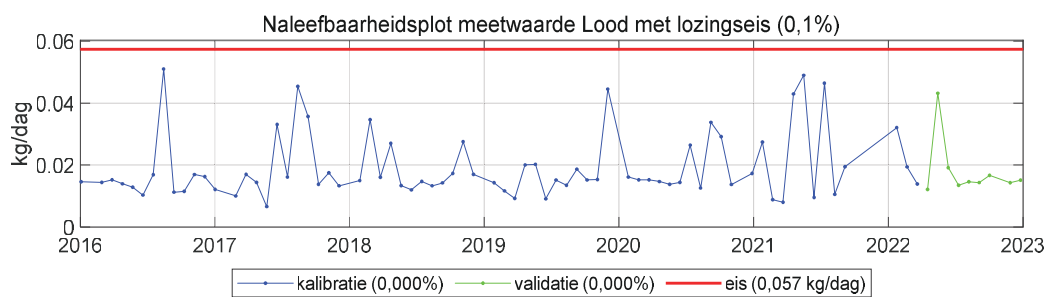


Assisteren waterschap Brabantse Delta bij reageren op Zienswijze lozingseisen van Shell Nederland Chemie BV



Assisteren waterschap Brabantse Delta bij reageren op Zienswijze lozingseisen van Shell Nederland Chemie BV

Opdrachtgever:
Waterschap Brabantse Delta

Auteurs:

15 juni 2023



INHOUD

1	INLEIDING	2
1.1	ACHTERGRONDEN	2
1.2	UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN	2
1.3	OVER DIT RAPPORT	4
1.4	DISCLAIMERS	5
2	OVER DE VAN SNC ONTVANGEN MEETDATA	6
3	ONDERBOUWD VERWIJDEREN MEETWAARDEN.....	8
4	GEBRUIKEN VAN ANDERE PERIODE	10
5	CHECKEN NALEEFBAARHEID	11
5.1	NALEEFBAARHEIDSPLOTS	11
5.2	NALEEFBAARHEIDSTABELLEN.....	14
6	NAGAAN INVLOED SUBSTITUTIE.....	16
6.1	IS SUBSTITUTIEMETHODE VAN BELANG BIJ AFLEIDEN LOZINGSEIS?	16
6.2	IS RAPPORTAGEGRENSEN VAN BELANG BIJ AFLEIDEN LOZINGSEIS?	18
6.3	BIJ NIET-NORMALITEIT TOCH EEN LOZINGSEIS VOOR 10-PUNTSGEMIDDELDE AFLEIDEN?.....	19
7	TOELICHTEN VISUEEL GERAAMDE LOZINGSEISEN	21
8	TOEGEPASTE METHODEN VOOR AFLEIDEN LOZINGSEISEN	22
8.1	STATISTISCHE TOLERANTIELIMIET ALS LOZINGSEIS	22
8.2	LOZINGSEIS VOOR MEETWAARDEN	23
8.2.1	<i>Meetwaarden volgen normale kansverdeling, al dan niet na transformatie</i>	<i>23</i>
8.2.2	<i>Meetwaarden volgen geen normale kansverdeling, ook niet na transformatie.....</i>	<i>24</i>
8.3	LOZINGSEIS VOOR 10-PUNTSGEMIDDELDE	26
8.3.1	<i>Meetwaarden volgen normale kansverdeling</i>	<i>26</i>
8.3.2	<i>Meetwaarden volgen geen normale kansverdeling.....</i>	<i>27</i>
8.4	LOZINGSEIS VOOR JAARVRACHT	28
8.5	LOZINGSEIS VOOR DEBIETGEWOGEN JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE.....	30
9	PRESENTATIE AFGELEIDE LOZINGSEISEN.....	31
9.1	OPSTELLEN LOZINGSEISEN	31
9.2	TABEL AFGELEIDE LOZINGSEISEN	31
	AANGEHAALDE LITERATUUR.....	34
	BIJLAGE 1: LOZINGSEISEN VOORGAANDE ASSISTENTIE (TABEL 5.1 IN RAPPORT VAN 19 JANUARI 2019)	35
	BIJLAGE 2: NALEEFBAARHEIDSPLOTS VAN DE LOZINGSEISEN	38
	BIJLAGE 3: UITVOER LOZINGSEIS-ASSISTENT BIJ AFLEIDEN LOZINGSEISEN	58

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft aanpak en resultaten van onze assistentie van waterschap Brabantse Delta bij het reageren op de Zienswijze Shell Nederland Chemie BV, met Bijlagen 2 en 5, van 10 maart 2023 en Bijlage 2 van Verduidelijking zienswijze, van 15 mei 2023.

1.1 Achtergronden

Shell Nederland Chemie BV (hierna aan te duiden als SNC) heeft 28 oktober 2021 een aanvraag voor een vergunning ingediend bij het waterschap Brabantse Delta. Op verzoek van het waterschap is deze aanvraag formeel aangevuld op 31 januari en 31 maart 2022. En verder is de aanvraag 3 mei 2022 informeel aangevuld met een Excel-bestand met meetgegevens en uitkomsten van berekeningen (Aanvraag_afvalwatervergunning_V4_2.xlsx).

De aanvraag betrof lozingseisen voor kengetallen van 61 parameters van de lozing. In totaal wilde het waterschap voor die aanvraag 143 lozingseisen opstellen, waarvan 32 voor het maximum van een meetwaarde, 45 voor het (voortschrijdend) 10-puntsgemiddelde (het gemiddelde van 10 opeenvolgende meetwaarden), 58 voor de (voortschrijdende) jaarvracht en 8 voor de (voortschrijdende) debietgewogen jaargemiddelde concentratie. Deze lozingseisen moesten worden opgesteld aan de hand van 72 meetreeksen van de parameters.

Aangezien het opstellen van lozingseisen de nodige expertise vergt op het gebied van dataverwerken en het toepassen van statistische analysemethoden, had het waterschap ons gevraagd daarbij te assisteren. De uiteindelijke resultaten zijn door ons neergelegd in het rapport 'Assisteren waterschap Brabantse Delta bij opstellen lozingseisen voor Shell Nederland Chemie BV (SNC)', van 19 januari 2023, 62 blz.

Het rapport is op 6 maart 2023 gedeeld met SNC en de uitvoerbestanden zijn op 3 april 2023 gedeeld met SNC. Het rapport en de uitvoerbestanden zijn ter inzage gelegd van 4 april tot en met 15 mei 2023.

Inmiddels heeft SNC 14 maart 2023 een Zienswijze uitgebracht over deze lozingseisen en op 16 mei 2023 een aanvullende toelichting. Het waterschap heeft ons verzocht te assisteren bij het beoordelen van en reageren op deze Zienswijze en de aanvullende toelichting. Dit rapport beschrijft aanpak en resultaten van die assistentie.

1.2 Uitgevoerde werkzaamheden

Bij het assisteren hebben wij op verzoek van het waterschap de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

1. Vooroverleg en inwerken. Omvat doornemen Zienswijze en de aanvullende toelichting, bespreken aanpak en mogelijke reacties met het waterschap en afstemmen Plan van Aanpak.
2. Reageren op de delen van de Zienswijze en de aanvullende toelichting die betrekking hebben op de statistische aspecten van het afleiden van lozingseisen.
3. Afleiden van nieuwe lozingseisen voor die parameters waarvan door ons bij de voorgaande exercitie op basis van expertise meetwaarden waren verwijderd uit de meetreeks alvorens de lozingseisen af te leiden. Bij deze nieuwe exercitie zijn echter alleen nog meetwaarden verwijderd die door SNC waren aangeduid als ongewone voorvallen, of duidelijk te relateren zijn aan een 'turnaround', onderhoudsstop, schakeling, of fysieke aanpassing. Het betreft 18

parameters. Zie tabel 1.1, kolom **Onderbouwd verwijderen meetwaarden**. Voor parameters met een lage meetfrequentie (hoogstens 12 meetwaarden per jaar) zijn lozingseisen afgeleid met 0,1% en met 1% overschrijdingskans bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Tabel 1.1. Lijst van 37 door SNC geloosde parameters die bij deze studie bij één of meer werkzaamheden zijn beschouwd.

Parameter en meeteenheid	Onderbouwd verwijderen meetwaarden (Hoofdstuk 3)	Gebruiken andere periode (Hoofdstuk 4)	Checken naleefbaarheid (Hoofdstuk 5)	Nagaan invloed substitutie (Hoofdstuk 6)
Debiet		(m ³ /u)		
Kjeldahl-N	(kg/d)		(kg/d)	
IE		(-)		
Cyanide	(kg/d)		(kg/d)	(kg/d)
Fenol			(kg/d)	
Benzeen	(kg/d)		(kg/d)	
Ethylbenzeen	(kg/d)		(kg/d)	
Tolueen	(kg/d)		(kg/d)	
Styreen	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	
Xyleen	(kg/d)		(kg/d)	
Naftaleen	(kg/d)		(kg/d)	
Cadmium			(kg/d)	(kg/d)
Lood			(kg/d)	(kg/d)
Koper			(kg/d) en (µg/l)	
Zilver				(kg/d)
Nikkel			(kg/d) en (µg/l)	
Chroom			(kg/d) en (µg/l)	
Arseen			(kg/d)	
Titanium			(kg/d)	
Vanadium	(kg/d)		(kg/d)	
Zink	(kg/d)		(kg/d) en (µg/l)	
Kwik		(g/d)	(g/d)	(g/d)
AOX	(kg/d)		(kg/d) en (µg/l)	(kg/d)
NO2-N	(kg/d)		(kg/d)	
ACN (Acetonitril)	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)
Rest-PAK	(kg/d)		(kg/d)	
Sulfide				(kg/d)
Acetaldehyde			(kg/d)	(kg/d)
Formaldehyde			(kg/d)	(kg/d)
124 TME-benz	(kg/d)		(kg/d)	(kg/d)
135 TME-benz	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)
Sulfaat			(kg/d)	
Cumeen	(kg/d)		(kg/d)	
NO2-N+NO3-N	(kg/d)		(kg/d)	
N-totaal			(mg/l)	
Fosfor-P			(mg/l)	
CZV			(mg/l)	
Aantal	18	6	33	12

4. Hernieuwd afleiden van lozingseisen voor de parameters die:

- geen statistisch significante trend vertonen vanaf 2016 en waarbij desondanks was uitgegaan van een in 2018 startende deelreeks, óf
- waarvoor niet de gehele beschikbare meetreeks is gebruikt bij het afleiden van de lozingseis, bijvoorbeeld om een reeksdeel te vermijden dat volgens visuele beoordeling sterk afweek van de rest.

De nieuwe afleiding is gedaan aan de hand van de gehele beschikbare meetreeks. Het betreft 6 parameters. Zie tabel 1.1, kolom **Gebruiken andere periode**.

5. Opstellen lozingseis voor de som van nitraatstikstof en nitrietstikstof (deze ontbrak nog).
6. Empirisch beoordelen van de SNC-stellingname dat voor een aantal parameters de door het waterschap voorgestelde lozingseisen tot veel overschrijdingen zouden hebben geleid en daarom niet naleefbaar zijn.¹ Het betreft 33 parameters. Zie tabel 1.1, kolom **Checken naleefbaarheid**. Aan de hand van tijdreeksplots hebben we voor elk van deze parameters de stelling van SNC over het niet-naleefbaar zijn empirisch beoordeeld.
7. Nagaan of de lozingseisen specifiek rekening moeten houden met een hoog percentage gecensureerde meetwaarden, om te strenge lozingseisen te vermijden (zoals ter sprake kwam in punt 8 uit de Zienswijze ontwerpvergunning). Dit kan 12 parameters betreffen. Zie tabel 1.1, kolom **Nagaan invloed substitutie**.
8. Toelichten van de visueel door ons geraamde lozingseisen.
9. Aanpassen grafische uitvoer programma Lozingseis-assistent, zodat verwijderde meetwaarden ook in resultaatplots zijn weergegeven.
10. Opstellen conceptrapport en daarin ook de bij deze studie afgeleide lozingseisen grafisch toelichten met plots van de meetreeksen en hun statistische karakteristieken, mede aan de hand van uitvoer van Lozingseis-assistent (zie voor dit laatste onze tweede disclaimer in § 1.4).
11. Bespreken conceptrapport met waterschap.
12. Opstellen definitief rapport en het digitaal beschikbaar stellen, in docx-formaat en in pdf-formaat.

1.3 Over dit rapport

Na deze inleiding beschrijft hoofdstuk 2 hoe we de van SNC ontvangen meetdata hebben gecontroleerd en zonodig gecorrigeerd. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe we het verwijderen van meetwaarden bij het afleiden van lozingseisen hebben onderbouwd. En hoofdstuk 4 gaat in op waarom en hoe voor zes parameters aangepaste lozingseisen over de gehele meetreeks zijn afgeleid. In hoofdstuk 5 wordt voor verschillende soorten lozingseis van 33 parameters gecheckt of de lozingseis naleefbaar is. Hoofdstuk 6 gaat in op een aantal opmerkingen in de Zienswijze van SNC, die gaan over de omgang met gecensureerde meetwaarden. Hoofdstuk 7 geeft een korte, algemene toelichting op hoe we in bepaalde gevallen tot visueel afgeleide lozingseisen zijn gekomen. Hoofdstuk 8 beschrijft de technische details van het afleiden van lozingseisen met statistische methoden, zoals ook geïmplementeerd in het door ons gebruikte programma Lozingseis-assistent. En tenslotte worden de bij deze assistentie resulterende lozingseisen gepresenteerd in hoofdstuk 9 (tabel 9.1). Het hoofddeel van dit rapport sluit af met de alfabetisch gerangschikte lijst van de literatuurverwijzingen.

Dit rapport heeft drie bijlagen (waarvan één separaat), namelijk:

[Bijlage 1](#) vermeldt de lozingseisen zoals afgeleid bij onze voorgaande assistentie van het waterschap bij het reageren op de Zienswijze van SNC (afkomstig uit ons rapport van 19 januari jl.).

¹ Deze stelling komt uit Zienswijze SNC, Bijlagen 2 en 5, van 10 maart 2023 en Bijlage 2 van Verduidelijking zienswijze, van 15 mei 2023.

Bijlage 2 toont per combinatie van hier beschouwde parameter en type lozingseis een naleefbaarheidsplot, die in staat stelt de naleefbaarheid van de betreffende lozingseis empirisch te beoordelen.

Bijlage 3 (separaat meegeleverd) bevat uitvoer van Lozingseis-assistent bij ons afleiden van lozingseisen.

1.4 Disclaimers

1) Over de in dit rapport gepresenteerde lozingseisen

Wij wijzen er op dat de door ons afgeleide en in dit rapport gepresenteerde lozingseisen niet mogen worden opgevat als de door het waterschap Brabantse Delta aangenomen lozingseisen. Het waterschap heeft zich hierover namelijk nog niet uitgelaten en zal bij haar beoordeling wellicht nog sterker afgaan op de mate waarin de meetreeksen representatief kunnen worden geacht voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Het waterschap heeft daarin immers meer ervaring. Daarnaast kunnen door het waterschap nog afwijkende lozingseisen worden vastgesteld op basis van de bij de stand der techniek behorende emissiewaarden en/of op basis van de nadelige invloed van de lozing op de doelmatige werking van de ontvangende persleiding en rioolwaterzuivering en/of de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater.

2) Over de uitvoer van onze exercities met Lozingseis-assistent

Voor het afleiden van de lozingseisen hebben wij het Programma-Lozingseisassistent gehanteerd. Dit is conform de aanbeveling die is vastgelegd in het document Lozingseisen WVO-vergunningen van het Nationaal Bestuursakkoord Water [NBW, 2005] en die daarmee deel uitmaakt van het landelijk beleid.

Het programma Lozingseis-assistent is destijds (2003) door ons ontwikkeld, op verzoek van Rijkswaterstaat. Voor de huidige exercitie hebben wij echter een licht aangepaste versie van het programma gebruikt. Dit had de volgende redenen:

1. de oorspronkelijke automatische uitvoer van het programma bestaat uit een reeks grote figuren met veel ruimtebeslag en dat zou de uitvoer van deze exercitie onhandig omvangrijk maken, zodat wij de uitvoer kleiner hebben gemaakt. Verder hebben wij de uitvoertabel uitgebreid, zodat deze meer informatie over onze keuzen bij het afleiden van de lozingseisen levert;
2. de openbare versie van het programma bevat nog geen mogelijkheid een lozingseis voor de jaarvracht af te leiden, zodat wij die mogelijkheid hebben toegevoegd;
3. in de openbare versie is in de reeksplots elke uitschieter aangeduid als een lichtgroen bolletje en daardoor soms minder duidelijk zichtbaar. Om de zichtbaarheid te vergroten hebben we deze in de aangepaste versie vervangen door een rood bolletje.

We wijzen er op dat er geen aanpassingen zijn geweest van de door de openbare versie van Lozingseis-assistent gehanteerde rekenmethoden, zodat onze resultaten in principe gelijk zouden moeten zijn aan die van de openbare versie.

2 Over de van SNC ontvangen meetdata

Als eerste ontvingen we van SNC het databestand *Aanvraag_afvalwatervergunning_V4_2.xlsx*, met meetgegevens van een groot aantal parameters van de lozing van SNC, die lopen van 1 januari 2016 t/m 31 mei 2021.

In dit bestand waren de gecensureerde meetwaarden – dit zijn de meetwaarden gerapporteerd als kleiner dan een bepaalde rapportagegrens, zoals bijvoorbeeld '<5 µg/l' – door SNC in een naastliggende kolom doorgaans op de helft van de betreffende rapportagegrens gezet, zoals '2,5 µg/l' in dit voorbeeld. In een aantal gevallen is daar echter door SNC van afgeweken, zonder verdere toelichting. Zo bleken gecensureerde waarden soms ook op 0 te zijn gezet in delen van een meetreeks (zoals xyleen), wat uiterst ongebruikelijk is en ook tot kunstmatige trends kan leiden. In al deze gevallen zijn we uitgegaan van de door SNC vermelde waarden.

Aangezien meetwaarden die niet representatief kunnen worden geacht voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering² niet moeten worden meegenomen bij het afleiden van de lozingseis, moeten de meetreeksen zijn opgeschoond van meetwaarden die daarvoor niet representatief kunnen worden geacht. Maar dat blijkt slechts sporadisch te zijn uitgevoerd door SNC. Van een aantal parameters is in het bestand namelijk een tweede versie van de meetreeks beschikbaar, waarin één of meer uitschieters door SNC zijn verwijderd, blijkbaar omdat die niet representatief werden geacht voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Maar het betreft doorgaans slechts geringe aantallen en veel reeksen bevatten daardoor nog duidelijke uitschieters, sommige ook in grote aantallen. Daarbij is door SNC niet duidelijk gemaakt dat deze representatief kunnen worden geacht voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Dit is niet conform een belangrijke aanbeveling die is vastgelegd in het document *Lozingseisen WVO-vergunningen* van het Nationaal Bestuursakkoord Water [NBW, 2005] en daarmee deel uitmaakt van het landelijk beleid. Die aanbeveling luidt dat 'het lozingspatroon moet worden vastgesteld dat hoort bij een normale beheerste procesvoering, waarin procesfluctuaties en seizoensmatige aspecten een plaats krijgen, in tegenstelling tot calamiteiten en dergelijke'.³ De achtergrond van die aanbeveling is dat kan worden aangenomen dat een lozingseis die rekening houdt met de kenmerken van de lozing onder de gebruikelijke, beheerste procesvoering, naleefbaar zal zijn door het betreffende bedrijf als het die procesvoering handhaaft of verbetert.

Controle en zonodig correctie databestand

Het geleverde databestand bevat naast gegevens van het geloosde debiet ook gegevens van concentraties en vrachten van veel parameters. Wij hebben van elke vermelde vracht gecontroleerd of die wel gelijk is aan het product van het debiet en de concentratie van dezelfde datum. Daarbij bleek dat er op veel plaatsen discrepanties bestaan tussen de vermelde vracht en het product van concentratie en debiet. In samenspraak met SNC is hiervoor gecorrigeerd.

² Een proces bestaat uit een aaneenschakeling van stappen waarbij activiteiten worden uitgevoerd die bijdragen tot het realiseren van een product of een vastgelegd eindresultaat.

³ In dit rapport hanteren we de aanduiding 'gebruikelijke, beheerste procesvoering', omdat soms de kwalificatie 'normale' abusievelijk werd geassocieerd met de statistische eigenschappen van een normale kansverdeling.

Ter aanvulling van de door SNC geleverde meetreeksen ontvingen we van het waterschap van enkele tientallen combinaties van parameter en meeteenheid meetgegevens over de periode 1 juni 2021 tot en met 31 maart 2022. Daarmee konden we meerdere reeksen verlengen tot en met 31 maart 2022. Deze aanvullende meetwaarden komen uit de kwartaalrapportages van SNC en waren niet opgeschoond.

En recent ontvingen we voor deze combinaties van parameter en meeteenheid ook aanvullingen over de periode 1 april t/m 31 december 2022, die evenmin opgeschoond waren.

[Tekortkomingen van geleverde aanvullende bestanden](#)

De twee bovengenoemde bestanden met aanvullende data betroffen niet alle parameters en hadden bovendien diverse tekortkomingen en onduidelijkheden, zodat we daarmee niet alle meetreeksen konden aanvullen t/m 2022. Daardoor zijn niet alle beschouwde reeksen even lang. Er was dus geen sprake van 'datashoppen'.

3 Onderbouwd verwijderen meetwaarden

Voor onze rapportage van 19 januari jl. hadden we voor 18 parameters op basis van een combinatie van statistische expertise en visuele beoordeling hier en daar extreme meetwaarden verwijderd uit de meetreeks alvorens de lozingseis af te leiden. Maar naar aanleiding van opmerkingen van SNC hierover in de Zienswijze, hebben we voor deze parameters nieuwe lozingseisen afgeleid, waarbij ditmaal alleen die extreme meetwaarden zijn verwijderd die samenvallen met door SNC aangeduide ongewone voorvallen, of duidelijk te relateren zijn aan een ‘turnaround’, onderhouds-stop, schakeling, of fysieke aanpassing. In onderstaande tabel is per parameter vermeld hoeveel meetwaarden zijn verwijderd bij de vorige afleiding van lozingseisen en bij deze nieuwe exercitie. Bij de vorige exercitie zijn voor 18 parameters meetwaarden verwijderd, maar bij deze nieuwe exercitie voor slechts 8 parameters. De resulterende nieuwe lozingseisen zijn vermeld in hoofdstuk 9, tabel 9.1. De onderbouwing van de bij deze nieuwe exercitie verwijderde 36 meetwaarden is vermeld in tabel 3.2.

Tabel 3.1. Voor elk van de 18 parameters waarvoor het afleiden van lozingseisen in deze studie is overgedaan met een strenger en objectiever criterium voor het verwijderen van uitschieters is vermeld het aantal meetwaarden, het aantal uitschieters (volgens de definitie van Lozingseis-assistent) en het aantal verwijderde meetwaarden bij de vorige afleiding van lozingseisen en bij deze nieuwe studie.

Parameter (kg/d)	Aantal meetwaarden	Aantal uitschieters	Aantal verwijderd	
			Ontwerp-vergunning	Vergunning
Kjeldahl-stikstof	1.978	11	1	0
Cyanide	37	1	1	0
Benzeen	1.551	38	5	9
Ethylbenzeen	1.551	35	3	2
Tolueen	1.551	16	1	6
Styreen	2.192	30	8	2
Xyleen	1.461	26	0	9
Naftaleen	1.551	33	1	1
Vanadium	48	1	1	0
Zink	72	2	1	0
AOX	75	1	1	0
NO2-N	75	2	2	0
ACN	269	11	2	6
Rest-PAK	282	6	1	1
1,2,4-trimethylbenzeen	787	10	1	0
1,3,5-trimethylbenzeen	787	17	2	0
Cumeen	521	6	4	0
NO2-N+NO3-N	75	1	nvt	0
Totaal	14.863	247	31	36

Tabel 3.2. Onderbouwing van de verwijderde 36 meetwaarden bij het in deze nieuwe exercitie afleiden van lozingseisen van een aantal parameters.

Parameter	Datum	Meet- waarde	Gemeld incident (in lijst geleverd door het waterschap)
Benzeen (kg/d)	27-9-2019	8,47	TA MSPO2, met duidelijke verhoogde meetwaarden verschillende parameters
	1-1-2020	17,53	Geschakeld naar buffertanks ivm verhoogde benzeenwaardes CPI
	3-1-2020	15,88	Geschakeld naar buffertanks ivm verhoogde benzeenwaardes CPI
	25-11-2021	13,99	Geschakeld naar buffertanks
	26-11-2021	22,70	Geschakeld naar buffertanks
	27-11-2021	13,55	Geschakeld naar buffertanks
	28-11-2021	13,12	Geschakeld naar buffertanks
	29-11-2021	12,13	Geschakeld naar buffertanks
	1-12-2021	15,43	Geschakeld naar buffertanks
Ethylbenzeen (kg/d)	2-10-2019	12,94	TA MSPO2
	9-1-2022	25,21	Lekkage MSPO2
Tolueen (kg/d)	27-9-2019	1,97	TA MSPO2
	25-11-2021	1,40	Geschakeld naar buffertanks
	26-11-2021	2,52	Geschakeld naar buffertanks
	27-11-2021	1,72	Geschakeld naar buffertanks
	28-11-2021	1,55	Geschakeld naar buffertanks
	1-12-2021	17,44	Geschakeld naar buffertanks
Styreen (kg/d)	1-12-2021	1,31	Geschakeld naar buffertanks
	2-12-2021	0,76	Geschakeld naar buffertanks
Xyleen (kg/d)	27-9-2019	0,31	TA MSPO2
	25-11-2021	0,16	Geschakeld naar buffertanks
	26-11-2021	0,28	Geschakeld naar buffertanks
	27-11-2021	0,23	Geschakeld naar buffertanks
	28-11-2021	0,19	Geschakeld naar buffertanks
	29-11-2021	0,18	Geschakeld naar buffertanks
	30-11-2021	0,12	Geschakeld naar buffertanks
	1-12-2021	0,28	Geschakeld naar buffertanks
	2-12-2021	0,14	Geschakeld naar buffertanks
Naftaleen (kg/d)	17-1-2022	1,44	Lekkage MSPO2, schakeling naar buffertanks
ACN Acetonitril (kg/d)	4-4-2016	37,20	Geschakeld naar buffertanks
	14-11-2016	50,11	Geschakeld naar buffertanks
	6-5-2019	256,50	Verhoogde ACN meting (236,5), grijs aangemerkt in databestand
	20-5-2019	84,25	Verhoogde ACN meting
	27-5-2019	54,32	Verhoogde ACN meting
	7-12-2020	94,87	Geschakeld naar buffertanks
Rest-PAK (kg/d)	6-3-2016	0,77	Geschakeld naar buffertanks

4 Gebruiken van andere periode

Naar aanleiding van opmerkingen van SNC in de Zienswijze hebben we aangepaste lozingseisen afgeleid voor de zes parameters die:

- geen statistisch significante trend vertonen vanaf 2016 en waarbij desondanks was uitgegaan van een in 2018 startende deelreeks, óf
- waarvoor niet de gehele beschikbare meetreeks is gebruikt bij het afleiden van de lozingseis, bijvoorbeeld om een reeksdeel te vermijden dat volgens visuele beoordeling sterk afweek van de rest.

De betreffende zes parameters zijn debiet, IE, styreen, kwik, ACN en 135 TME-benzeen (tabel 1.1).

De aangepaste lozingseisen zijn afgeleid aan de hand van de gehele beschikbare meetreeks. Dit leidde voor alle tot nieuwe lozingseisen. Deze zijn vermeld in hoofdstuk 9, tabel 9.1.

5 Checken naleefbaarheid

SNC stelt in de Zienswijze dat voor een aantal parameters de door het waterschap voorgestelde lozingseisen tot veel overschrijdingen zouden hebben geleid en daarom niet naleefbaar zijn.⁴ Het betreft 33 parameters. Aan de hand van grafische presentaties hebben we voor elk van deze parameters deze stelling van SNC over het niet-naleefbaar zijn empirisch beoordeeld. De betreffende 33 parameters zijn vermeld in tabel 1.1.

5.1 Naleefbaarheidsplots

In bijlage 2 van dit rapport is per combinatie van hier beschouwde parameter en type lozingseis een naleefbaarheidsplot weergegeven, die in staat stelt de naleefbaarheid van de betreffende lozingseis empirisch te beoordelen.

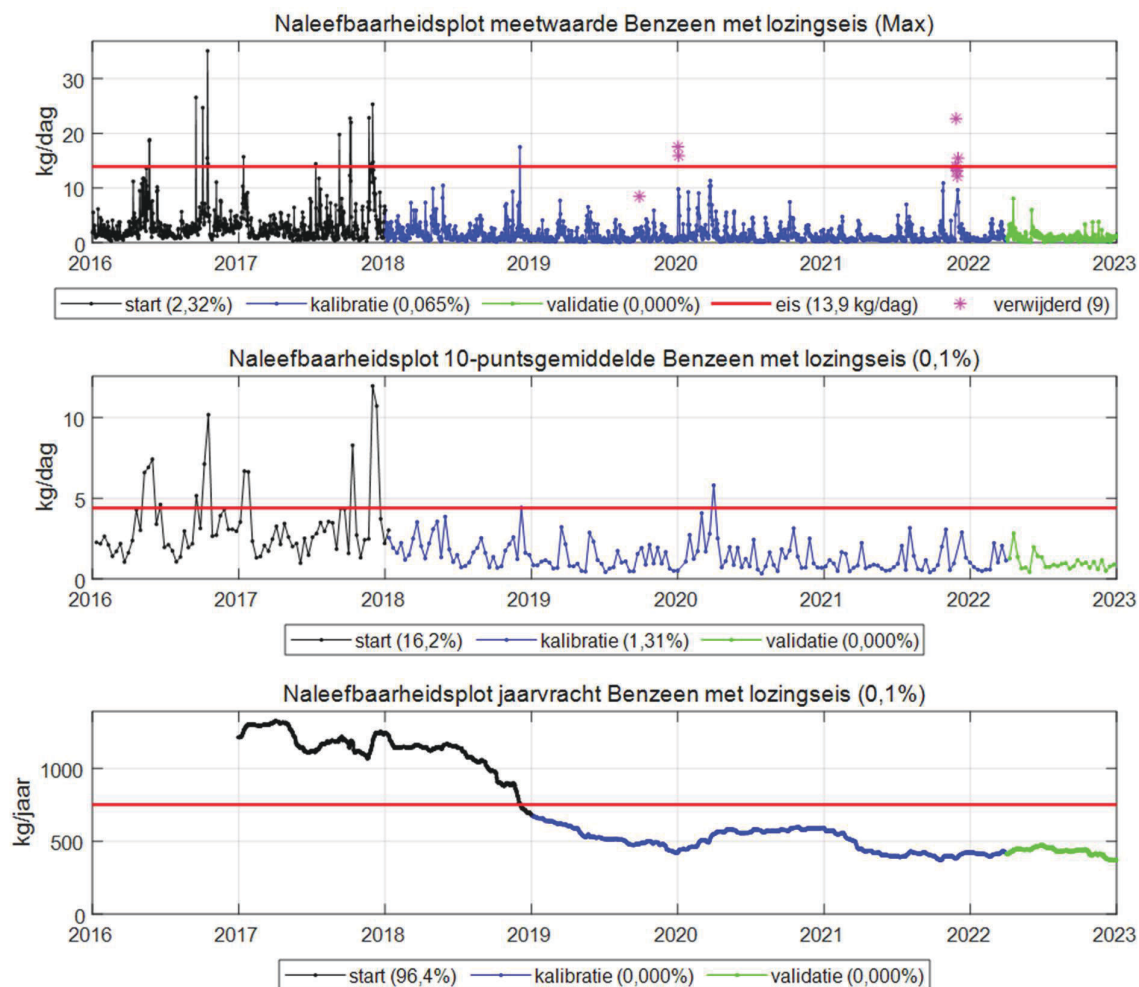
Een naleefbaarheidsplot toont zowel de lozingseis als het tijdreeksverloop van de beschikbare meetreeks, met onderscheid tussen de volgende deelreeksen:

1. **startdeel** – het reeksdeel dat vooraf gaat aan het kalibratiedeel;
2. **kalibratiedeel** – hiermee is de lozingseis afgeleid (statistisch, met een vuistregel, of visueel) en kan de naleefbaarheid van de lozingseis worden vastgesteld en beoordeeld;
3. **validatiedeel** – hiermee kan ook de naleefbaarheid van de lozingseis buiten zijn kalibratiedeel worden vastgesteld en beoordeeld, wat een breder oordeel mogelijk maakt.

In het nu volgende ter illustratie enkele voorbeelden van naleefbaarheidsplots, namelijk van benzeen (figuur 5.1) en van naftaleen (figuur 5.2).

⁴ Deze stelling komt uit Zienswijze SNC, Bijlagen 2 en 5, van 10 maart 2023 en Bijlage 2 van Verduidelijking zienswijze, van 15 mei 2023.

Figuur 5.1. Naleefbaarheidsplot van de lozingseis voor respectievelijk meetwaarde, 10-puntsgemiddelde en jaarvracht van benzeen.



Het startdeel van 2016 en 2017 is niet meegenomen bij het afleiden van de lozingseis, omdat er sprake bleek van een statistisch significante trend over de periode vanaf 2016. De naleefbaarheid wordt daarom beoordeeld over de periode daarna, met onderscheid tussen de kalibratieperiode (januari 2018 t/m maart 2022) en de validatieperiode (april t/m december 2022).

De bovenste van de drie plots stelt in staat de naleefbaarheid te beoordelen van de lozingseis voor de dagvracht van benzeen. In het startdeel wordt de lozingseis in 2,3% van de gevallen overschreden (17 overschrijdingen), in het kalibratiedeel 0,1% (1 overschrijding) en in het validatiedeel 0,0% (geen overschrijdingen).

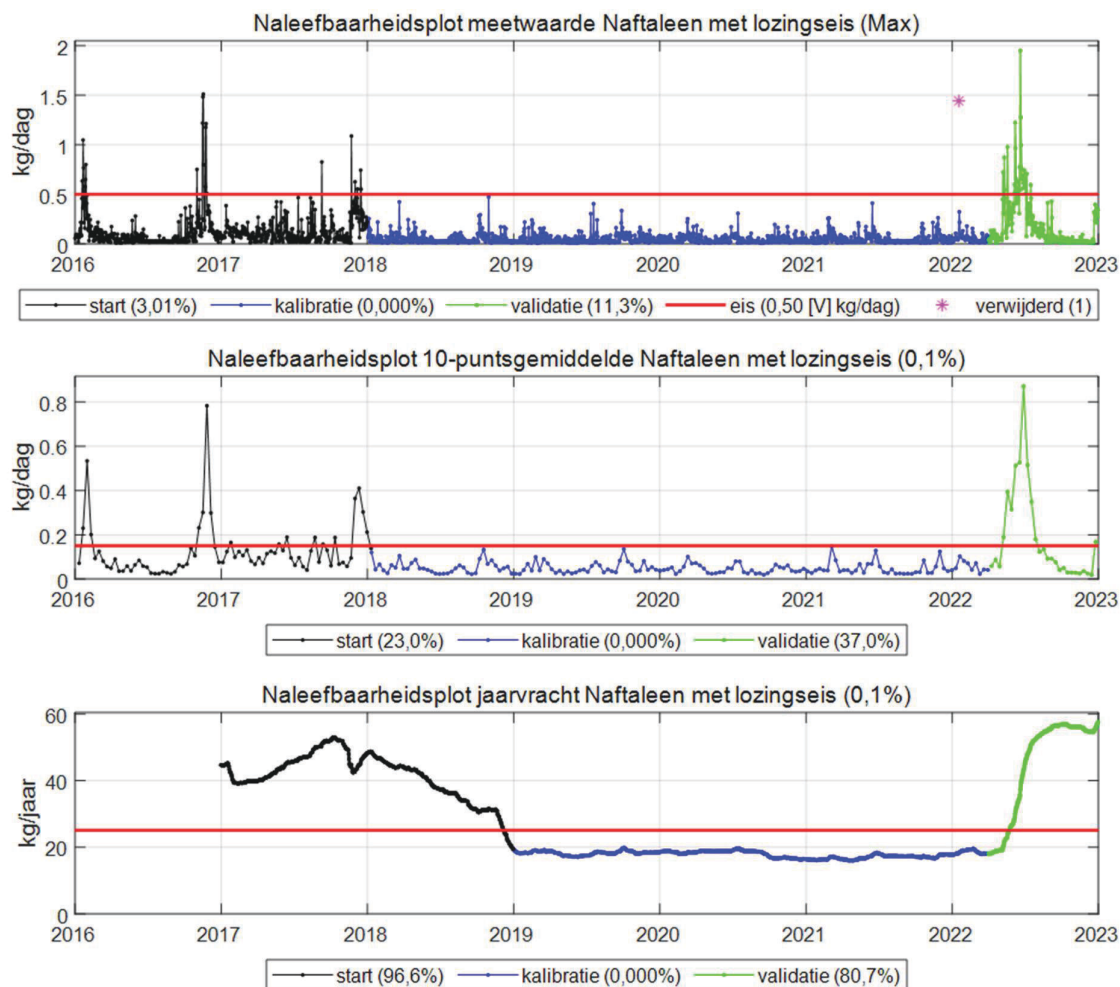
De middelste plot stelt in staat de naleefbaarheid te beoordelen van de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde van de dagvracht van benzeen. In het startdeel wordt de lozingseis in 16,2% van de gevallen overschreden (12 overschrijdingen), in het kalibratiedeel 1,3% (2 overschrijdingen) en in het validatiedeel 0,0% (geen overschrijdingen).

En de onderste plot stelt in staat de naleefbaarheid te beoordelen van de lozingseis voor de jaarvracht van benzeen. In het startdeel wordt de lozingseis in 96,4% van de gevallen overschreden

(706 overschrijdingen), in het kalibratiedeel 0,0 % en in het validatiedeel eveneens 0,0% (beide geen overschrijdingen).

Afgaande op de percentages overschrijdingen in het kalibratiedeel en het validatiedeel en rekening houdende met de onzekerheden die inherent zijn aan deze zeer geringe aantallen empirisch bepaalde overschrijdingen, kunnen de lozingseisen naleefbaar worden geacht. En de lozingseis voor de 10-puntsgemiddelde-dagvracht kan redelijk naleefbaar worden geacht.

Figuur 5.2. Naleefbaarheidsplot van de lozingseis voor respectievelijk meetwaarde, 10-puntsgemiddelde en jaarvracht van naftaleen.



Uit bovenstaande naleefbaarheidsplots van naftaleen blijkt op basis van het kalibratiedeel voor elk van de drie lozingseisen dat deze goed naleefbaar is (geen overschrijdingen). Het validatiedeel wijkt echter zo sterk af van het kalibratiedeel dat de naleefbaarheid daar slecht tot zeer slecht is voor elk van de drie lozingseisen. Er zal dan eerst door SNC moeten worden aangetoond dat het validatiedeel representatief is te achten voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering, alvorens de lozingseis bij te stellen.

De volgende paragraaf bevat twee naleefbaarheidstabellen van daarbij beschouwde parameters. De eerste voor vrachtgerelateerde lozingseisen en de tweede voor concentratiegerelateerde.

5.2 Naleefbaarheidstabellen

Tabel 5.1. Naleefbaarheid van drie soorten vrachtgerelateerde lozingseis voor 30 parameters.

Parameter	Eenheid	Meetwaarde							Eenheid	10-puntsgemiddelde							Eenheid	Jaarvracht						
		Lozings- eis	Overschrijdingen lozingseis							Lozings- eis	Overschrijdingen lozingseis							Lozings- eis	Overschrijdingen lozingseis					
			Start (%)	(-)	Kalibratie (%)	(-)	Validatie (%)	(-)			Start (%)	(-)	Kalibratie (%)	(-)	Validatie (%)	(-)			Start (%)	(-)	Kalibratie (%)	(-)	Validatie (%)	(-)
Kjeldahl-N	kg/dag	293			0,35%	7	0,35%	2	kg/dag	238			0,00%	0	1,72%	1	kg/jaar	68.473			0,00%	0	0,00%	0
Cyanide	kg/dag								kg/dag	0,043			0,00%	0			kg/jaar	17,1	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Fenol	kg/dag	2,55	16,0%	4	0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	1,38	66,7%	2	0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	486	39,3%	11	0,00%	0	0,00%	0
Benzeen	kg/dag	13,9	2,32%	17	0,07%	1	0,00%	0	kg/dag	4,40	16,2%	12	1,31%	2	0,00%	0	kg/jaar	751	96,4%	706	0,00%	0	0,00%	0
Ethylbenzeen	kg/dag	11,2	0,96%	7	0,07%	1	0,37%	1	kg/dag	5,0 [V]	9,46%	7	0,65%	1	0,00%	0	kg/jaar	844	25,7%	188	0,00%	0	0,00%	0
Tolueen	kg/dag	2,47	2,87%	21	0,13%	2	0,00%	0	kg/dag	0,80 [V]	8,11%	6	0,65%	1	0,00%	0	kg/jaar	108	96,4%	706	0,00%	0	0,00%	0
Styreen	kg/dag	2,70			0,09%	2	4,12%	15	kg/dag	0,90 [V]			0,92%	2	19,4%	7	kg/jaar	100			0,00%	0	96,7%	353
Xyleen	kg/dag	0,280	9,70%	71	0,14%	2			kg/dag	0,120	24,3%	18	0,00%	0			kg/jaar	20,9	96,6%	707	0,00%	0		
Naftaleen	kg/dag	0,50 [V]	3,01%	22	0,00%	0	11,3%	31	kg/dag	0,15 [V]	23,0%	17	0,00%	0	37,0%	10	kg/jaar	25,1	96,6%	707	0,00%	0	80,7%	222
Cadmium	kg/dag	0,052	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,025	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	8,60	3,70%	1	0,00%	0	0,00%	0
Lood	kg/dag	0,057			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,031			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	11,0			0,00%	0	0,00%	0
Koper	kg/dag	0,283	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,167	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	59,3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Nikkel	kg/dag	0,326			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,233			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	83,0			0,00%	0	0,00%	0
Chroom	kg/dag	0,330	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,175	33,3%	1	0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	61,6	14,8%	4	0,00%	0	0,00%	0
Arsen	kg/dag	0,036			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,021			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	7,45			0,00%	0	0,00%	0
Titanium	kg/dag	1,58			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	0,882			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	312			0,00%	0	0,00%	0
Vanadium	kg/dag	0,104	4,35%	1	2,08%	1	10,0%	1	kg/dag	0,052	50,0%	1	0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	18,4	55,6%	15	0,00%	0	0,00%	0
Zink	kg/dag	4,84			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	1,38			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	477			0,00%	0	10,0%	1
Kwik	g/dag	8,30	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	g/dag	6,99	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	g/jaar	2.196	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
AOX	kg/dag	6,37			0,00%	0			kg/dag	1,85			0,00%	0			kg/jaar	647			0,00%	0		
NO2-N	kg/dag								kg/dag	6,93			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	2.418			0,00%	0	0,00%	0
ACN Acetonitril	kg/dag	53,4			0,00%	0	0,00%	0	kg/dag	10,2			0,00%	0			kg/jaar	2.682			1,35%	3	0,00%	0
Rest-PAK	kg/dag	0,400			0,00%	0			kg/dag	0,180			0,00%	0			kg/jaar	49,9			0,00%	0		
Acetaldehyde	kg/dag	265			0,00%	0			kg/dag	[TWI]							kg/jaar	23.623 [B]	0,00%	0	0,00%	0		
Formaldehyde	kg/dag	33,4			0,00%	0			kg/dag	[TWI]							kg/jaar	3.693 [B]	0,00%	0	0,00%	0		
124 TME-benz	kg/dag	0,096	0,00%	0	0,13%	1			kg/dag	0,040			0,00%	0			kg/jaar	8,60	0,00%	0	0,00%	0		
135 TME-benz	kg/dag	0,054	0,00%	0	0,00%	0			kg/dag	0,024 [V]			0,00%	0			kg/jaar	4,02	0,00%	0	0,00%	0		
Sulfaat	kg/dag								kg/dag	9.988			0,00%	0			kg/jaar	3.644.239	0,00%	0	0,00%	0		
Cumeen	kg/dag	1,4 [V]	0,00%	0	0,19%	1			kg/dag	[TWI]							kg/jaar	109	0,00%	0	0,00%	0		
NO2-N+NO3-N	kg/dag	47,1			1,33%	1	0,00%	0	kg/dag	27,4			0,00%	0	0,00%	0	kg/jaar	9.302			0,00%	0	0,00%	0

Bij gebruikelijke, beheerste lozingsproces	
	Naleefbaar
	Min of meer naleefbaar
	Niet-naleefbaar

Afgaande op bovenstaande tabel 5.1 concluderen wij het volgende:

1. Met uitzondering van de validatiedelen van styreen en naftaleen blijken de lozingseisen voor 28 van deze 30 parameters naleefbaar, of min of meer naleefbaar. Hierbij is niet alleen beoordeeld of de 0,1%-grens al dan niet wordt overschreden, maar is ook het aantal overschrijdingen meegewogen. Bij een gering aantal overschrijdingen (1 of 2) heeft het daaruit volgende percentage overschrijdingen namelijk een relatief grote onzekerheid.
2. Voor wat betreft styreen en naftaleen zijn de percentages overschrijdingen in het validatiedeel echter matig tot zeer hoog. Maar een bijstelling van de afgeleide lozingseisen kan pas opportuun worden geacht als SNC kan aantonen dat de metingen in het validatiedeel representatief zijn voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Dat zal moeilijk zijn, want voor deze parameters is begin 2022 door incidenten een toename opgetreden, volgens informatie uit het milieujaarverslag (zie hieronder).

Naftaleen

In april is als gevolg van het drainen van de afvalwaterbuffertank meer naftaleen vrijgekomen. De naftaleen was in het slib van de tank aanwezig en dit is losgekomen na een onvoorzienbaar voorval met PO, waarvan een klein deel van het afvalwater is afgelopen in deze afvalwaterbuffertank.

Styreen

In 2022 was de styreenvracht verhoogd, ten gevolge van een onvoorzienbare styreenlekage op MSPO2 op 9 januari.

Zink

Zink was in 2022 hoger door straalwerkzaamheden die werden uitgevoerd voor het programma corrosie onder isolatie.

Tabel 5.2. Naleefbaarheid van lozingseis voor de debietgewogen jaargemiddelde concentratie voor 8 parameters.

Parameter	Eenheid	Lozings-eis	Debietgewogen jaargemiddelde concentratie					
			Overschrijdingen lozingseis					
			Start (%)	(-)	Kalibratie (%)	(-)	Validatie (%)	(-)
CZV	mg/l	590			0,00%	0	0,00%	0
Koper	µg/l	20,3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Nikkel	µg/l	26,2			0,00%	0	0,00%	0
Chroom	µg/l	20,8	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Zink	µg/l	102			1,67%	1	60,0%	6
AOX	µg/l	236			0,00%	0	0,00%	0
N-totaal	mg/l	23,6			0,00%	0	0,00%	0
Fosfor-P	mg/l	3,5			0,00%	0	0,00%	0

Bij gebruikelijke, beheerste lozingsproces	
	Naleefbaar
	Min of meer naleefbaar
	Niet-naleefbaar

Uit tabel 5.2 blijkt dat de lozingseis voor de debietgewogen jaargemiddelde concentratie voor zeven van de acht beschouwde parameters naleefbaar is. Voor zink is het percentage overschrijdingen in het validatiedeel echter zeer hoog (60%). We kunnen aannemen dat die verhoogde concentraties veroorzaakt zijn door de in het milieujaarverslag genoemde straalwerkzaamheden (zie boven de tabel) en dat er daarmee geen gegronde reden is de lozingseis bij te stellen.

6 Nagaan invloed substitutie

Onder censuur verstaan we het weergeven van een meetwaarde onder een bepaalde grens - algemeen aangeduid als 'rapportagegrens' - als kleiner dan die grens, zoals '< 1 mg/l'. Om toch ook dit soort semi-kwantitatieve waarden mee te kunnen nemen bij het bepalen van kengetallen van de achterliggende kansverdeling, zoals gemiddelde of standaardafwijking, moet deze worden vervangen door een kwantitatieve waarde, zoals de helft van de rapportagegrens, of een andere fractie van de rapportagegrens. Dit vervangen van een gecensureerde waarde wordt aangeduid als 'substitutie'.

6.1 Is substitutiemethode van belang bij afleiden lozingseis?

In bijlage 5 punt 4 van de Zienswijze ontwerpvergunning, stelt SNC het volgende:

Indien een analyse uitkomt < de detectiegrens, dan wordt door Icastat de helft van de detectiegrens meegenomen. Dit is een arbitraire keuze, hetgeen in de statistische berekening niet tot een representatieve vracht leidt. De meest zuivere methode (mondeling bevestigd door Witteveen+Bos) is de Volkert-Bakker methode.

Onze reactie

Er zijn veel procedures mogelijk om het schadelijke effect van gecensureerde waarden op de resultaten van statistische analyses te verzachten. Maar de geschiktheid van een dergelijke procedure varieert, afhankelijk van het soort statistische analyse, het soort kengetal van de meetwaarden dat daarbij een rol speelt (zoals het gemiddelde, de standaardafwijking, of het 99,9-percentiel), het aantal meetwaarden, het percentage gecensureerde waarden, het aantal rapportagegrenzen, de relatieve hoogtes van die rapportagegrenzen ten opzichte van de meetwaarden boven de rapportagegrenzen en het soort kansverdeling waar de meetwaarden uit afkomstig zijn (zie bijvoorbeeld [Helsel and Hirsch, 1992]).

De internationaal gezien vermoedelijk meest gebruikte voorbewerking van gecensureerde gegevens is elke gecensureerde waarde te vervangen door de helft van zijn rapportagegrens, aangezien die bij elk soort statistische analyse kan worden gebruikt. Er zijn ook procedures waarmee soms betere schattingen van het gemiddelde en de standaardafwijking kunnen worden verkregen dan met deze substitutiemethode, zoals extrapolatie van de niet-gecensureerde data, of het gebruik van maximum-likelihoodschatters. Maar hier zijn we vooral geïnteresseerd in het 99,9-percentiel van de achterliggende kansverdeling van de vracht, omdat die kan fungeren als lozingseis. En er kan ongeacht de substitutiemethode altijd een raming van dat kengetal worden verkregen, zij het op voorwaarde dat minstens een aantal meetwaarden boven de rapportagegrens uitkomt.

De stelling van SNC dat een andere substitutiemethode, de Volkert-Bakker methode, de meest zuivere⁵ methode is, is onvolledig, want er is niet bij vermeld voor welk kengetal dat geldt. Een methode kan bijvoorbeeld onder bepaalde condities een zuivere schatting van een gemiddelde opleveren, maar voor een ander kengetal, zoals de standaardafwijking hoeft dat dan niet het geval te

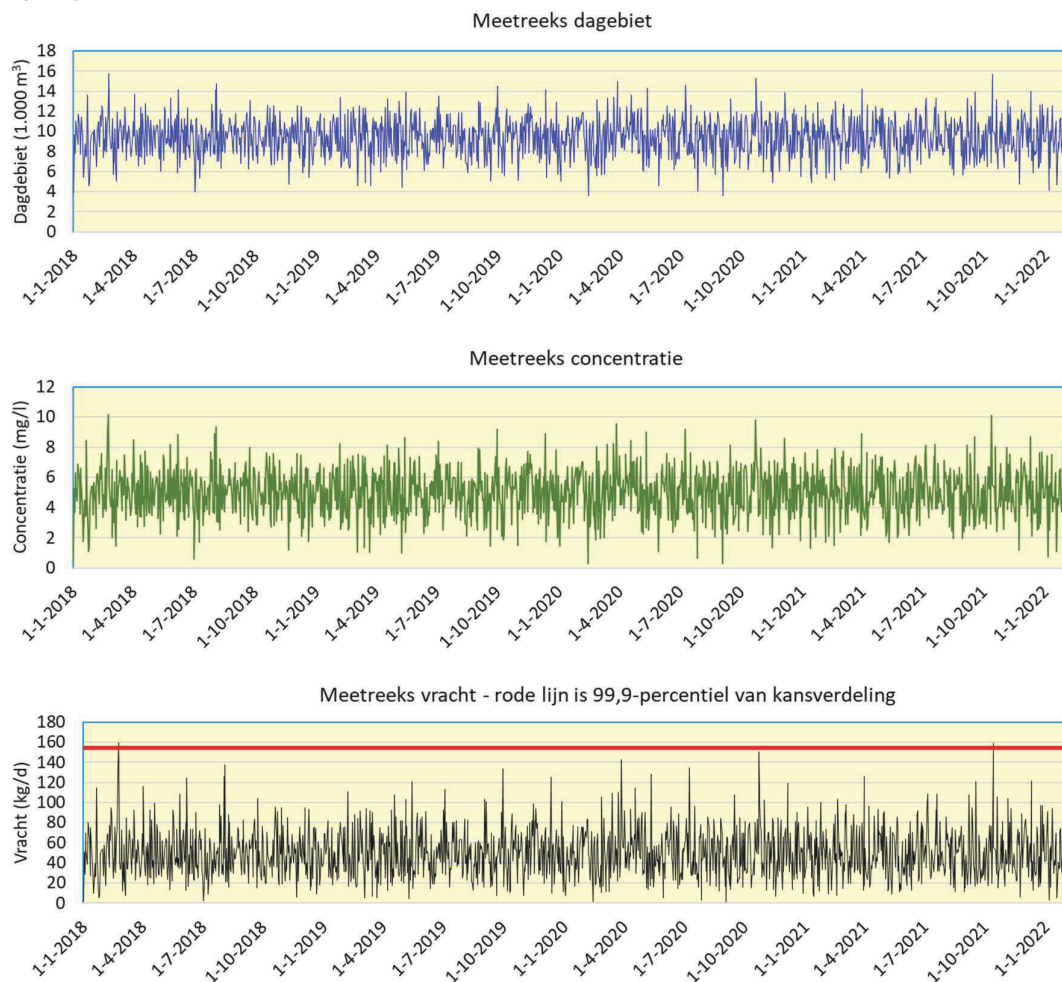
⁵ We noemen een schatter zuiver, als het gemiddelde van een oneindig aantal schattingen gelijk is aan het te schatten gemiddelde.

zijn. Bovendien is de stelling van SNC te rooskleurig, want zuiverheid gaat doorgaans alleen op onder bepaalde strikte omstandigheden.

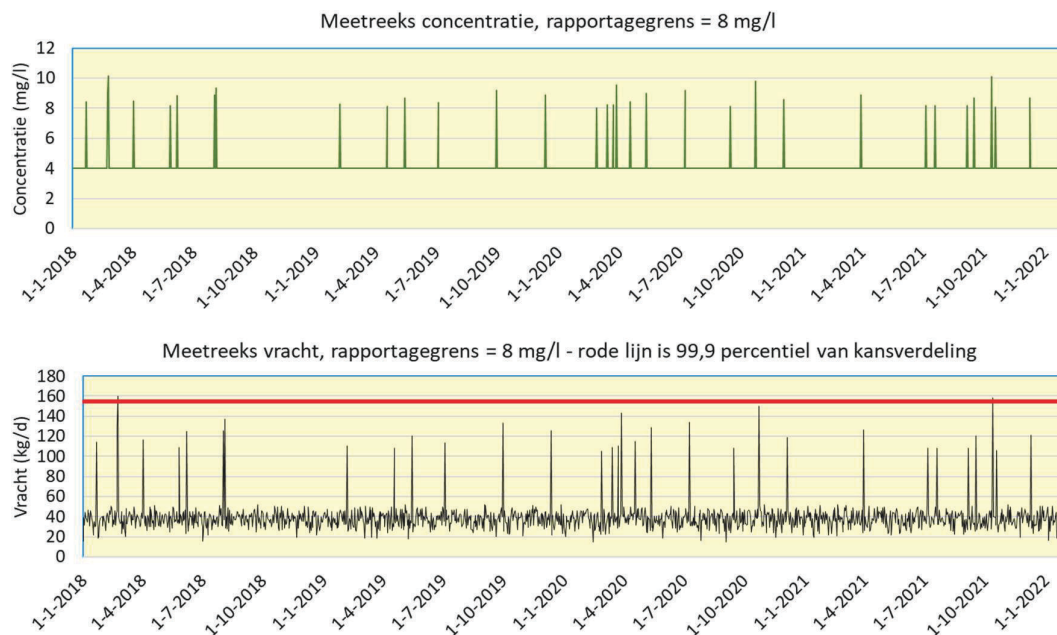
Van groter belang hier is dat we voor onze toepassing – het afleiden van lozingseisen – het 99,9-percentiel willen ramen van de kansverdeling waar de meetwaarden uit afkomstig zijn. Dat percentiel zal immers een geschikte lozingseis zijn voor de betreffende parameter. Als er sprake is van een hoge censuurgraad, zoals 30% of meer, kan er vaak niet meer vanuit worden gegaan dat de waarden afkomstig zijn van een normale kansverdeling en zal de lozingseis moeten worden geraamd met een benaderende methode, zoals een vuistregel (zie daarvoor § 8.2.2), of een visuele raming. Daarvoor zijn alleen de hoogste waarden van de tijdreeks nodig en tenzij de censuurgraad zeer hoog is, zoals meer dan 99%, zullen die niet beïnvloed zijn door de censuur.

De figuren 6.1 en 6.2 tonen een nagebootste vrachtreeks, respectievelijk vóór en na censureren, met een zeer hoge censuurgraad van 97,8%. Desondanks kan nog altijd een raming van het 99,9-percentiel van de achterliggende kansverdeling van de vracht worden verkregen, zij het met een benaderende methode. Dit illustreert dat de toegepaste soort censuurmethode geen rol van belang speelt bij het ramen van een lozingseis.

Figuur 6.1. Voorbeeld van een vrachtreeks, die is afgeleid uit een debietreeks en een concentratierreeks, met de bijbehorende raming van de lozingseis, als het 99,9%-percentiel van de achterliggende kansverdeling. De concentratierreeks bevat geen gecensureerde waarden.



Figuur 6.2. De vrachtreeks van figuur 6.1, maar nu nadat de bijbehorende concentratiereeks is gecensureerd, met als rapportagegrens 8 mg/l en het vervangen van elke gecensureerde waarde (aangeduid als < 8 mg/l) door 4 mg/l. De censuurgraad bedraagt 97,8%, maar desondanks bevat de vrachtreeks nog genoeg extreme waarden om het 99,9%-percentiel van de achterliggende kansverdeling te kunnen ramen met een benaderende methode.



6.2 Is rapportagegrens van belang bij afleiden lozingseis?

In punt 8 van de Zienswijze ontwerpvergunning stelt SNC het volgende:

Er zijn stoffen zoals ACN waarbij in de statistische berekening geen rekening is gehouden met de detectiegrens. Voor ACN is de detectiegrens 1 mg/l. Bij een debiet van 10.000 m³/dag en een analyse net boven de detectiegrens, is de dagvracht al 20 kg en is de dagvrachteis overschreden. In de praktijk is deze norm dus niet naleefbaar.

Onze reactie

Die norm is wel degelijk naleefbaar, zij het op voorwaarde dat zowel de beschouwde periode als de beschouwde meetwaarden representatief zijn voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Bij onze eerdere exercitie om een lozingseis voor ACN af te leiden (rapport van 19 januari jl.) is uitgegaan van de deelreeks die de periode september 2019 t/m mei 2021 omvat. En verder zijn daarbij twee extreme uitschieters verwijderd, zoals te zien in onderstaande figuur 6.3.

Figuur 6.3. Tijdreeks van de ACN-vracht waarmee in onze vorige exercitie de lozingseis voor ACN is afgeleid, evenals de twee daarbij verwijderde meetwaarden en de resulterende lozingseis. De beschouwde tijdreeks betreft de periode september 2019 t/m mei 2021.



Zoals te zien in deze figuur zal een dagvracht van 20 kg hoger zijn dan alle meetwaarden van de beschouwde reeks en een dergelijk extreem moet dan ook zeer onaannemelijk worden geacht bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Het is daarom terecht dat zijn overschrijding van de lozingseis (en zelfs ook de extreemste meetwaarden) wordt opgevat als signaal dat er geen sprake meer is van de gebruikelijke, beheerste procesvoering. De bovenstaande stelling van SNC, dat deze lozingseis niet naleefbaar is, is daarmee niet bewezen.

Een ander punt van belang is of de beschouwde periode en de beschouwde meetwaarden wel representatief zijn te achten voor de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Dit is behandeld in de hoofdstukken 3 en 4.

6.3 Bij niet-normaliteit toch een lozingseis voor 10-puntsgemiddelde afleiden?

En in punt 9 van de Zienswijze ontwerpvergunning stelt SNC het volgende:

Het uiteindelijke doel van een lozingseis is dat wordt gestreefd naar een minimale lozing en dat wordt bij lozingen dicht bij de delectiegrens beter gereguleerd met een dagvracht (omdat bij niet normale verdeling geen praktisch naleefbare 10 monstergemiddelde eis kan worden afgeleid).

Onze reactie

Het is onjuist dat bij een niet-normale verdeling geen praktisch naleefbaar 10-puntsgemiddelde kan worden afgeleid. Dit komt doordat volgens de statistische theorie de kansverdeling van het gemiddelde van een aantal meetwaarden meer tot de normale kansverdeling zal naderen, naarmate er over meer meetwaarden wordt gemiddeld. Dit wordt doorgaans de Centrale-Limietstelling genoemd.

In hoofdstuk 5, dat gaat over de naleefbaarheid van de door ons voorgestelde lozingseisen, zijn er dan ook meerdere voorbeelden te vinden waar de meetwaarden van een parameter niet normaal verdeeld zijn, maar waar de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde wel degelijk goed naleefbaar blijkt, ondanks het feit dat we daarbij aan Lozingseis-assistent hebben opgegeven dat de meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling. Deze handige truc wordt zelfs ook aanbevolen in de handleiding van Lozingseis-assistent, namelijk in Bijlage 2 ('Oplossingen als er geen lozingseis voor gemiddelden kan worden afgeleid').

Het bovenstaande wordt geïllustreerd met onderstaande tabel 6.1, die voor twaalf matig tot sterk gecensureerde parameters van de lozing van SNC de empirische naleefbaarheid vermeldt van drie soorten lozingseis. De sterkst gecensureerde parameters zijn 135-TMEBenz (97%), zilver (91%) en ACN (87%). In 25 van de 27 gevallen is de lozingseis – die uitgaat van een overschrijdingskans van 0,1% - niet overschreden. En in de twee gevallen met overschrijdingen betrof het geringe percentages, doordat het aantal overschrijdingen slechts twee respectievelijk één bedroeg.

Tabel 6.1. Empirische naleefbaarheid van drie soorten lozingseis voor de vracht, zoals vastgesteld voor een aantal matig tot sterk gecensureerde parameters van de lozing van SNC. De parameters zijn gerangschikt op de censuurgraad (het percentage gecensureerde meetwaarden van de concentratie).

Parameter	Censuurgraad (%)	Uitgangspunt kansverdeling meetwaarde	Overschrijdingen kalibratiedeel lozingseis			Aantal meetwaarden (-)	Aantal gecensureerd (-)
			Meetw	10-pg	Jaarvr		
135-TMEBenz	97%	Niet-normaal	0,00%	0,00%	0,00%	787	765
Zilver	91%	Niet-normaal				79	72
ACN	87%	Niet-normaal	0,00%	0,00%	1,35%	415	362
Cyanide	81%	n.v.t.		0,00%	0,00%	54	44
Sulfide	72%	n.v.t.				25	18
Lood	65%	Normaal	0,00%	0,00%	0,00%	81	53
Cadmium	60%	Normaal	0,00%	0,00%	0,00%	84	50
Acetaldehyde	55%	Normaal	0,00%		0,00%	56	31
124-TMEBenz	43%	Niet-normaal	0,13%	0,00%	0,00%	787	339
AOX	35%	Niet-normaal	0,00%	0,00%	0,00%	75	26
Kwik	29%	Normaal	0,00%	0,00%	0,00%	364	106
Formaldehyde	21%	Normaal	0,00%		0,00%	57	12

7 Toelichten visueel geraamd lozingseisen

Voor zeven parameters konden één of meer lozingseisen alleen visueel worden geraamd doordat de kansverdeling van de meetwaarden sterk scheef was, bijvoorbeeld door één of meer zeer extreme uitschieters. De methoden van Lozingseis-assistent boden daarvoor geen geschikte oplossing. Dit betrof de lozingseisen voor het maximum van een meetwaarde van naftaleen en cumeen en de lozingseisen voor het 10-puntsgemiddelde van ethylbenzeen, tolueen, styreen, naftaleen en 135 TME-benz. In die gevallen hebben wij visueel de lozingseis zo goed mogelijk afgestemd op de tijdreeks, rekening houdende met de kenmerken van de reeks en het patroon van de extreme uitschieters, zodanig dat het aantal overschrijdingen min of meer voldoende beperkt werd.

8 Toegepaste methoden voor afleiden lozingseisen

In dit hoofdstuk worden voor de volledigheid de methoden toegelicht waarmee de lozingseisen zijn afgeleid aan de hand van historische meetreeksen van de betreffende parameters. De methoden vermeld in § 8.1 t/m § 8.3 en in § 8.5 zijn conform het landelijk beleid, zoals beschreven in [NBW, 2005]. De in § 8.4 beschreven methode om de lozingseis voor een jaarvracht af te leiden is echter nieuw en betreft een verbetering ten opzichte van een eerder ontwikkelde vuistregel.

8.1 Statistische tolerantielimiet als lozingseis

In 2003 zijn op verzoek van de toenmalige RIZA/CIW-4 projectgroep Lozingseisen WVO-vergunning- en aanbevelingen opgesteld voor eenduidige, zo mogelijk uniforme, handhaafbare en naleefbare lozingseisen in WVO-vergunningvoorschriften [Baggelaar, 2003]. Een belangrijke aanbeveling was om de tolerantielimiet als lozingseis te hanteren, aangezien deze daarvoor goed geschikt is. Het is namelijk de grens waarvan we met een bepaalde betrouwbaarheid mogen verwachten dat die hooguit door een bepaald percentage nieuwe meetwaarden (of gemiddelden van nieuwe meetwaarden, of jaarsommen van nieuwe meetwaarden) wordt overschreden, als het lozingsproces niet verandert. Een dergelijke lozingseis, die rekening houdt met de kenmerken van de lozing onder de gebruikelijke, beheerste procesvoering, is naleefbaar door het betreffende bedrijf als het die procesvoering handhaaft of verbetert.

Deze uitgangspunten zijn kort daarna vastgelegd in het document Lozingseisen WVO-vergunningen van het Nationaal Bestuursakkoord Water [NBW, 2005] en maken daarmee deel uit van het landelijk beleid.

Deze aanbeveling is ook toegepast bij de ontwikkeling van ons bij [NBW, 2005] behorende programma Lozingseis-assistent [Baggelaar en Van der Meulen, 2019]. Daarmee kan op basis van een meetreeks van een lozingsproces op empirische wijze een lozingseis worden afgeleid als de tolerantielimiet_(γ ;1- α) van het betreffende proces, die wordt gekenmerkt door de volgende twee percentages:

1. het **percentiel**, zijnde het percentage van alle nieuwe waarden dat de limiet *minstens* beoogt te begrenzen. Dit geven we aan als $100\% \cdot \gamma$, waarbij $0 < \gamma < 1$ en wordt ook wel aangeduid als de dekkingsgraad. De limiet zal dan dus door *hoogstens* $100\% \cdot (1-\gamma)$ van alle nieuwe waarden worden overschreden;
2. de **betrouwbaarheid**, oftewel de mate van aannemelijkheid dat de limiet ook daadwerkelijk minstens de beoogde fractie van alle nieuwe waarden zal begrenzen. Dit geven we aan als $100\% \cdot (1-\alpha)$, met $0 < \alpha < 1$. Hierbij is α het door ons geaccepteerde risico dat de tolerantielimiet door meer dan $100\% \cdot (1-\gamma)$ van alle nieuwe waarden wordt overschreden, zónder dat er sprake is van een verandering van het lozingsproces. De onzekerheden ten gevolge van bemonsterings- en analysefouten en de steekproeffout zijn in dit betrouwbaarheidsinterval verdisconteerd.

De tolerantielimiet_(γ ;1- α), kunnen we dus zien als de bovengrens van het $100\% \cdot (1-\alpha)$ -betrouwbaarheidsinterval van het geschatte $100 \cdot \gamma$ -percentiel van een kansverdeling.

In Lozingseis-assistent wordt een lozingseis doorgaans afgeleid als de tolerantielimiet_(99,9%; 95%).

De lozingseis kan dan met 95% betrouwbaarheid worden opgevat als de waarde die met een kans van slechts 0,1% zal worden overschreden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Dit betekent dat bij dagelijks meten gemiddeld slechts eens in de drie jaar een overschrijding van de lozingseis zal plaatsvinden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Deze kans is dermate verwaarloosbaar, dat overschrijdingen van de lozingseis met grote zekerheid gezien kunnen worden als indicaties van een verandering van het lozingsproces. Een overschrijding kan dan met 95% betrouwbaarheid worden opgevat als een signaal dat er geen sprake meer is van de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Met Lozingseis-assistent kan de lozingseis ook worden afgeleid als de tolerantielimiet_(99% ; 95%), die met 95% betrouwbaarheid kan worden opgevat als de waarde die met een kans van slechts 1% zal worden overschreden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. In deze studie is voor elke laagfrequente meetreeks (met 12 of minder metingen per jaar) tevens deze tolerantielimiet_(99% ; 95%) als lozingseis afgeleid. Er kan worden aangenomen dat bij maandelijks meten gemiddeld slechts eens in de 8,3 jaar een overschrijding van deze lozingseis zal plaatsvinden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Door bij de handhaving na te gaan of nieuwe waarden boven de tolerantielimiet liggen, kan dus worden nagegaan of er een verandering in het lozingsproces is opgetreden. De tolerantielimiet is daarmee een geschikt kengetal om als een naleefbare lozingseis te dienen.

8.2 Lozingseis voor meetwaarden

Voor het afleiden van een lozingseis voor meetwaarden hebben we in deze studie onderscheid gemaakt tussen de volgende twee situaties:

- (1) de meetwaarden volgen – al dan niet na wiskundige transformatie – een normale kansverdeling – zie daarvoor § 8.2.1;
- (2) de meetwaarden volgen geen normale kansverdeling en het lukt niet deze te transformeren naar een normale kansverdeling – zie daarvoor § 8.2.2.

8.2.1 Meetwaarden volgen normale kansverdeling, al dan niet na transformatie

Als de meetwaarden – al dan niet na wiskundige transformatie – een normale kansverdeling volgen, hangt de methode om de lozingseis af te leiden af van het al of niet optreden van autocorrelatie in de meetreeks, zoals hieronder toegelicht.

Afleiden lozingseis meetwaarde bij normale kansverdeling, zonder autocorrelatie

Als we er van uit mogen gaan dat de (eventueel getransformeerde) meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling en we geen rekening hoeven te houden met autocorrelatie, dan berekenen we de lozingseis met Lozingseis-assistent als de tolerantielimiet_(100%·γ, 95%) van toekomstige (eventueel getransformeerde) meetwaarden. Deze volgt uit [Natrella, 1963]:

$$TL_{(100\% \cdot \gamma, 95\%)} = \bar{x} + \frac{z_{(\gamma)} + \sqrt{\left(z_{(\gamma)}^2 - \left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)}\right) \cdot \left(z_{(\gamma)}^2 - \frac{z_{(0,95)}^2}{n}\right) \right)}}{\left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)}\right)} \cdot s$$

met $\bar{x}$ en s de schattingen van het gemiddelde en de standaardafwijking van de kansverdeling waar de (eventueel getransformeerde) meetwaarden uit afkomstig zijn, n het aantal meetwaarden

waarop die schattingen zijn gebaseerd, $z_{(\gamma)}$ het $100 \cdot \gamma$ -percentiel van de standaardnormale verdeling (standaard is dit het 99,9-percentiel en anders het 99-percentiel) en $z_{(0,95)}$ het 95-percentiel van de standaardnormale verdeling. De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare (of minieme) overschrijdingskans.

Afleiden lozingseis meetwaarde bij normale kansverdeling, mét autocorrelatie

Als we er van uit mogen gaan dat de (eventueel getransformeerde) meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling en er sprake is van autocorrelatie, dan berekenen we de lozingseis met Lozingseis-assistent nog steeds als de tolerantielimiet_(100%·γ, 95%) van toekomstige (eventueel getransformeerde) meetwaarden zoals boven aangegeven, zij het nu met s vervangen door s^* , de voor de autocorrelatie gecorrigeerde schatting van de standaardafwijking van de kansverdeling, volgens:

$$s^* = \sqrt{\frac{s^2}{1 - \frac{2}{n \cdot n - 1} \cdot \sum_{l=1}^{n-1} ((n-l) \cdot \hat{\rho}_l)}}$$

met $\hat{\rho}_l$ de geschatte autocorrelatiecoëfficiënt voor tijdsinterval l . Als alle autocorrelatiecoëfficiënten nul zijn, reduceert s^* weer tot s . Als de autocorrelatiecoëfficiënten positief zijn is s^* groter dan s . Een positieve autocorrelatie leidt dus tot een hogere tolerantielimiet.

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare (of minieme) overschrijdingskans.

Als de autocorrelatie relevant blijkt tot voorbij een tijdsinterval van $n/4$ (n is het aantal meetwaarden), door een slechts langzaam uitdempende autocorrelatie, dan zal Lozingseis-assistent aangeven dat de lozingseis niet berekend kan worden. Er kunnen dan namelijk grote fouten ontstaan bij het schatten van de autocorrelatiecoëfficiënten. In feite is de meetreeks dan té kort ten opzichte van de daarin voorkomende grootschalige structuur.

8.2.2 Meetwaarden volgen geen normale kansverdeling, ook niet na transformatie

Als er duidelijk geen sprake is van een normale kansverdeling van de meetwaarden en het ook niet lukt om met transformeren een normale kansverdeling te bewerkstelligen, moet een andere aanpak worden gekozen. De methode om de lozingseis af te leiden hangt dan af van het al of niet optreden van autocorrelatie in de meetreeks, zoals hieronder toegelicht.

Afleiden lozingseis meetwaarde bij niet-normale kansverdeling, zonder autocorrelatie

Als we er niet van uit mogen gaan dat de (eventueel getransformeerde) meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling, we geen rekening hoeven te houden met autocorrelatie en er voldoende meetwaarden beschikbaar zijn (zie onder), dan berekent Lozingseis-assistent de lozingseis als de tolerantielimiet_(100%·γ, 95%) van toekomstige meetwaarden. De berekening volgt uit [Gilbert, 1987]:

$$TL_{(100\% \cdot \gamma, 95\%)} = x_{[u]} \quad \text{en} \quad u = \gamma \cdot (n + 1) + z_{(0,95)} \cdot \sqrt{n \cdot \gamma \cdot (1 - \gamma)}$$

met $x_{[u]}$ de meetwaarde die zich na rangschikking van klein naar groot op de u^e -positie bevindt (als u geen geheel getal is wordt lineair geïnterpoleerd tussen de naastliggende meetwaarden), n het aantal meetwaarden en $z_{(0,95)}$ het 95-percentiel van de standaardnormale verdeling. De op deze wijze berekende tolerantielimiet is alleen dan een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare overschrijdingskans, als er voldoende meetwaarden zijn. Bij de standaardoverschrijdingskans van 0,1% ($\gamma = 0,999$) is er echter pas sprake van voldoende meetwaarden bij $n > 3.000$. Daarom

zullen er meestal onvoldoende meetwaarden beschikbaar zijn, zodat het dan niet mogelijk is de tolerantielimiet_(99,9%, 95%) te schatten. De reden is dat de berekende u dan groter is dan n . In een dergelijk geval wordt de maximale meetwaarde ($x_{[n]}$) gehanteerd als tolerantielimiet en daarmee als lozingseis, volgens:

$$TL_{(100\% \cdot \gamma, 95\%)} = x_{[n]}$$

Dit betreft echter een open lozingseis, met een overschrijdingskans van $100\% \cdot (1-\gamma)$, die niet meer verwaarloosbaar is, aangezien $\gamma < 0,999$. De bij een betrouwbaarheid van 95% horende dekkingsgraad (γ) wordt hierbij door Lozingseis-assistent vastgesteld aan de hand van de volgende relatie [Montgomery, 1991]:

$$\ln(\gamma) = \frac{\ln(0,05)}{n}$$

Afleiden lozingseis meetwaarde bij niet-normale kansverdeling, met autocorrelatie

Als we niet uit kunnen gaan van een normale kansverdeling - ook niet na transformatie van de meetwaarden - en er sprake is van autocorrelatie, dan wordt een tolerantielimiet van toekomstige meetwaarden nog steeds met Lozingseis-assistent berekend zoals hierboven beschreven, zij het dat ditmaal niet wordt uitgegaan van het aantal beschikbare meetwaarden (n), maar van het aantal *onafhankelijke* meetwaarden. Het aantal onafhankelijke meetwaarden (n^*) is een functie van het aantal beschikbare meetwaarden (n) en van de autocorrelatiestructuur van de meetreeks, volgens [Bayley and Hammersley, 1946]:

$$n^* = \left(\frac{1}{n} + \frac{2}{n^2} \cdot \sum_{l=1}^{n-1} ((n-l) \cdot \hat{\rho}_l) \right)^{-1}$$

met $\hat{\rho}_l$ de geschatte autocorrelatiecoëfficiënt voor tijdsinterval l . Als alle autocorrelatiecoëfficiënten nul zijn, is n^* gelijk aan n . Maar als de autocorrelatiecoëfficiënten positief zijn is n^* kleiner dan n . Het betreft een open lozingseis, met een overschrijdingskans van $100\% \cdot (1-\gamma)$.

Bij niet-normaliteit wordt alleen een maximum-lozingseis afgeleid

Met de hierboven beschreven methoden kan bij niet-normaliteit door Lozingseis-assistent alleen een open lozingseis worden afgeleid, dat wil zeggen een lozingseis met een niet-verwaarloosbare overschrijdingskans ($> 0,1\%$). Maar een open lozingseis vergt bij de handhaving veel meer aandacht, aangezien die met een bepaalde frequentie overschreden mag worden. Gezien deze praktische bezwaren tegen de open lozingseis heeft het waterschap ons verzocht in een dergelijk geval een maximum-eis, dus een gesloten lozingseis, af te leiden. De handhaving kan dan in principe volstaan er op toe te zien dat die maximum-eis niet wordt overschreden.

Vuistregel

De door ons gehanteerde vuistregel om bij een niet-normale kansverdeling toch een gesloten lozingseis af te leiden is gebaseerd op een in een eerder stadium door SNC aangedragen model van het lozingsproces dat bestaat uit twee deelprocessen [SNC, 2006]:

- i. een doorgaans optredend vrijwel ongestoord proces, dat meetwaarden oplevert die min of meer symmetrisch fluctueren rond een bepaald gemiddelde en
- ii. een af en toe optredend proces van onregelmatige verstoringen, dat leidt tot naar boven uitschietende meetwaarden (de 'extra hoge waarden').

Een dergelijk proces zal een meetreeks leveren met een groot aantal meetwaarden die min of meer symmetrisch fluctueren rond een bepaald gemiddelde en ook een aantal extra hoge

waarden, die alle echter nog wel representatief zijn te achten voor de te vergunnen lozingssituatie. De maximum-eis volgt dan bij minstens vijf extra hoge waarden uit [Baggelaar, 2008]:

$$LE_{\max} = \bar{x}^+ + 3,09 \cdot s^+$$

waarin $LE_{\max}$ de maximum-eis, $\bar{x}^+$ respectievelijk s^+ het gemiddelde respectievelijk de standaardafwijking van de extra hoge waarden en 3,09 de waarde van de standaardnormale kansverdeling met een eenzijdige onderschrijdingskans van 99,9%. Een extra hoge waarde is een meetwaarde die groter is dan $\bar{x} + 2 \cdot s$, met $\bar{x}$ respectievelijk s het gemiddelde respectievelijk de standaardafwijking van de meetwaarden.

Er kunnen echter ook probleemgevallen optreden en dan wordt als vuistregel de maximum-eis gesteld op 1,1 maal de open lozingseis. Het betreft de volgende probleemgevallen:

- als een maximum-eis die is afgeleid met bovenstaande methode lager uitkomt dan de open lozingseis;
- als de meetreeks niet meer dan vijf extra hoge waarden bevat en er blijkbaar sprake is van één of meer singuliere uitschieters.

8.3 Lozingseis voor 10-puntsgemiddelde

Voor het formuleren van een lozingseis voor het gemiddelde van tien opeenvolgende meetwaarden - kort aangeduid als het 10-puntsgemiddelde - onderscheiden we in deze studie de volgende twee situaties:

- (1) de meetwaarden volgen een normale kansverdeling;
- (2) de meetwaarden volgen geen normale kansverdeling.

8.3.1 Meetwaarden volgen normale kansverdeling

Afleiden lozingseis 10-puntsgemiddelde bij normale kansverdeling, zonder autocorrelatie

Als de meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling en bij het opgegeven meetinterval geen autocorrelatie vertonen, dan berekent Lozingseis-assistent de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde als de tolerantielimiet_(100%·γ, 95%) van toekomstige gemiddelden van 10 opeenvolgende meetwaarden, volgens:

$$TL_{(100\% \cdot \gamma, 95\%)} = \bar{x} + \frac{z_{(\gamma)} + \sqrt{\left(z_{(\gamma)}^2 - \left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)} \right) \cdot \left(z_{(\gamma)}^2 - \frac{z_{(0,95)}^2}{n} \right) \right)}}{\left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)} \right)} \cdot \frac{s}{\sqrt{10}}$$

met $\bar{x}$ en s de schattingen van het gemiddelde en de standaardafwijking van de kansverdeling waar de meetwaarden uit afkomstig zijn, n het aantal meetwaarden waarop die schattingen zijn gebaseerd, $z_{(\gamma)}$ het 100·γ-percentiel van de standaardnormale verdeling (standaard is dit het 99,9-percentiel en anders het 99-percentiel) en $z_{(0,95)}$ het 95-percentiel van de standaardnormale verdeling.

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare (of minieme) overschrijdingskans.

Let op dat deze lozingseis alleen geldt voor 10-puntsgemiddelden bij het opgegeven, of een groter meetinterval!

Afleiden lozingseis 10-puntsgemiddelde bij normale kansverdeling, mét autocorrelatie

Als de meetwaarden bij het opgegeven meetinterval wél autocorrelatie vertonen, dan berekent Lozingseis-assistent de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde als de tolerantielimiet $_{(100\%- \gamma, 95\%)}$ van toekomstige gemiddelden van 10 opeenvolgende meetwaarden, volgens:

$$TL_{(100\%- \gamma, 95\%)} = \bar{x} + \frac{z_{(\gamma)} + \sqrt{\left(z_{(\gamma)}^2 - \left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)}\right) \cdot \left(z_{(\gamma)}^2 - \frac{z_{(0,95)}^2}{n}\right)\right)}}{\left(1 - \frac{z_{(0,95)}^2}{2 \cdot (n-1)}\right)} \cdot \sqrt{\frac{s^2}{10 \cdot \left(1 - \frac{2}{n \cdot n-1} \cdot \sum_{l=1}^{n-1} ((n-l) \cdot \hat{\rho}_l)\right)}} \cdot \left(1 + \frac{2}{10} \cdot \sum_{l=1}^9 ((10-l) \cdot \hat{\rho}_l)\right)$$

met $\bar{x}$ en s de schattingen van het gemiddelde en de standaardafwijking van de kansverdeling waar de (al dan niet getransformeerde) meetwaarden uit afkomstig zijn, n het aantal meetwaarden waarop die schattingen zijn gebaseerd en $\hat{\rho}_l$ de geschatte autocorrelatiecoëfficiënt voor tijdsinterval l . Als alle autocorrelatiecoëfficiënten nul zijn, reduceert deze formule tot de voorgaande formule.

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare (of minieme) overschrijdingskans.

Let op dat deze lozingseis alleen geldt voor 10-puntsgemiddelden bij het opgegeven meetinterval. Als de lozingseis wordt gecheckt met een reeks met een groter meetinterval, zal de autocorrelatie minder zijn dan die van de reeks waarmee de lozingseis is afgeleid, of zelfs geheel verdwenen zijn. Het risico op onterecht detecteren van een overschrijding zal in zo'n geval kleiner zijn dan waar de lozingseis op afgestemd is (0,1% of 1%) en daarmee zal het risico op onterecht niet-detecteren van een overschrijding toenemen, zodat er in feite onderscheidend vermogen verloren gaat.

Geen resultaat als autocorrelatielengte groter is dan $n/4$

Als de autocorrelatie relevant blijkt tot voorbij een tijdsinterval van $n/4$ (n is het aantal meetwaarden), door een slechts langzaam uitdempende autocorrelatie, dan zal Lozingseis-assistent aangeven dat de lozingseis niet berekend kan worden. Er kunnen dan namelijk grote fouten ontstaan bij het schatten van de autocorrelatiecoëfficiënten. In feite is de meetreeks dan té kort ten opzichte van de daarin voorkomende grootschalige structuur.

8.3.2 Meetwaarden volgen geen normale kansverdeling

Als de meetwaarden geen normale kansverdeling volgen kan Lozingseis-assistent desgewenst een transformatie van de meetwaarden naar normaliteit toepassen. Als vervolgens door de gebruiker wordt aangegeven dat de getransformeerde meetwaarden afkomstig zijn uit een normale kansverdeling, kan de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde worden berekend met de getransformeerde meetwaarden. De bij de uitvoer gepresenteerde lozingseis is door het programma echter weer teruggetransformeerd naar de meetschaal. In een dergelijk geval dient dus bij de handhaving:

1. eerst een 10-puntsgemiddelde te worden berekend uit de getransformeerde meetwaarden en
2. vervolgens dient dat gemiddelde te worden teruggetransformeerd naar de oorspronkelijke meetschaal, zodat deze kan worden vergeleken met de lozingseis.

Dergelijke lozingseisen voor 10-puntsgemiddelden, die zijn afgeleid via transformatie van meetwaarden en terugtransformatie vergen, zouden de handhaving complex en daarmee foutgevoelig maken. Daarom hebben wij in dit soort gevallen de lozingseis op een alternatieve wijze afgeleid, zoals hieronder beschreven.

Het aantal beschikbare 10-puntsgemiddelden is doorgaans te gering, namelijk hooguit 10% van het aantal meetwaarden in de meetreeks, om empirisch te kunnen vaststellen of ze al dan niet afkomstig zijn uit een normale kansverdeling. Lozingseis-assistent moet daarom afgaan op wat de gebruiker meldt over het al dan niet normaal verdeeld zijn van de meetwaarden. Maar het is zeer wel mogelijk dat gemiddelden, die zijn berekend uit 10 opeenvolgende meetwaarden uit een niet-normale kansverdeling, zelf wél afkomstig zijn uit een normale kansverdeling. Volgens de statistische theorie – in dit geval de Centrale Limietstelling - zal een kansverdeling van gemiddelden namelijk meer naderen tot de normale kansverdeling, naarmate er meer meetwaarden worden gemiddeld, ongeacht de kansverdeling van de meetwaarden. In de gevallen dat wij veronderstelden dat hier sprake van kon zijn, is met de volgende stappen toch nog een lozingseis voor 10-puntsgemiddelden afgeleid, zonder transformatie:

1. herhaal de sessie voor het afleiden van de lozingseis (via 'Herstel status');
2. kies bij 'Normaal verdeeld?' voor een normale kansverdeling van de meetwaarden (ook al is daar dus geen sprake van);
3. geef bij 'Autocorrelatie?' aan of daar al of niet sprake van is;
4. klik op 'Lozingseis' om de lozingseis af te leiden;
5. in de onderste tijdreeksplot is nu wél een lozingseis weergegeven voor gemiddelden van 10 meetwaarden. Check visueel of deze lozingseis past bij de karakteristieken van de weergegeven tijdreeks van gemiddelden;
6. als deze check geen twijfel oproept, neem dan de bij 'Uitvoer' of 'Info' vermelde lozingseis voor gemiddelden van 10 opeenvolgende meetwaarden over. Sla hierbij echter geen acht op de daar vermelde lozingseis voor meetwaarden, aangezien die uitgaat van een normale kansverdeling van de meetwaarden (dat gaat hier immers niet op).

De praktijk heeft geleerd dat deze aanpak vaak toch nog een bruikbare lozingseis op kan leveren voor 10-puntsgemiddelden. Zeker als de meetwaarden niet afkomstig zijn uit een al te scheve kansverdeling, zal dit een vrij robuuste benadering blijken.

In de gevallen dat deze alternatieve aanpak níet werkte, is de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde afgeleid op basis van visuele beoordeling van de reeks van 10-puntsgemiddelden.

8.4 Lozingseis voor jaarvracht

Zoals hierboven beschreven, kunnen met het programma Lozingseis-assistent lozingseisen worden afgeleid voor een enkelvoudige meetwaarde en voor een 10-puntsgemiddelde. Het voorziet echter (nog) niet in het afleiden van een lozingseis voor een jaarvracht, zodat we daarvoor de volgende formulering hebben ontwikkeld.

Afleiden lozingseis jaarvracht bij geen autocorrelatie

Als de vrachtreeks geen autocorrelatie vertoont, dan wordt de lozingseis bepaald als de tolerantie-limiet_(100%-γ;95%) van een toekomstige jaarvracht die is geraamd uit k opeenvolgende vrachtwwaarden uit:

$$TL_{(100\%-\gamma;95\%)} = 365 \cdot \left(\bar{x} + \frac{z_{(\gamma)} + \sqrt{\left(z_{(\gamma)}^2 - \left(1 - \frac{z_{(95\%)}^2}{2(n-1)} \right) \left(z_{(\gamma)}^2 - \frac{z_{(95\%)}^2}{n} \right) \right)}{\left(1 - \frac{z_{(95\%)}^2}{2(n-1)} \right)} \cdot \frac{s}{\sqrt{k}} \right)$$

met $\bar{x}$ en s de schattingen van respectievelijk het gemiddelde en de standaardafwijking van de kansverdeling waar de vrachtwwaarden uit afkomstig zijn, n het aantal vrachtwwaarden waarop die schattingen zijn gebaseerd, $z_{(\gamma)}$ het 100- γ -percentiel van de standaardnormale verdeling (standaard is dit het 99,9-percentiel en anders het 99-percentiel) en $z_{(95\%)}$ het 95-percentiel van de standaardnormale verdeling. Deze formulering borduurt voort op een benaderende uitwerking van [Natrella, 1963].

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een vrijwel verwaarloosbare overschrijdingskans, van 0,1%, of 1% (afhankelijk van de ingestelde γ). Let op dat deze lozingseis alleen geldt als alle volgende voorwaarden opgaan:

1. het meetinterval van de historische vrachtreeks waaruit $\bar{x}$ en s zijn geschat is zodanig dat er k vrachtwwaarden per jaar zijn;
2. de aan de lozingseis te toetsen jaarvracht is bepaald met een voortzetting van de historische vrachtreeks waaruit $\bar{x}$ en s zijn geschat en bevat nog steeds k vrachtwwaarden per jaar;
3. de aan de lozingseis te toetsen jaarvracht is bepaald op basis van de k opeenvolgende vrachtwwaarden in een jaar;
4. het gemiddelde van k vrachtwwaarden volgt een normale kansverdeling. In het algemeen kan daar al redelijk van worden uitgegaan voor $k > 30$ à 50.

Afleiden lozingseis jaarvracht bij autocorrelatie

Als de vrachtreeks wél autocorrelatie vertoont, dan moet de standaardfout van het gemiddelde van k vrachtwwaarden – dat is de term $s/\sqrt{k}$ in bovenstaande formule – daarvoor als volgt worden gecorrigeerd:

$$\text{gecorrigeerde } \frac{s}{\sqrt{k}} = \frac{s}{\sqrt{k}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{2}{k} \sum_{l=1}^{k-1} ((k-l)\hat{\rho}_l)}{1 - \frac{2}{n(n-1)} \sum_{l=1}^{n-1} ((n-l)\hat{\rho}_l)}}$$

met $\hat{\rho}_l$ de geschatte autocorrelatiecoëfficiënt voor tijdsinterval l en n het aantal vrachtwwaarden waarop de schattingen van $\bar{x}$ en s zijn gebaseerd. De teller en noemer achter het grote wortelteken in het rechterlid corrigeren voor twee vertekeningen die ontstaan door de autocorrelatie van de reeks:

- de teller zorgt ervoor dat bij het bepalen van de standaardfout $s/\sqrt{k}$, k wordt vervangen door het effectief aantal waarden, dat door de autocorrelatie kleiner is dan k [Bayley and Hammersley, 1946; Gilbert 1987] en
- de noemer corrigeert voor het onzuiver schatten van de standaardafwijking [Gilbert, 1987].

Als er autocorrelatie optreedt in een vrachtreeks is deze vrijwel altijd positief en dan leiden beide correcties tot een grotere standaardfout van het gemiddelde. Positieve autocorrelatie leidt daarmee tot een hogere lozingseis.

Als er geen sprake is van autocorrelatie ($\hat{\rho}_l = 0$ voor $l = 1, \dots, n$) is de correctiefactor in bovenstaande formule 1, waardoor de correctie in feite vervalt.

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een verwaarloosbare (of minieme) overschrijdingskans.

8.5 Lozingseis voor debietgewogen jaargemiddelde concentratie

De debietgewogen jaargemiddelde concentratie ($\bar{c}_{dg}$) is als volgt gedefinieerd:

$$\bar{c}_{dg} = \sum_{i=1}^n q_i c_i / \sum_{i=1}^n q_i$$

waarin q_i het gemiddelde debiet op dag i , c_i de gemiddelde concentratie op dag i , i de dagindex en n het aantal in een jaar beschikbare dagen met parallelle metingen van debiet en concentratie (dus gemeten op dezelfde dag).

In onze voorgaande studie (gerapporteerd 19 januari 2023) is een lozingseis van de debietgewogen jaargemiddelde concentratie afgeleid voor acht parameters, namelijk CZV, koper, nikkel, chroom, zink, AOX, N-totaal en Fosfor-P. Hun naleefbaarheidsplots worden gepresenteerd in een aparte notitie.

De lozingseis voor de debietgewogen jaargemiddelde concentratie is in onze voorgaande studie met Lozingseis-assistent afgeleid aan de hand van de door ons samengestelde tijdreeks van het voortschrijdend jaargemiddelde van de debietgewogen concentratie. Die tijdreeks is op te vatten als de reeks meetwaarden van de debietgewogen jaargemiddelde concentratie. De lozingseis wordt dan met behulp van Lozingseis-assistent berekend als de tolerantielimiet_(100%· γ ; 95%) van dat voortschrijdend jaargemiddelde, waarbij rekening wordt gehouden met de (grote) autocorrelatie van de reeks vanwege het voortschrijdend middelen.

De op deze wijze berekende tolerantielimiet is een gesloten lozingseis, dus met een vrijwel verwaarloosbare overschrijdingskans, van 0,1%, of 1% (afhankelijk van de ingestelde γ).

9 Presentatie afgeleide lozingseisen

Met de in hoofdstuk 8 beschreven formules zijn lozingseisen afgeleid voor de dagvracht, de 10-puntsgemiddelde dagvracht en de jaarvracht van de beschouwde parameters van de lozing. Deze worden hier gepresenteerd.

9.1 Opstellen lozingseisen

De lozingseisen zijn zoveel mogelijk afgeleid met statistische analyses van de meetreeksen van het lozingsproces. Per meetreeks is daarbij als lozingseis de tolerantielimiet_(99,9%;95%) van het betreffende proces afgeleid. Deze limiet kan met 95% betrouwbaarheid worden opgevat als de waarde die met een kans van slechts 0,1% zal worden overschreden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Dit betekent dat bij dagelijks meten gemiddeld slechts eens in de drie jaar een overschrijding van de lozingseis zal plaatsvinden bij de gebruikelijke, beheerste procesvoering. Deze kans is dermate verwaarloosbaar, dat overschrijdingen van de lozingseis met grote zekerheid gezien kunnen worden als indicaties van een verandering van het lozingsproces. Een overschrijding kan dan met 95% betrouwbaarheid worden opgevat als een signaal dat er geen sprake meer is van de gebruikelijke, beheerste procesvoering.

Als nieuwe waarden boven de tolerantielimiet liggen, is het zeer waarschijnlijk dat er een verandering in het lozingsproces is opgetreden. De tolerantielimiet is daarmee een geschikt kengetal om als een naleefbare lozingseis te dienen.

De drie soorten lozingseisen zijn met de volgende instrumenten afgeleid:

- lozingseis voor (maximum) meetwaarde: het programma Lozingseis-assistent⁶;
- lozingseis voor 10-puntsgemiddelde: het programma Lozingseis-assistent;
- lozingseis voor jaarvracht: eigen software, ontwikkeld voor deze studie.

Bij het afleiden is rekening gehouden met relevante statistische kenmerken van de meetwaarden van het proces, in dit geval het soort kansverdeling (normaal of niet-normaal) en de mate van autocorrelatie (uitgedrukt in de autocorrelatielengte).

De resulterende lozingseisen zijn vermeld in hoofdstuk 9 (tabel 9.1). En in bijlage 3 (separaat meegeleverd) vindt u uitvoer en instellingen van het programma Lozingseis-assistent bij het afleiden van de lozingseisen.

9.2 Tabel afgeleide lozingseisen

De lozingseisen zijn vermeld in tabel 9.1, evenals informatie over de meetreeksen en de bij het afleiden gehanteerde instellingen.

⁶ De eerste versie van dit programma stamt uit 2003 en is destijds door ons ontwikkeld, op verzoek van Rijkswaterstaat. Het hanteert een aantal specifieke uitgangspunten voor het afleiden van lozingseisen die kort daarna zijn vastgelegd in het document Lozingseisen WVO-vergunningen van het Nationaal Bestuursakkoord Water [NBW, 2005] en die daarmee deel uitmaken van het landelijk beleid. De recentste openbare versie stamt uit 2019 (Baggelaar en Van der Meulen, 2019).

Voor de laagfrequent gemeten reeksen (hoogstens 12 meetwaarden per jaar) is op verzoek van het waterschap zowel een lozingseis afgeleid met een overschrijdingskans van 0,1%, als met een overschrijdingskans van 1%. Deze laatste geeft het waterschap meer mogelijkheden om tijdig een verslechtering van een proces te kunnen detecteren, gezien het grote meetinterval.

Bijzondere gevallen

Voor zeven parameters konden één of meer lozingseisen alleen visueel worden geraamd doordat de kansverdeling van de meetwaarden sterk scheef was, bijvoorbeeld door één of meer zeer extreme uitschieters. De methoden van Lozingseis-assistent boden daarvoor geen geschikte oplossing. Dit betrof de lozingseisen voor het maximum van een meetwaarde van naftaleen en cumeen en de lozingseisen voor het 10-puntsgemiddelde van ethylbenzeen, tolueen, styreen, naftaleen en 135 TME-benz.

Verder moest de lozingseisen voor de jaarvracht van sulfide, acetaldehyde en formaldehyde worden geraamd op basis van beperkte informatie. En voor vier parameters konden één of meer lozingseisen niet worden geraamd, doordat de meetreeks daarvoor té weinig informatie bevatte. Dit betrof de lozingseis voor het 10-puntsgemiddelde van sulfide, acetaldehyde, formaldehyde en cumeen.

Tabel 9.1: Lozingseisen van in deze studie beschouwde parameters, met informatie over de meetreeks en de instellingen bij het afleiden van de lozingseisen. Tevens zijn de lozingseisen vermeld uit de Aanvraag afvalwatervergunning V4.2 van SNC.

Versie 15 juni 2023 Parameter en meeteenheid	Trend?	Model- periode t/m (maand/jaar)	Aantal meetw- verwij- derd	Meetinterval			Auto- correlat. (lags)	Lozingseis LE voor meetwaarde			Lozingseis LE voor 10-puntsgemidd.		Lozingseis LE voor jaarvracht (kg/j)		Aanvraag V4.2 SNC (0,1%)		
				Voor- schrift	Praktijk (dag)	Keuze (dag)		0,1%	1%	Max	0,1%	1%	0,1%	1%	LE meet- waarde	LE 10-punts- gemidd.	LE jaar- vracht
Debiet (m ³ /u)	Geen	1/16-3/22		Dag	1	1	365	46	624		510						
Kjeldahl-N (kg/d)	Geen	1/16-5/21		Dag	1	1	365	108	293		238		68.473		292	238	57.666
IE (-)	1%	1/18-5/21		Dag	1	1	365	144			54.309					52.630	
Cyanide (kg/d)	Geen	2/16-1/22		2 Mnd	56-63	56	6	0			0,043 [N]	0,039 [N]	17,1	15,5		0,049	16,4
Fenol (kg/d)	-11%	1/18-12/21		Maand	28-28-35	28	12	0	2,55	2,14	1,38	1,25	486	443	3,68	1,94	571
Benzeen (kg/d)	-23%	1/18-3/22	9	Dag	1	1	365	20		13,9	4,4 [N]		751		8,96	6,87	960
Ethylbenzeen (kg/d)	-16%	1/18-3/22	2	Dag	1	1	365	80		11,2	5,0 [V]		844		5,41	4,24	719
Tolueen (kg/d)	-13%	1/18-3/22	6	Dag	1	1	365	30	2,47		0,80 [V]		108		2,16	1,88	148
Styreen (kg/d)	Geen	1/16-12/21	2	Dag	1	1	365	80		2,70	0,90 [V]		100		0,740	0,570	54
Xyleen (kg/d)	-21%	1/18-12/21	9	Dag	1	1	365	24		0,280	0,12 [N]		20,9		0,558	0,474	35,0
Naftaleen (kg/d)	-12%	1/18-3/22	1	Dag	1	1	365	25		0,50 [V]	0,15 [V]		25,1		0,459	0,349	35,0
Cadmium (kg/d)	-11%	1/18-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	0,052	0,043	0,025	0,022	8,60	7,58	0,055	0,027	7,40
Lood (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	0,057	0,048	0,031	0,028	11,0	10,1	0,057	0,031	9,40
Koper (kg/d)	-5%	1/18-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	0,283	0,242	0,167	0,154	59,3	55,0	0,318	0,183	56,7
Zilver (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	0		0,013			2,42	2,29	0,019	0,010	2,90
Nikkel (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	8	0,326	0,278	0,233	0,207	83,0	74,1	0,372	0,239	63,0
Chroom (kg/d)	-9%	1/18-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	0,330	0,275	0,175	0,158	61,6	55,8	0,413	0,213	62,0
Arseen (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	1	0,036	0,030	0,021	0,019	7,45	6,73	0,035	0,019	5,80
Titanium (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	1,58	1,33	0,882	0,804	312	286	1,81	0,970	295
Vanadium (kg/d)	-16%	1/18-3/22		Week	28-28-35	28	12	0	0,104	0,086	0,052	0,047	18,4	16,5	0,526	0,221	51,1
Zink (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	0		4,84	1,38 [N]	1,19 [N]	477	414	2,39	1,12	320
Kwik (g/d)	-18%	1/18-3/22		Week	7	7	52	50	8,30		6,99		2.196		8,16	6,71	1.036
AOX (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Maand	28-28-35	28	12	0		6,37	1,85 [N]	1,63 [N]	647	573	3,98	2,32	533
NO2-N (kg/d)	Geen	1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	0			6,93	6,08	2.418	2.134		7,35	1.999
ACN Acetonitril (kg/d)	-3%	3/16-5/21	6	Week	7	7	52	1		53,4	10,2 [N]		2.682		63,2	30,1	7.205
Rest-PAK (kg/d)	Geen	1/16-5/21	1	Week	7	7	52	10		0,400	0,180 [N]		49,9		0,770	[TWI]	43,5
Sulfide (kg/d)		8/20-5/21		Week	varieert	7	52	0			[TWI]		52.375 [B]			[TWI]	53.640
Acetaldehyde (kg/d)		7/20-12/21		3/Wk	varieert	7	52	0	265		[TWI]		23.623 [B]		172	[TWI]	21.317
Formaldehyde (kg/d)		7/20-12/21		3/Wk	varieert	7	52	0	33,4		[TWI]		3.693 [B]		25,7	[TWI]	3.414
124 TME-benz (kg/d)		11/19-12/21			1	1	365	24		0,096	0,040 [N]		8,60		0,057	0,031	7,52
135 TME-benz (kg/d)		11/19-12/21			1	1	365	11		0,054	0,024 [V]		4,02				3,80
Sulfaat (kg/d)	Geen	3/16-1/21		Week	28-28-35	28	12	1			9.988	9.219	3.644.239	3.363.779		12.330	3.055.088
Cumeen (kg/d)		1/20-12/21			1-1-1-2-2	1	260	120		1,4 [V]	[TWI]		109		0,622	[TWI]	54,0
NO2-N+NO3-N (kg/d)		1/16-3/22		Week	28-28-35	28	12	1	47,1	39,2	27,4	24,2	9.302	8.310			

Toelichting	
geel	Stemt overeen met eerder ingediende LE (tabel 5.1 in rapport van 19 januari jl.)
groen	Aangepaste LE, volgens in dit rapport beschreven exercities
0,12 [N]	Bij aanname dat 10-puntsgemiddelde uit normale kansverdeling komt (zie § 8.3)
0,62 [V]	Visueel geraamd, omdat statistische methoden hier niet goed werken
3.693 [B]	Raming lozingseis gebaseerd op beperkte informatie
[TWI]	Meetreeks met te weinig informatie om lozingseis te ramen

Aangehaalde literatuur

- : *Statistische aspecten van lozingseisen*. Icastat, mei 2003, 47 blz.
- . (2008): *Beoordeling lozingseisen Shell Nederland Chemie BV*. Icastat, juni 2008, 45 blz.
- (2019): *Lozingseis-assistent – Gebruikershandleiding*. Icastat en AMO, 16 december 2019, 42 blz. De eerste versie van dit programma (en de handleiding) stamt uit 2003.
- Bayley, G.V. and Hammersley, J.M. (1946): *The effective number of independent observations in an autocorrelated time series*. Journal of the Royal Statistical Society, 8(1B), 1946, pp. 184 – 197.
- Gilbert, R.O. (1987): *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York, 320 pp.
- Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. (1992): *Statistical Methods in Water Resources*. Studies in Environmental Science 49. Elsevier, Amsterdam, 510 blz.
- Montgomery, D.C. (1991): *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, New York, second edition, 674 pp.
- Natrella, M.G. (1963): *Experimental Statistics*. NBS Handbook 91, US Department of Commerce.
- NBW (2005): *Lozingseisen WVO-vergunningen*. Nationaal Bestuursakkoord Water, november 2005, 192 blz.
- SNC (2006): *Het programma Lozingseis-assistent en alternatieven*. I, 22 december 2006.

Bijlage 1: Lozingseisen voorgaande assistentie (tabel 5.1 in rapport van 19 januari 2019)

Tabel b1.1: De bij onze voorgaande assistentie afgeleide lozingseisen, evenals informatie over de meetreeks en de instellingen bij het afleiden.

Kenmerken meetreeks									Lozingseisen								
Volg- nr	Parameter en meeteenheid	Trend?	Periode (mnd/jaar)	Aantal verwij- derd	Meetinterval		Freq. (-/jr)	Auto- correlat. (lags)	LE voor meetwaarde			LE voor 10-puntsgemidd.		LE voor jaarvracht		LE voor Debgew. jaarg. conc.	
					Praktijk (dag)	Keuze (dag)			0,1%	1%	Max	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%	1%
1	Debiet (m3/u)	Geen	1/18		1	1	365	46	622			509					
2	CZV (mg/l)	Geen	1/16		1	1	365	320								590	
3	CZV (kg/d)	Geen	1/16		1	1	365	130	8.128			6647 [N]		1.965.681			
4	Kjeldahl-N (kg/d)	Geen	1/16	1	1	1	365	108	300			238 [N]		69.025			
5	Chloride (mg/l)	Geen	1/16		1	1	365	109				906 [N]					
6	Chloride (kg/d)	Geen	1/16		1	1	365	158				8.776		2.544.283			
7	IE (-)	1%	1/16		1	1	365	144				52.628					
8	Calcium (mg/l)	-4%	1/18		2-2-3	2	156	43				92 [N]					
9	Calcium (kg/d)	-5%	1/18		2-2-3	2	156	31						255.991			
10	I/IE (I/-)	Geen	1/16-1/19	2	1	1	365	104				449 [N]					
11	Fluoride (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0				3,6	3,38	1.286	1.213		
12	Cyanide (kg/d)	Geen	1/16	1	56-63	56	6	1				0,038	0,036	16,4	14,8		
13	Fenol (kg/d)	-11%	1/18		28-28-35	28	12	0	2,55	2,14		1,38	1,25	486	443		
14	Benzeen (kg/d)	-23%	1/18	5	1	1	365	20			14,6	5,0 [V]		772			
15	Ethylbenzeen (kg/d)	-16%	1/18	3	1	1	365	107	9,3			4,5 [V]		842			
16	Tolueen (kg/d)	-13%	1/18	1	1	1	365	60	2,34			1,1 [V]		117			
17	Styreen (kg/d)	Geen	6/19-1/22	8	1	1	365	154			0,68	0,62 [V]		87			
18	Xyleen (kg/d)	-21%	1/18		1	1	365	24			0,32	0,13 [N]		21			
19	Rest-MAK (kg/d)	-22%	1/18	1	1	1	365	108	10,2			4,4 [N]		991			
20	Naftaleen (kg/d)	-12%	1/18	1	1	1	365	25			0,52 [V]	0,15 [V]		25,1			
21	Cadmium (kg/d)	-11%	1/18		28-28-35	28	12	0	0,052	0,043		0,025	0,022	8,60	7,58		
22	Lood (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0	0,057	0,048		0,031	0,028	11,0	10,1		
23	Koper (µg/l)	-6%	1/18		28-28-35	28	12	8								20,3	18,4
24	Koper (kg/d)	-5%	1/18		28-28-35	28	12	0	0,283	0,242		0,167	0,154	59,3	55,0		
25	Zilver (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0			0,013			2,42	2,29		
26	Nikkel (µg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	10								26	23,3
27	Nikkel (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	8	0,326	0,278		0,233	0,207	83,0	74,1		

Wordt vervolgd op volgende pagina

Volg- nr	Parameter en meeteenheid	Kenmerken meetreeks							Lozingseisen								
		Trend?	Periode (mnd/jaar)	Aantal verwij- derd	Meetinterval		Freq. (-/jr)	Auto- correlat. (lags)	LE voor meetwaarde			LE voor 10-puntsgemidd.		LE voor jaarvracht		LE voor Debgew. jaarg. conc.	
					Praktijk (dag)	Keuze (dag)			0,1%	1%	Max	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%	1%
28	Chroom (µg/l)	-8%	1/18		28-28-35	28	12	8								20,8	18,4
29	Chroom (kg/d)	-9%	1/18		28-28-35	28	12	0	0,330	0,275		0,175	0,158	61,6	55,8		
30	Arseen (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	1	0,036	0,030		0,021	0,019	7,45	6,73		
31	Titanium (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0	1,58	1,33		0,882	0,804	312	286		
32	Vanadium (kg/d)	-16%	1/18	1	28-28-35	28	12	0	0,067	0,057		0,039	0,036	13,8	12,8		
33	Zink (µg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	13								102	91,8
34	Zink (kg/d)	Geen	1/16	1	28-28-35	28	12	0	2,38	1,94		1,12	0,98	392	345		
35	Kwik (g/d)	-18%	10/19		7	7	52	2	4,33			2,46		630			
36	EOX (kg/d)		1/16		28-28-35	28	12	0	0,50	0,427		0,30	0,274	105	97,6		
38	VOX (kg/d)	Geen	1/17		28-28-35	28	12	0						236	219		
39	AOX (µg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	10								236	202
40	AOX (kg/d)	Geen	1/16	1	28-28-35	28	12	2	2,99	2,48		1,89	1,64	633	556		
41	NO2-N (kg/d)	Geen	1/16	2	28-28-35	28	12	1				6,1	5,33	2.170	1.916		
42	NO3-N (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	2				23,2	20,2	8.375	7.308		
43	N-totaal (mg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	9								23,6	22,2
44	N-totaal (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0				222	208	79.212	74.611		
45	Fosfor-P (mg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	10								3,5	3,31
46	Fosfor-P (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0				36,8	34,0	13.061	12.150		
47	MinOlie (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	0				17,3	15,3	6.043	5.362		
48	ACN (kg/d)	-3%	9/19	2	7	7	52	2	12,7			8,8		2.456			
49	FI-Anteen (kg/d)	Geen	1/16	1	7	7	52	0						0,524			
50	B B Fanten (kg/d)	98%	7/19	3	7	7	52	0						0,267			
51	B K Fanten (kg/d)	284%	7/19	3	7	7	52	0						0,268			
52	B A Pyreen (kg/d)	175%	7/19	3	7	7	52	0						0,273			
53	B Ghi Pery (kg/d)	185%	7/19	3	7	7	52	0						0,268			
54	I 123Cd Pe (kg/d)	6%	7/19	3	7	7	52	3						0,293			

Wordt vervolgd op volgende pagina

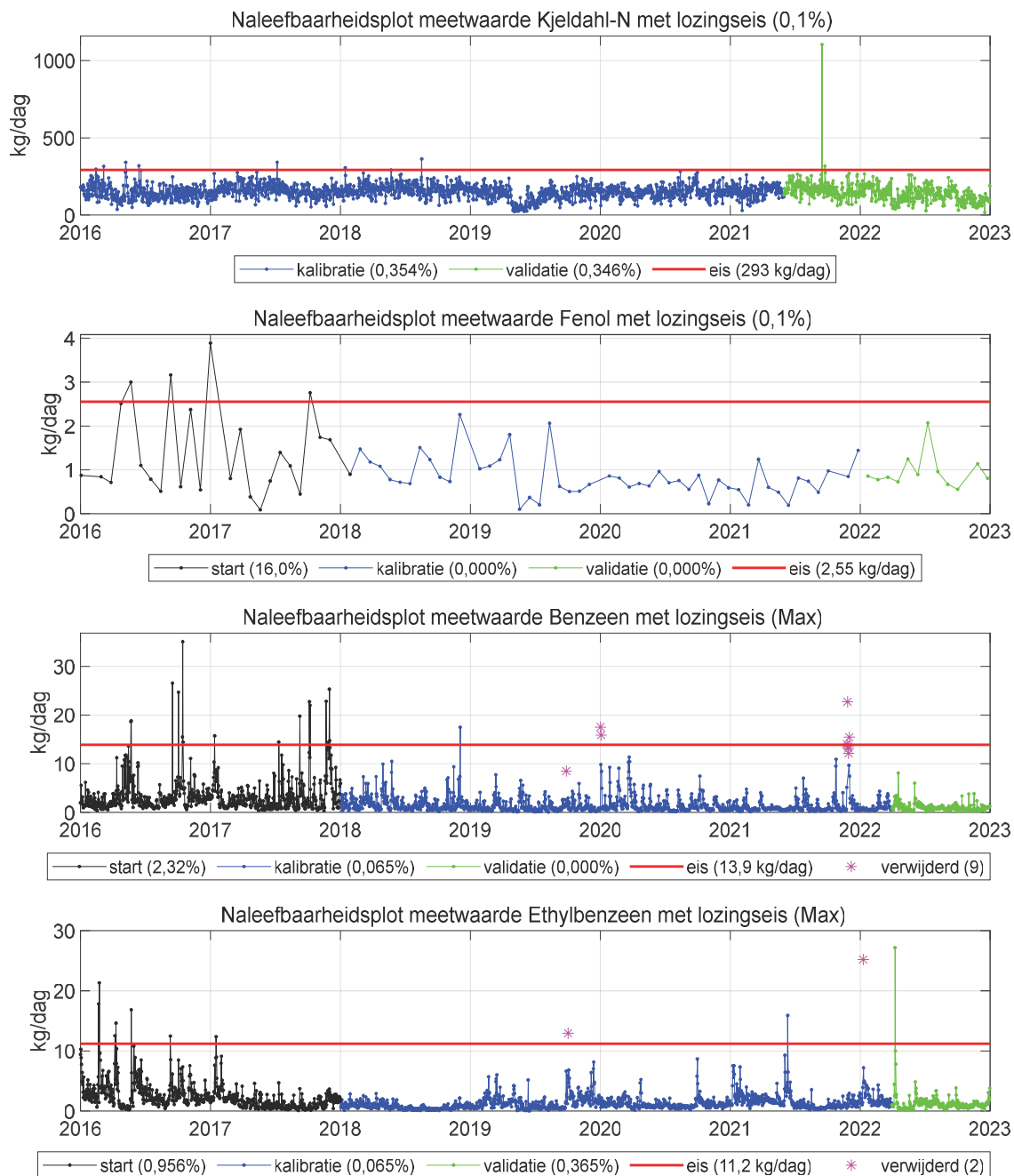
Volg- nr	Parameter en meeteenheid	Kenmerken meetreeks							Lozingseisen								
		Trend?	Periode (mnd/jaar)	Aantal verwij- derd	Meetinterval		Freq. (-/jr)	Auto- correlat. (lags)	LE voor meetwaarde			LE voor 10-puntsgemidd.		LE voor jaarvrucht		LE voor Debgew. jaarg. conc.	
					Praktijk (dag)	Keuze (dag)			0,1%	1%	Max	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%	1%
55	Acenaftyle (kg/d)	Geen	7/19	2	7	7	52	0						0,653			
56	Acenaftene (kg/d)	Geen	7/19		7	7	52	1						1,756			
57	Fluorene (kg/d)	Geen	1/16		7	7	52	8						37			
58	Phenantren (kg/d)	-13%	1/19		7	7	52	3						2,2			
59	Antracene (kg/d)	Geen	1/16	4	7	7	52	17						0,432			
60	Pyrene (kg/d)	Geen	1/16	4	7	7	52	32						0,564			
61	B A Anth (kg/d)	190%	7/19	3	7	7	52	0						0,671			
62	Chrysene (kg/d)	517%	7/19	5	7	7	52	0						1,0			
63	Db Ah Anth (kg/d)	774%	7/19	3	7	7	52	0						0,72			
64	Rest-Pak (kg/d)	Geen	1/16	1	7	7	52	10	0,34			0,18 [N]		49,9			
66	Sulfide (kg/d)		8/20		varieert	geen						[TWI]		[TWI]			
67	Acetaldehyde (kg/d)		7/20		varieert	geen			[TWI]			90 [V]		[TWI]			
68	Formaldehyde (kg/d)		7/20		varieert	geen			[TWI]			13,5 [V]		[TWI]			
69	124 TME-benz (kg/d)		11/19	1	1	1	365	24			0,083	0,04 [N]		8,5			
70	135 TME-benz (kg/d)		1/20-8/21	2	1	1	365	52			0,018	0,012 [N]		3,7			
71	Propylbenzeen (kg/d)		11/19		1	1	365	15	0,014			0,012		3,5			
72	Sulfaat (mg/l)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	1				1.183	1.078				
73	Sulfaat (kg/d)	Geen	1/16		28-28-35	28	12	1				9.988	9.219	3.644.239	3.363.779		
74	Cumeen (kg/d)		1/20	4	1-1-1-2-2	1	260	120			0,99 [V]	[TWI]		94			

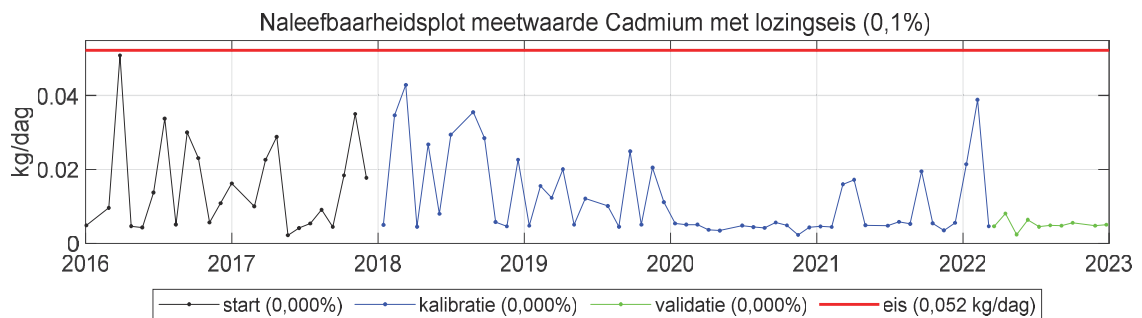
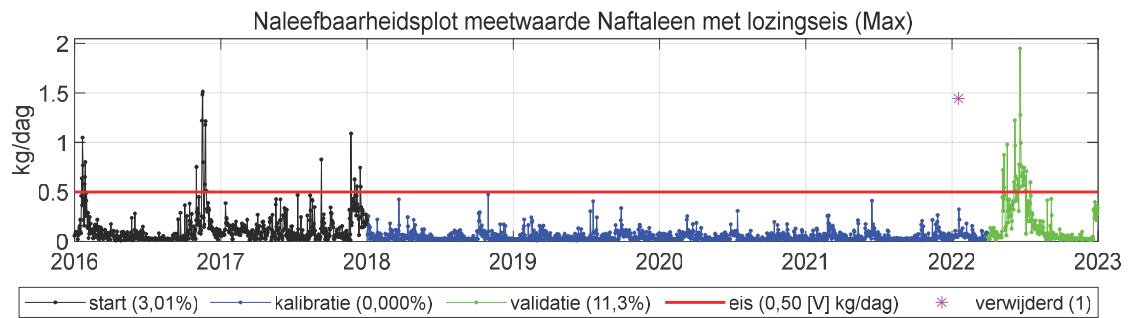
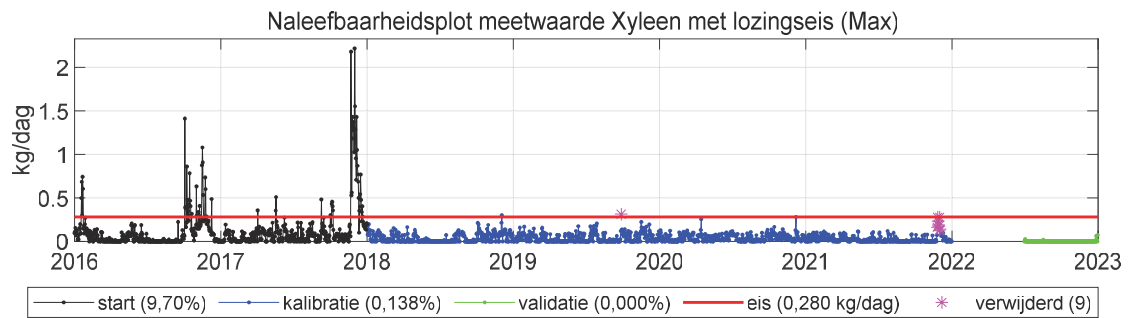
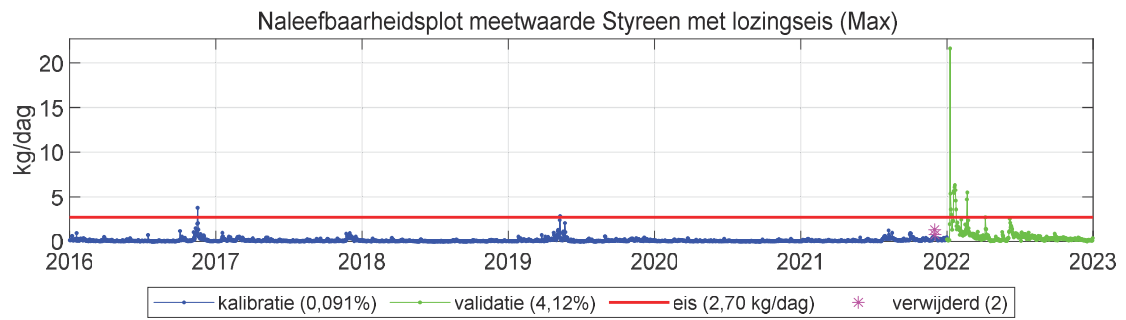
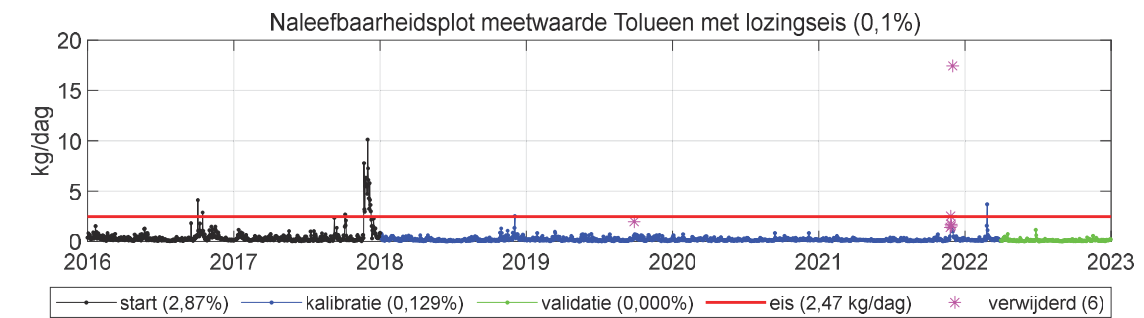
Toelichting

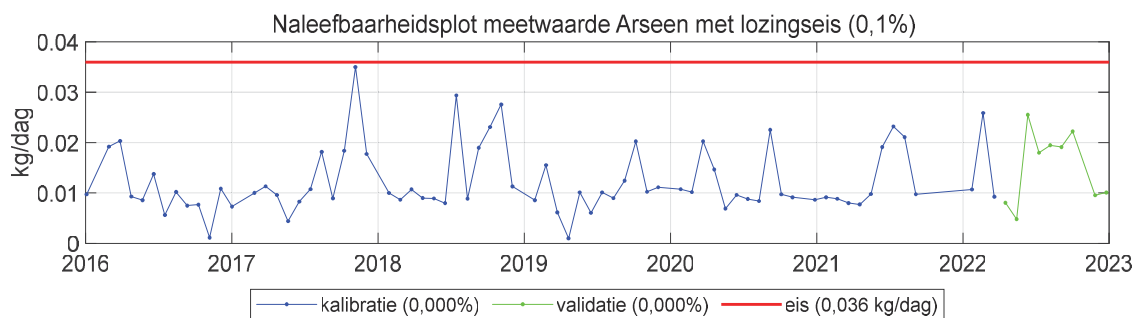
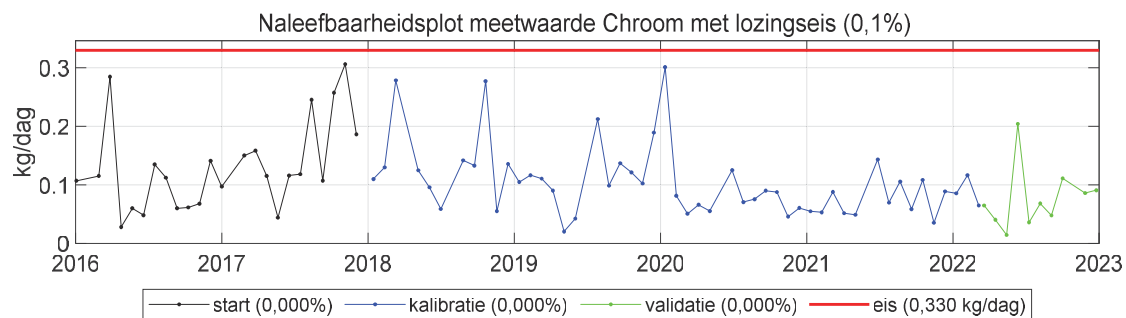
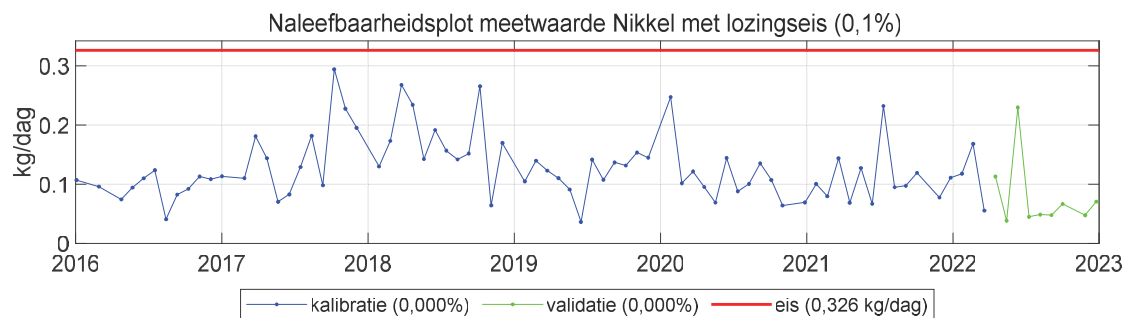
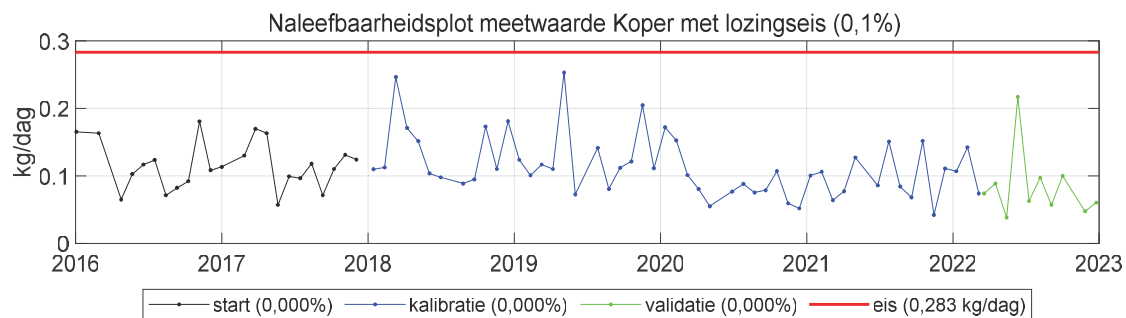
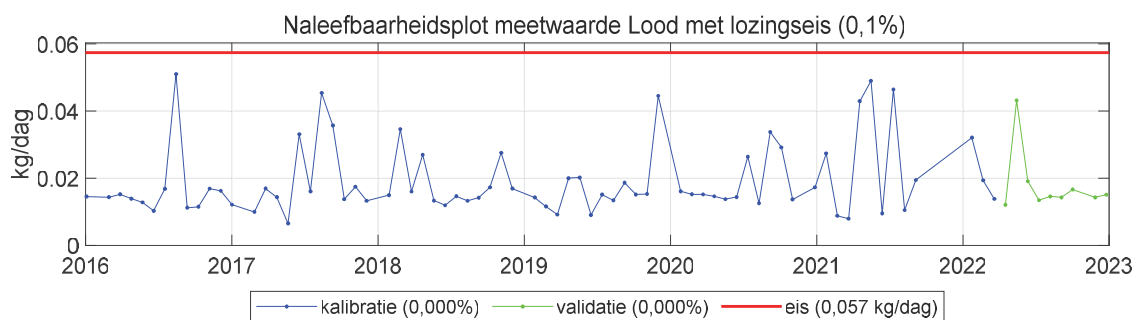
0,13 [N]	Afgeleid uitgaande van normaliteit 10-puntsgemiddelde
0,62 [V]	Visueel geraamd, vanwege problematische meetreeks
[TWI]	Meetreeks bevat hiervoor te weinig informatie

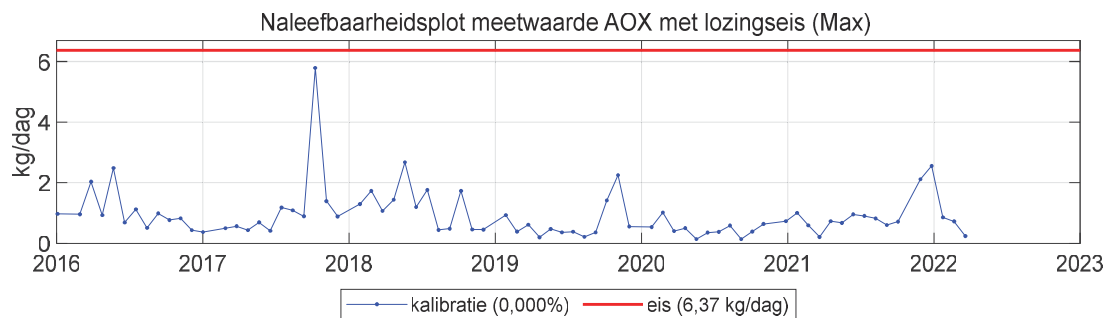
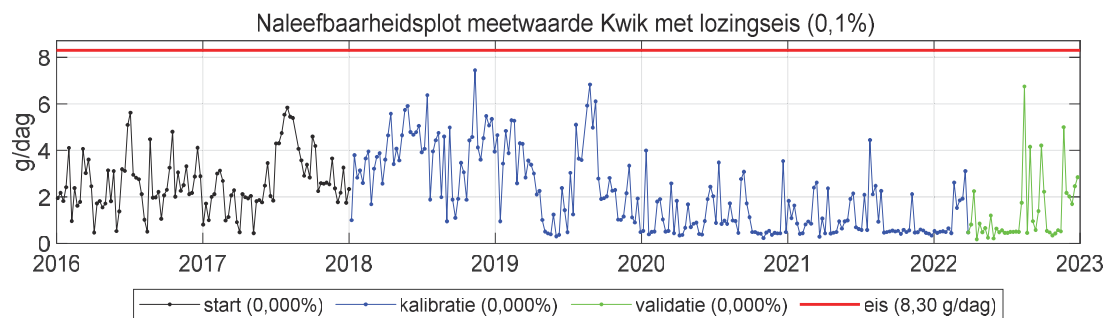
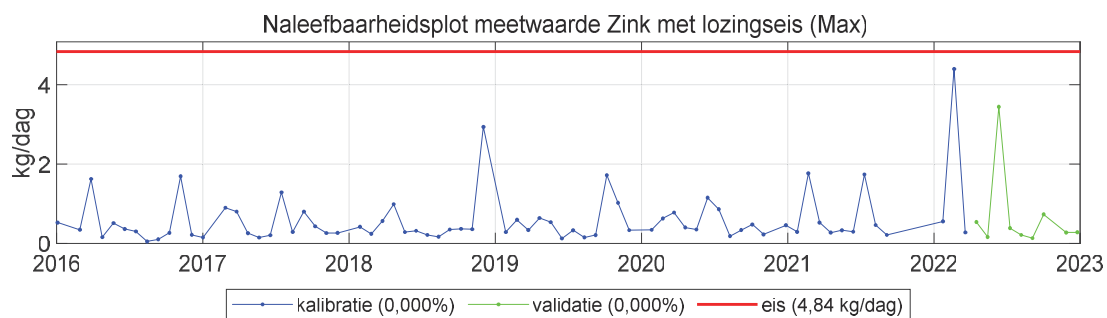
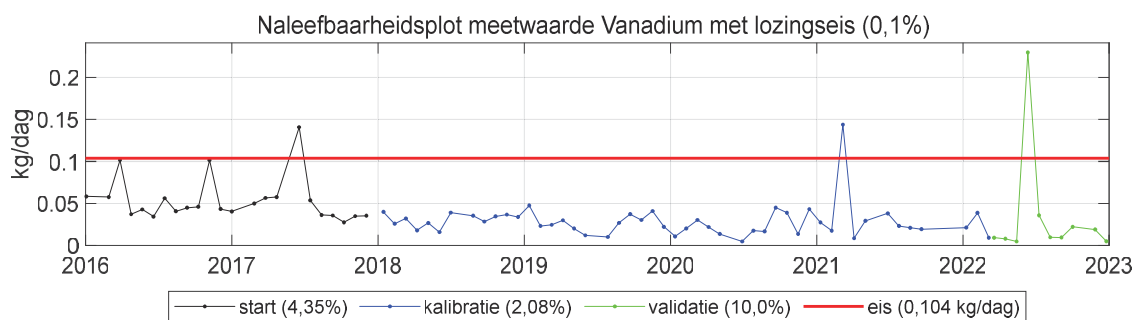
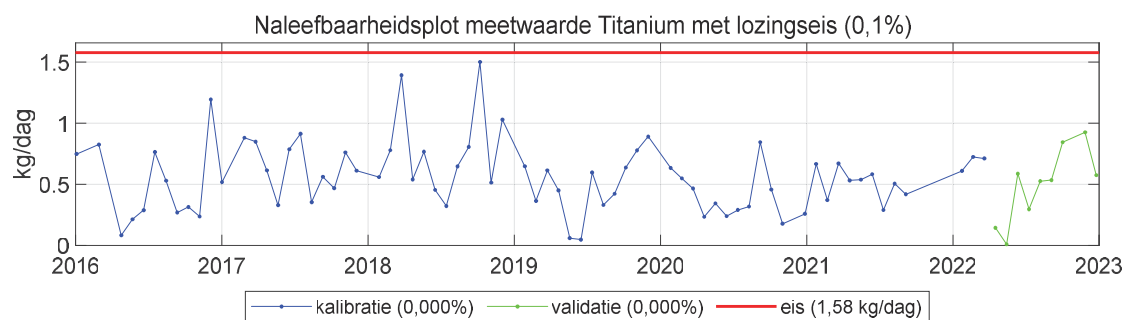
Bijlage 2: Naleefbaarheidsplots van de lozingseisen

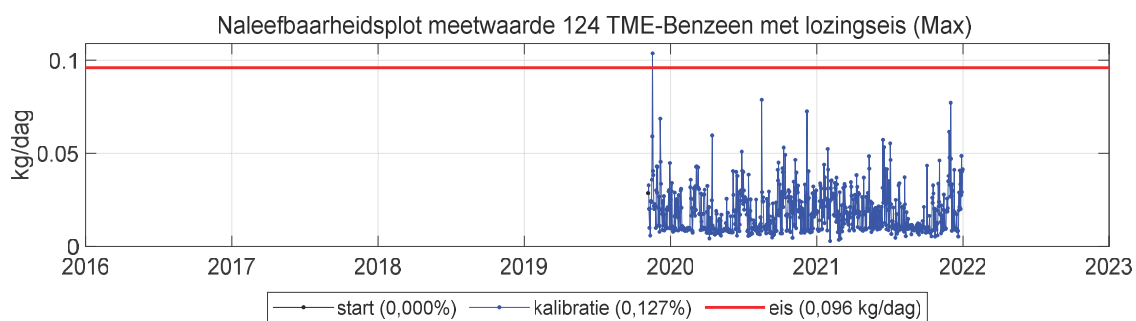
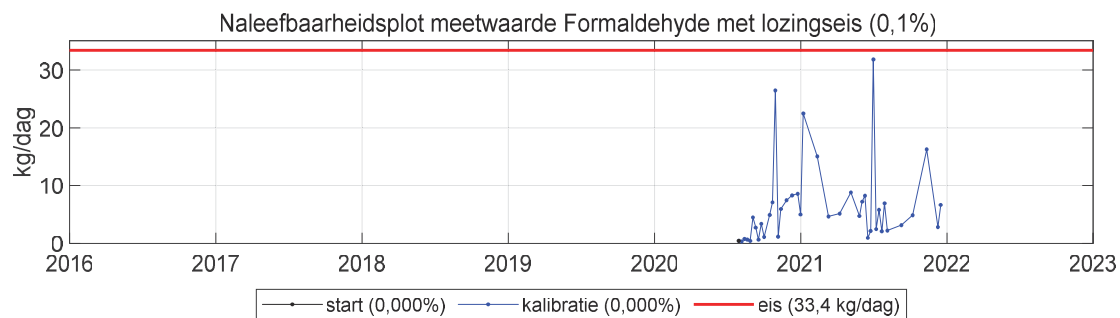
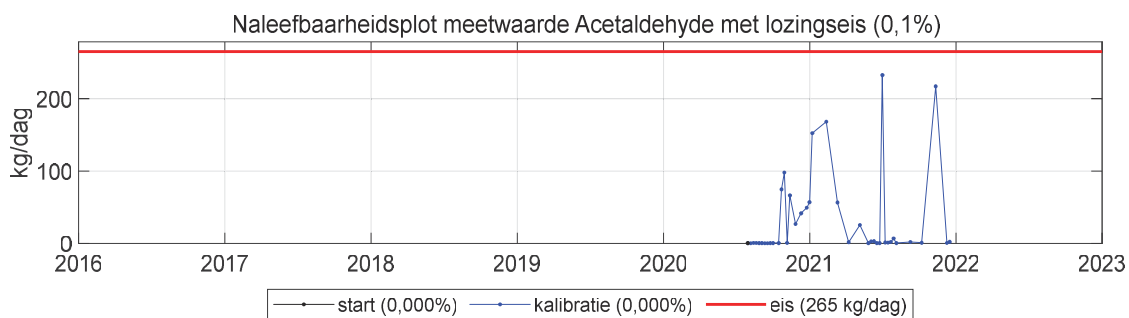
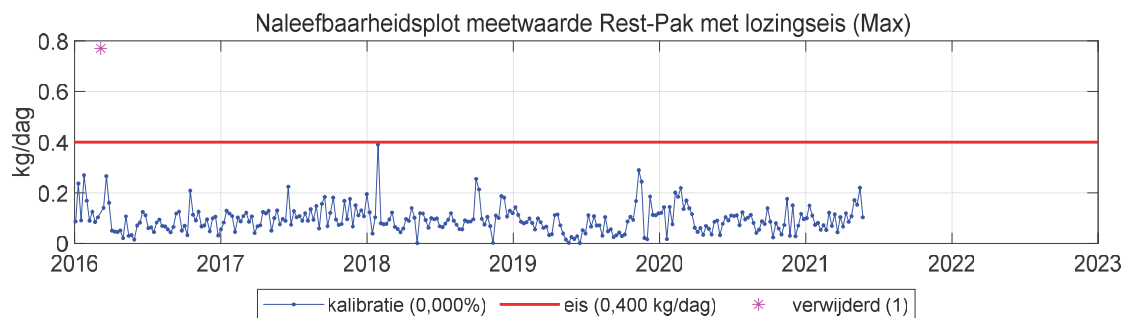
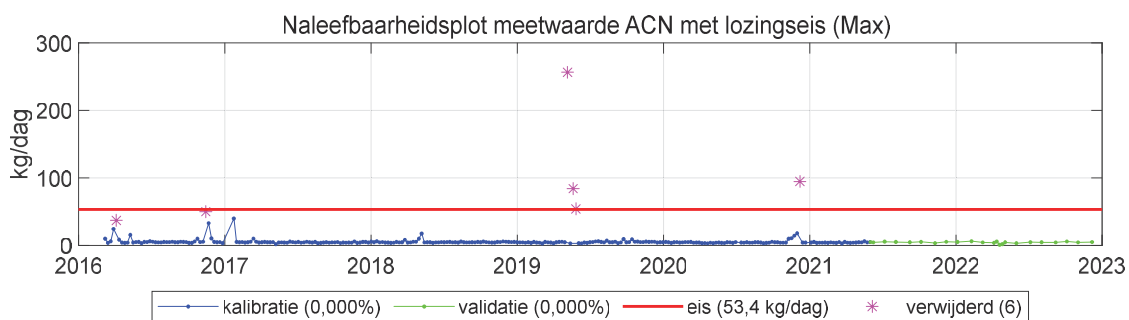
1. Naleefbaarheidsplots lozingseis meetwaarde

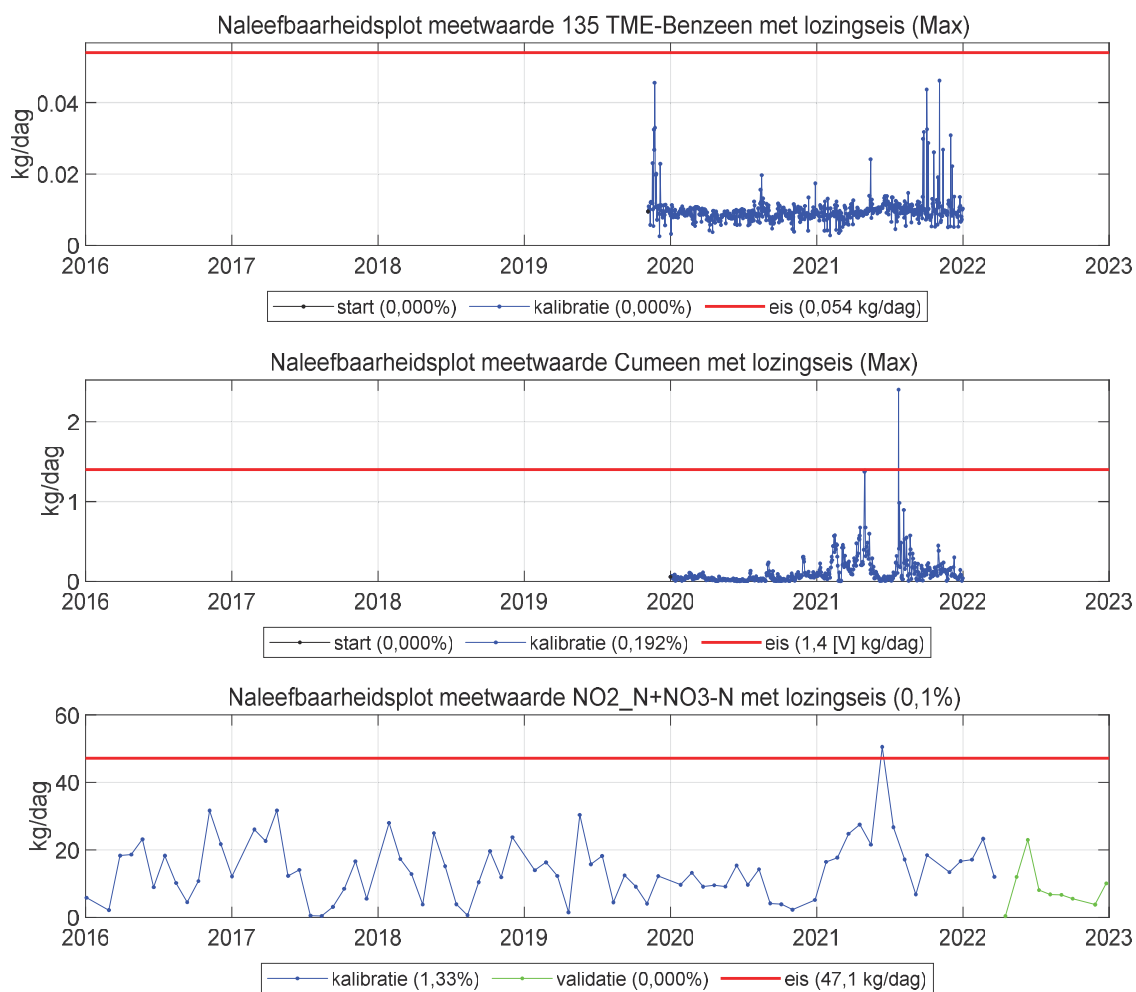




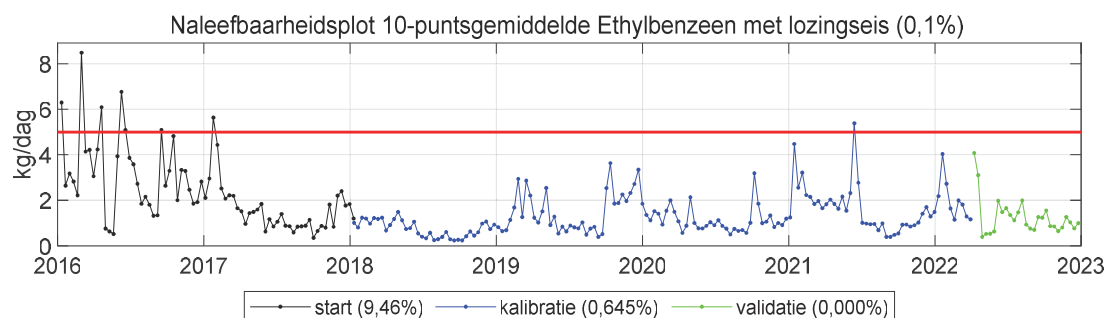
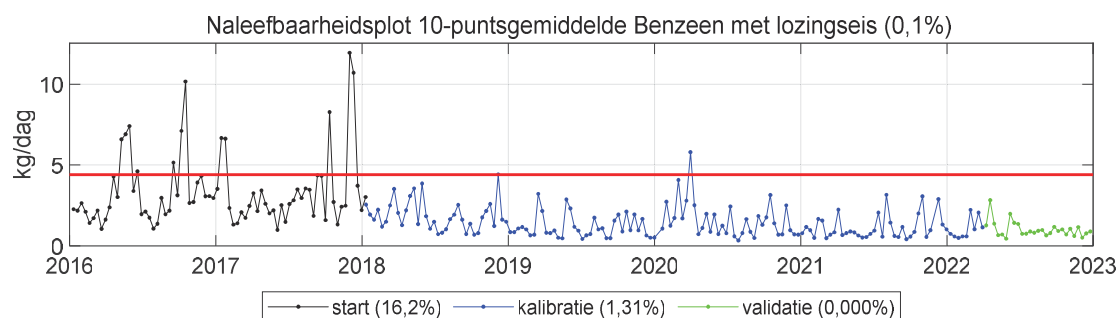
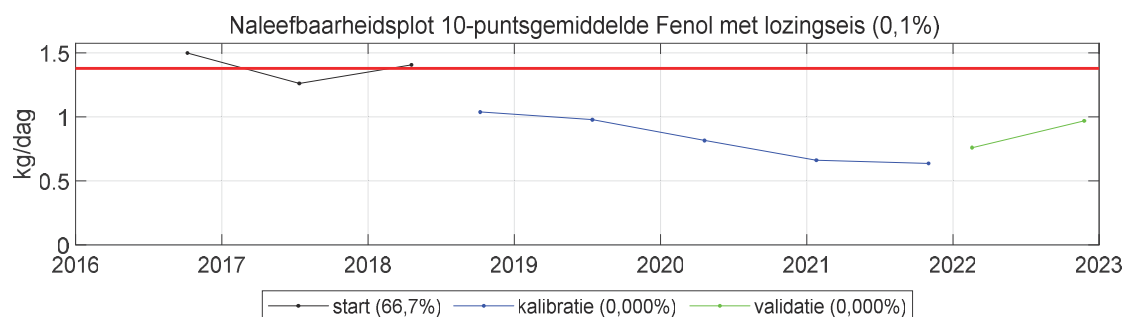
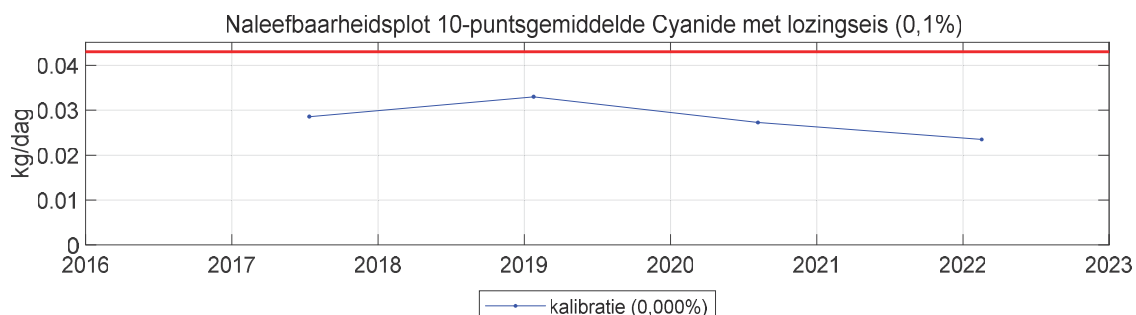
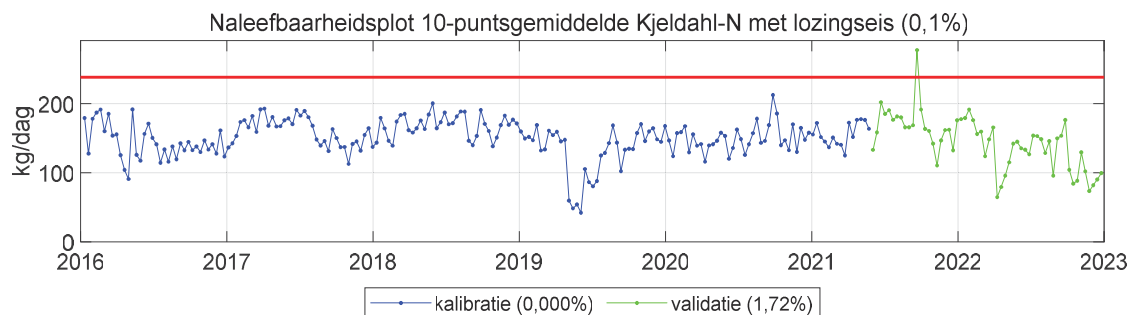


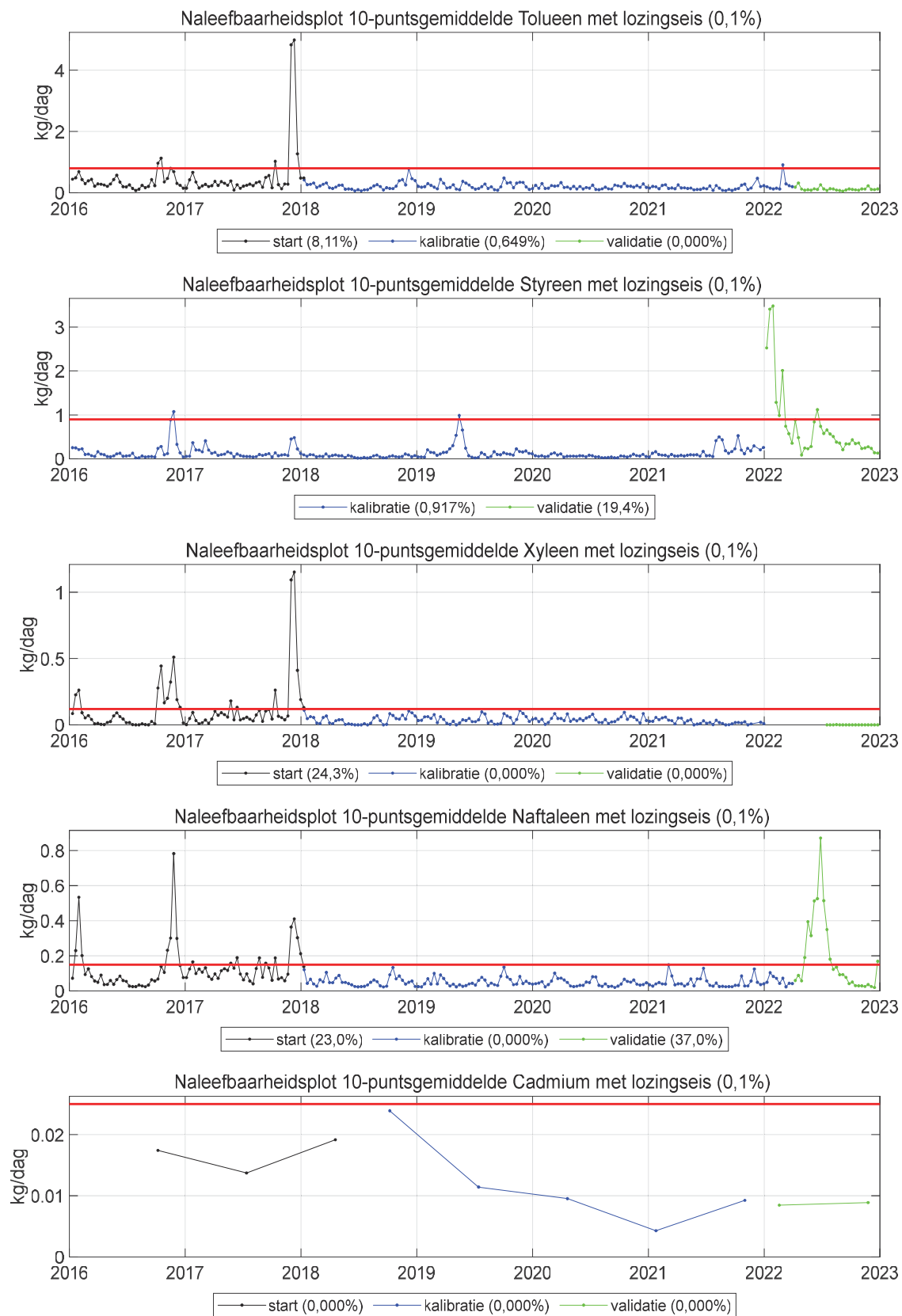


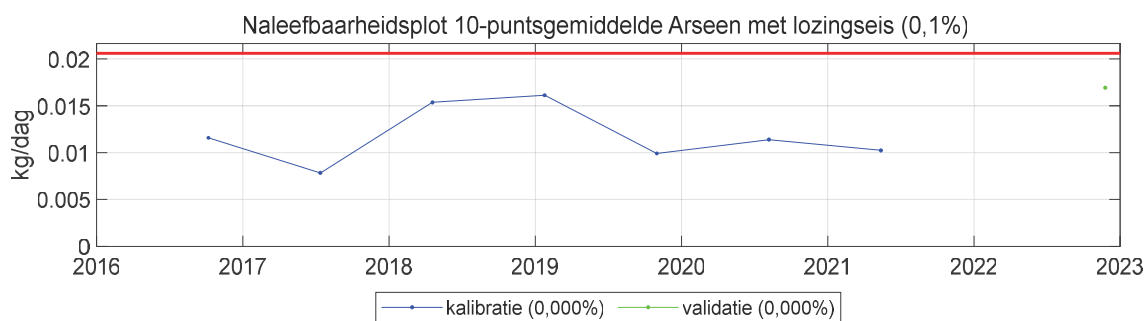
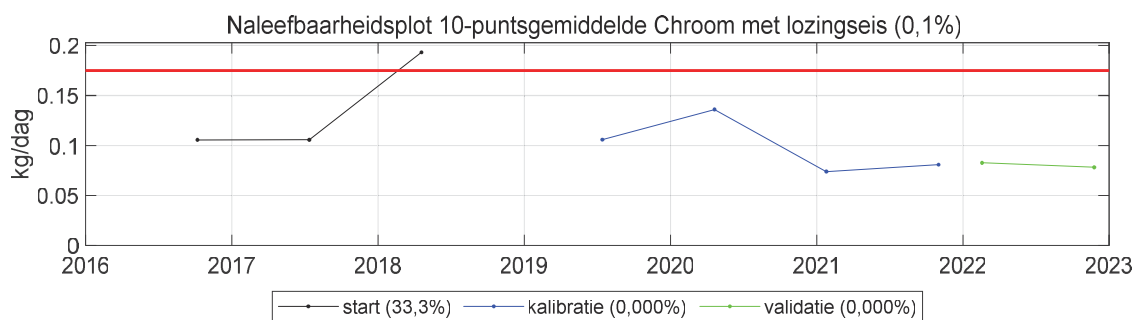
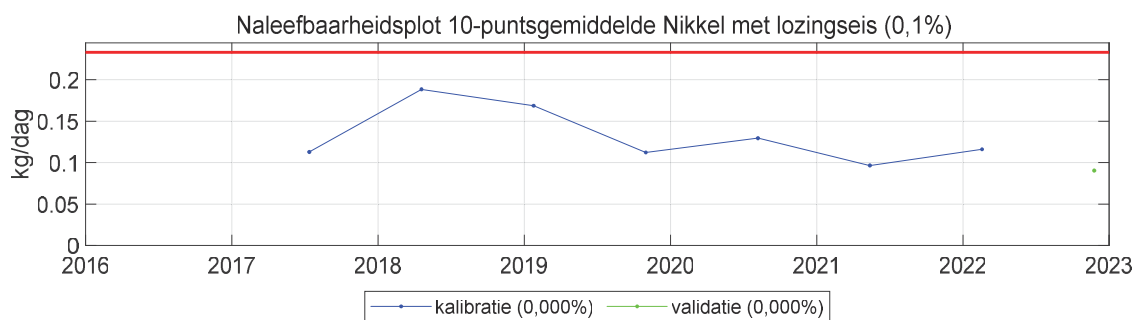
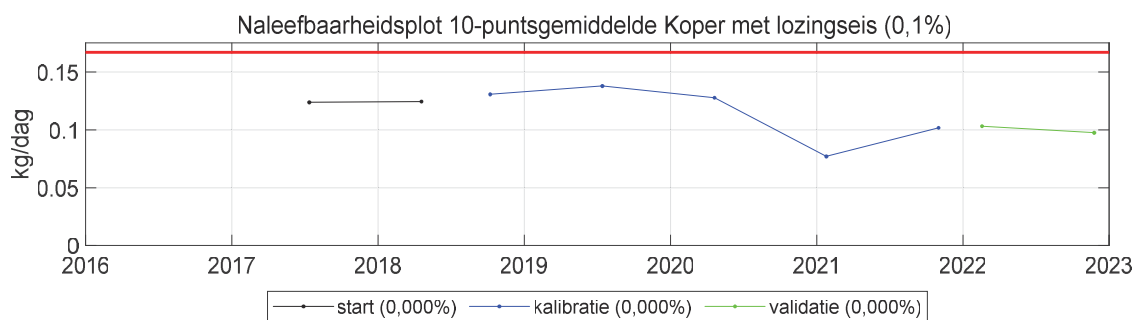
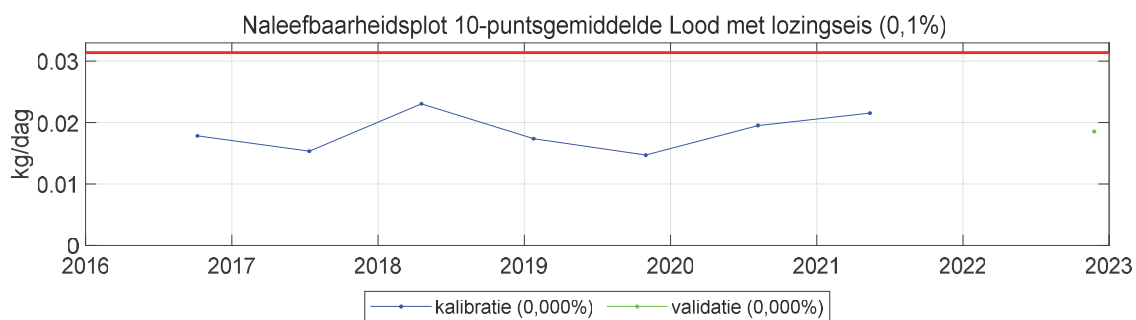


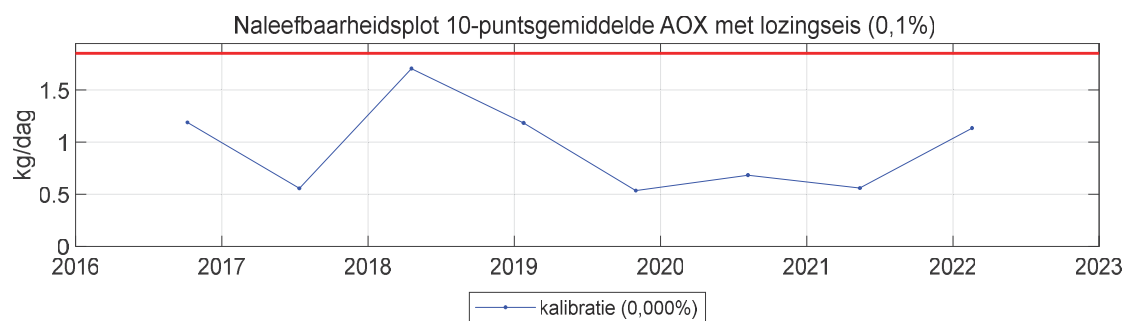
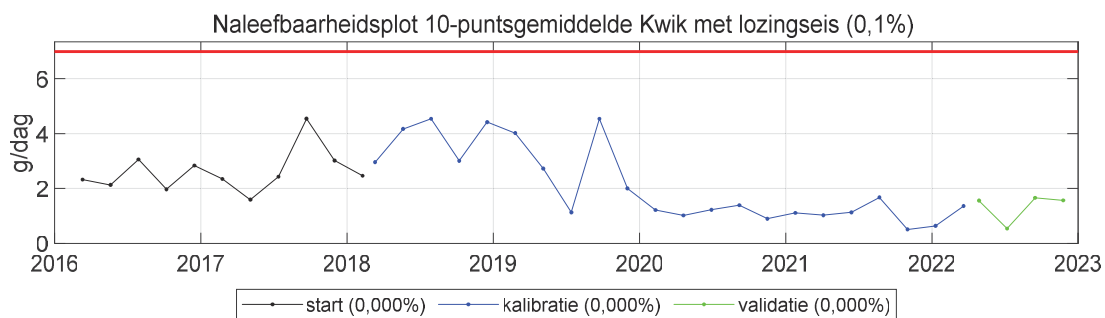
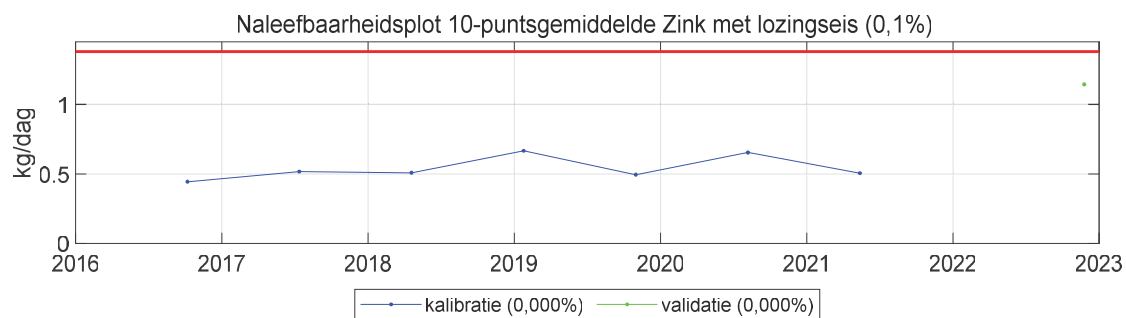
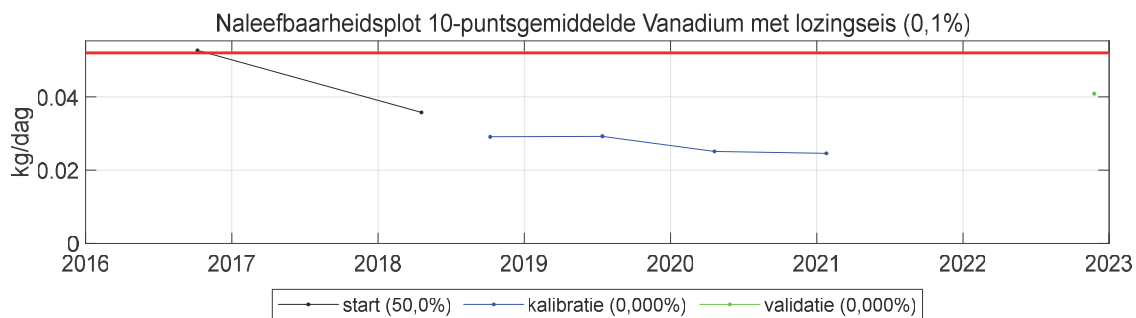
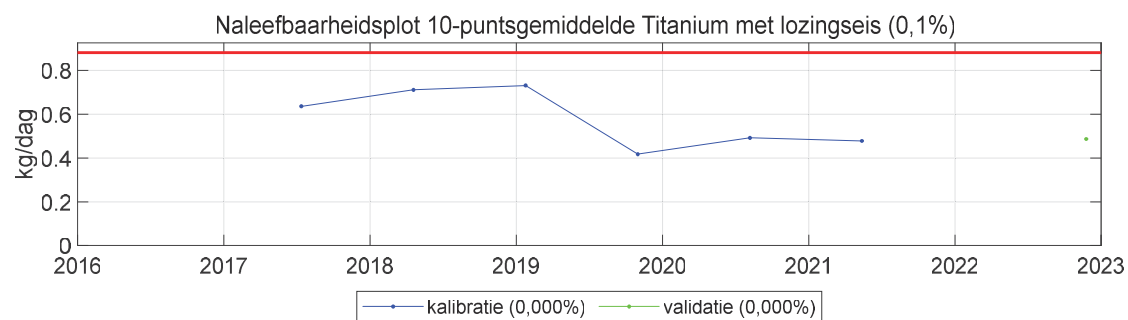


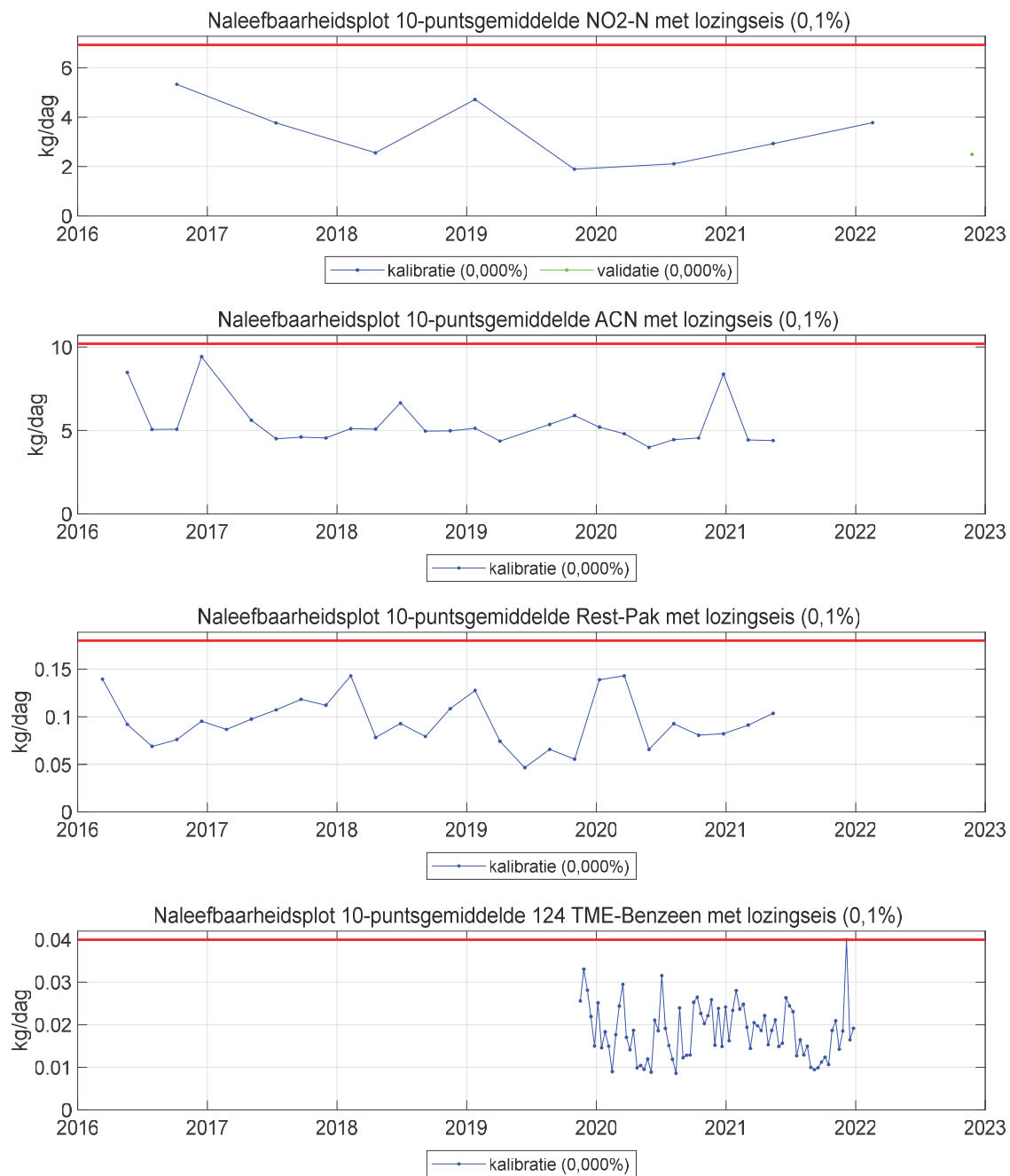
2. Naleefbaarheidsplots lozingseis 10-puntsgemiddelde

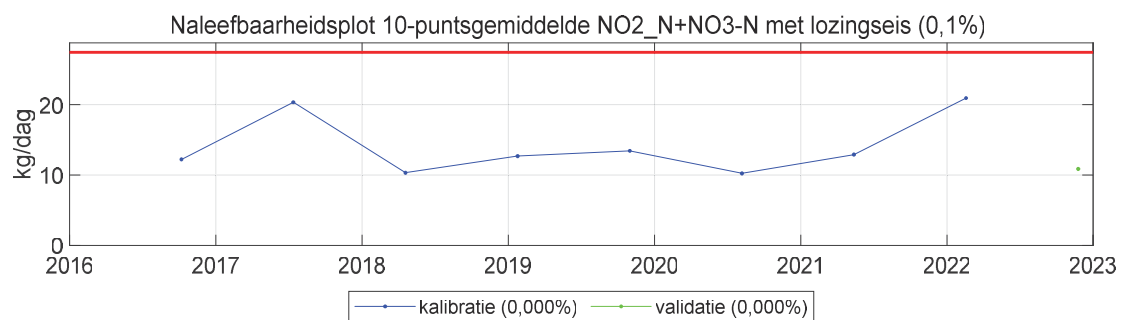
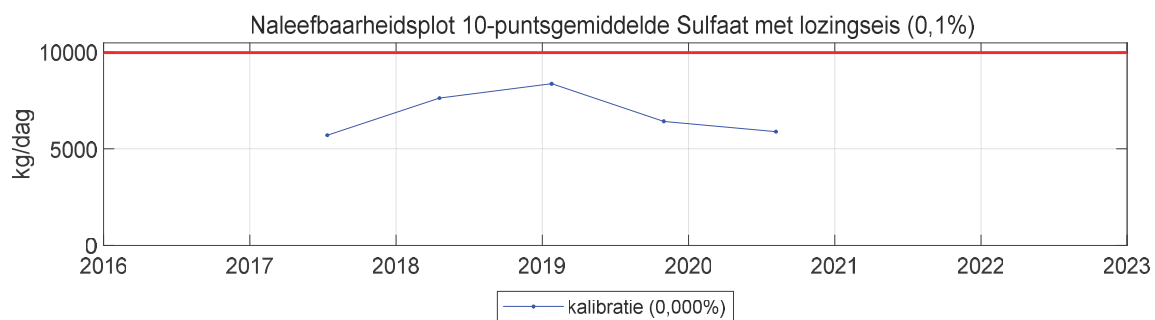




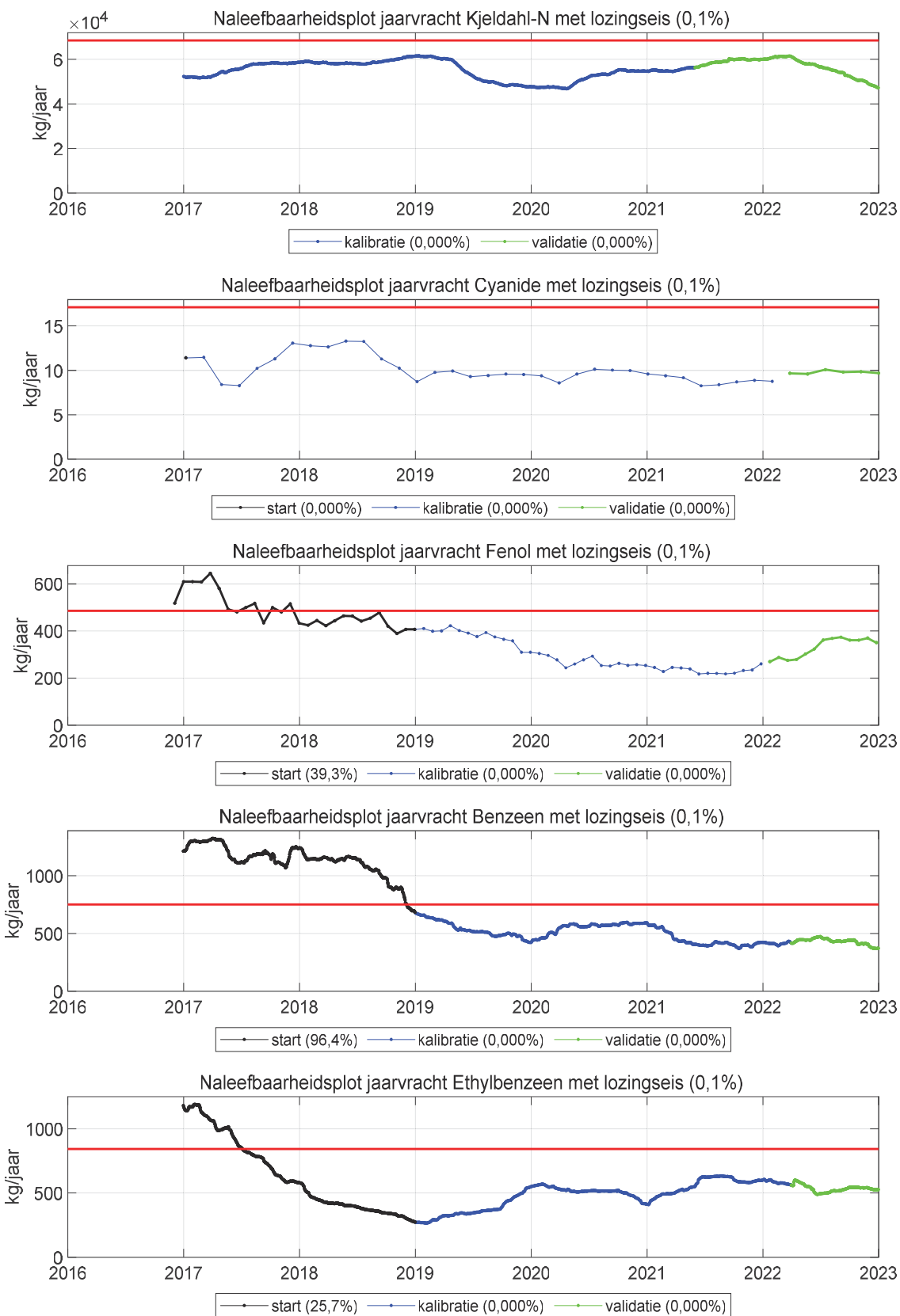


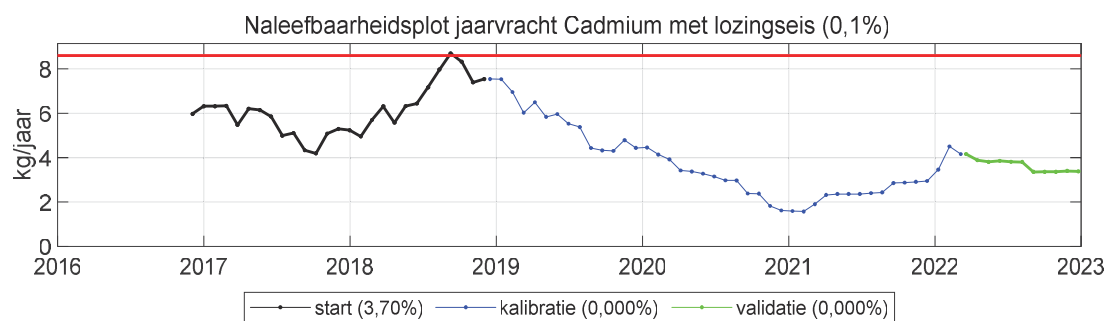
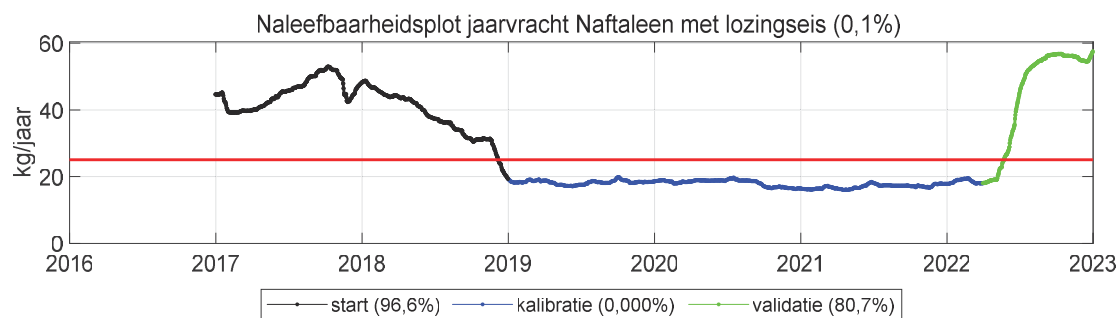
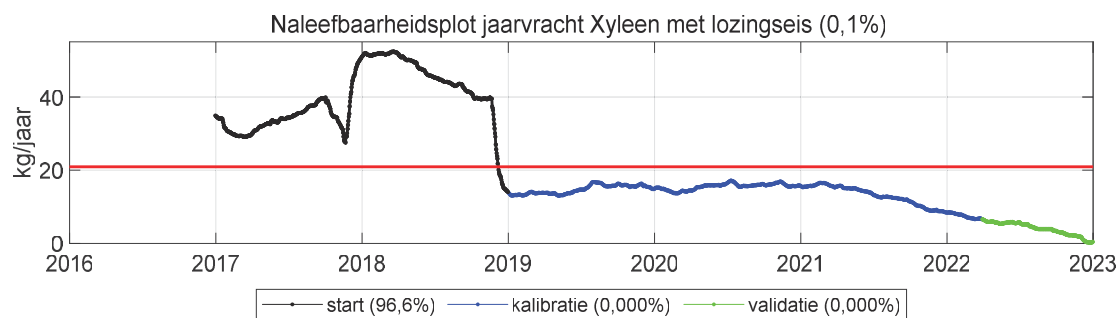
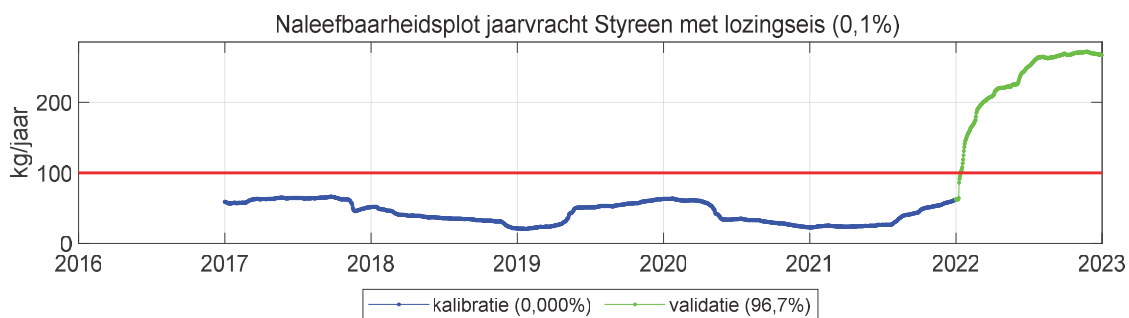
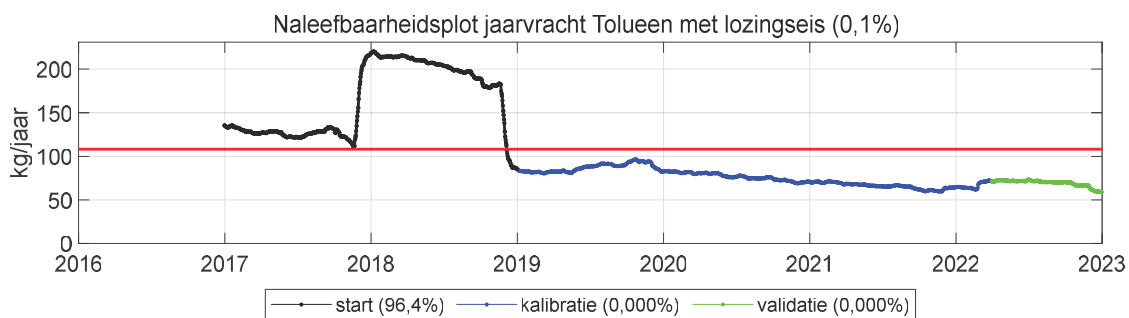


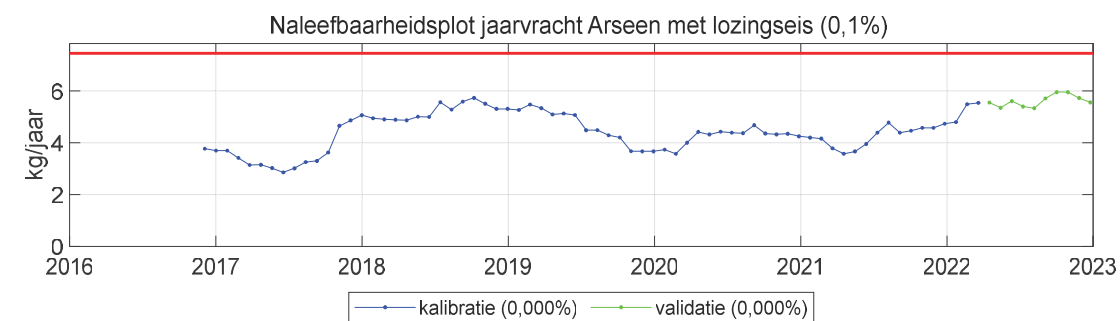
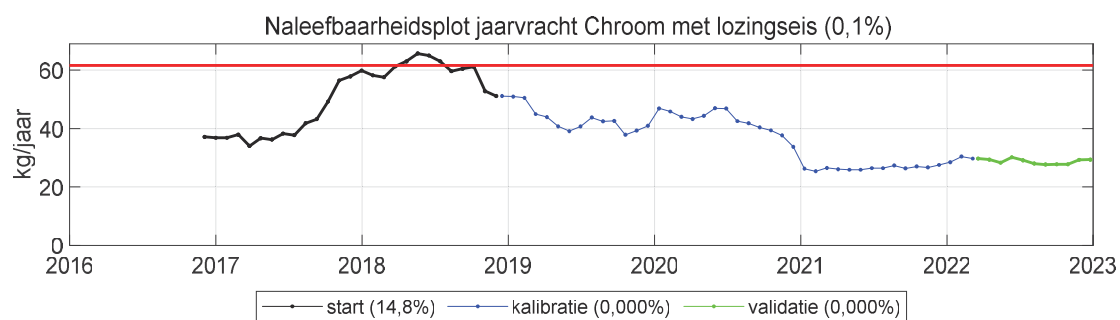
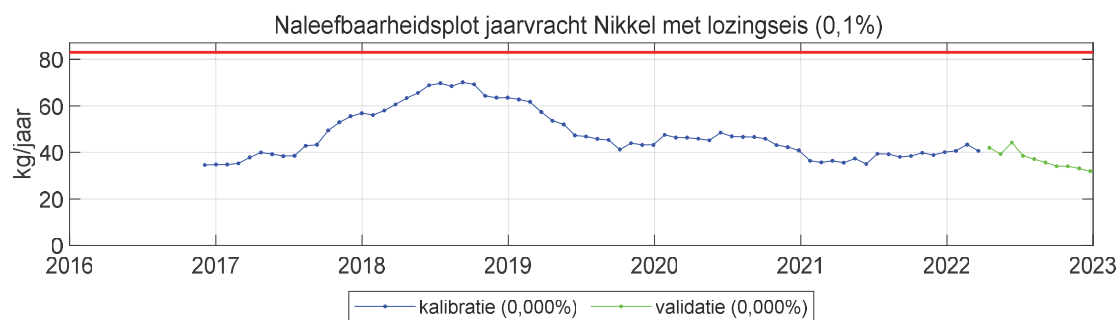
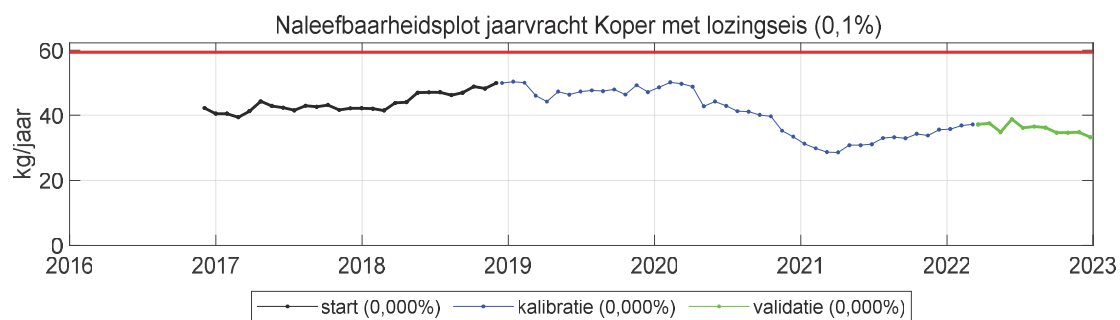
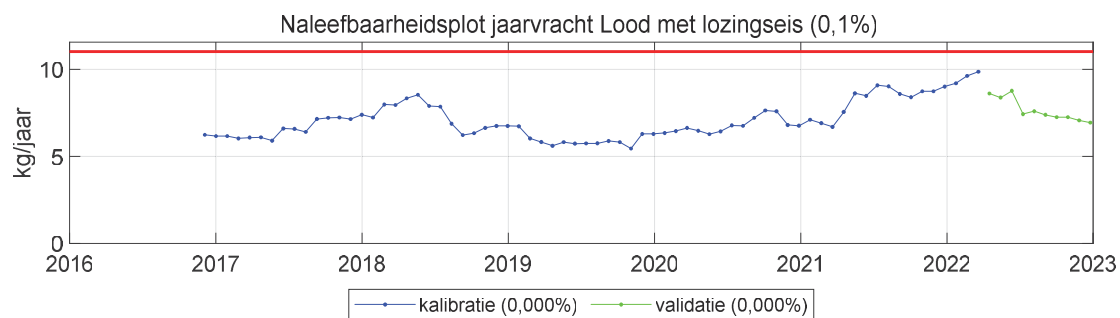


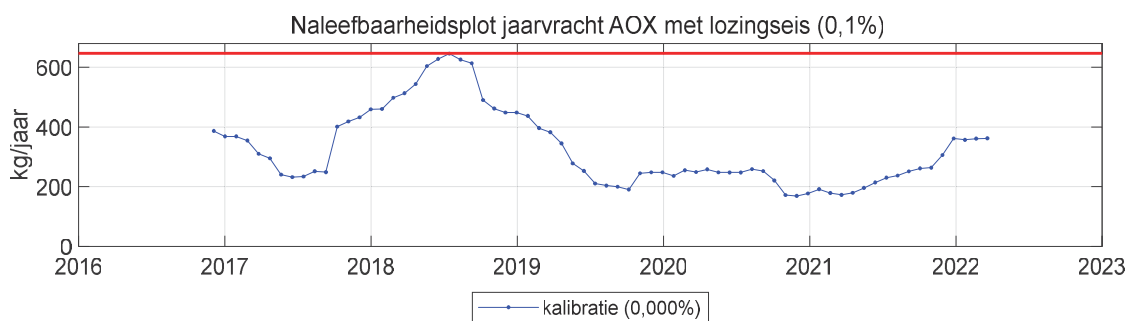
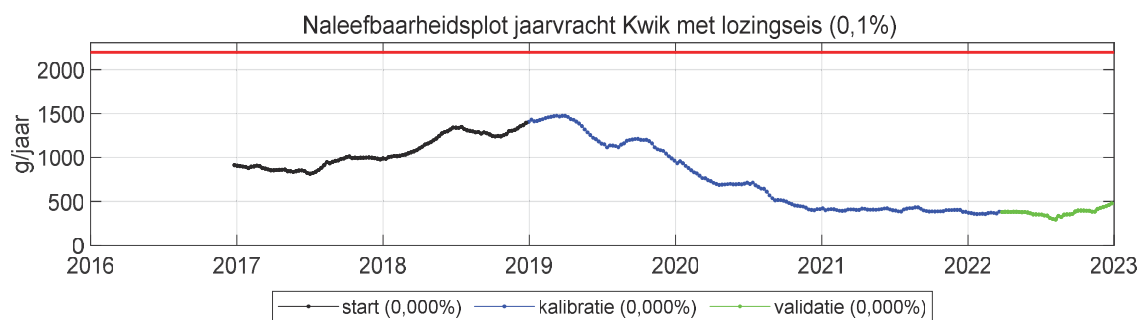
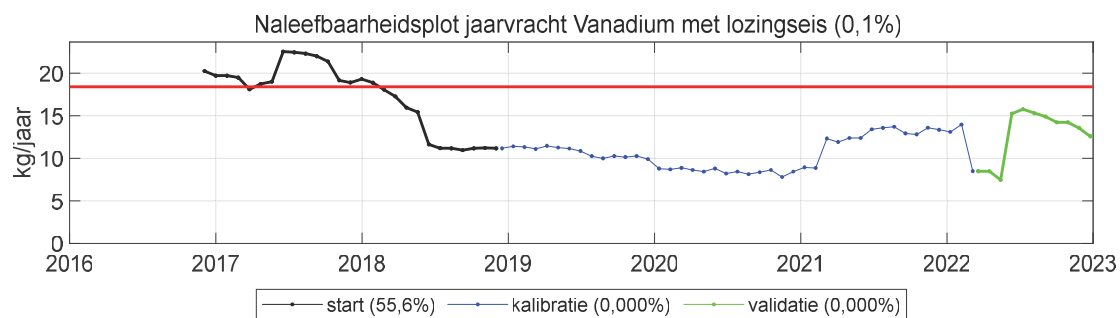
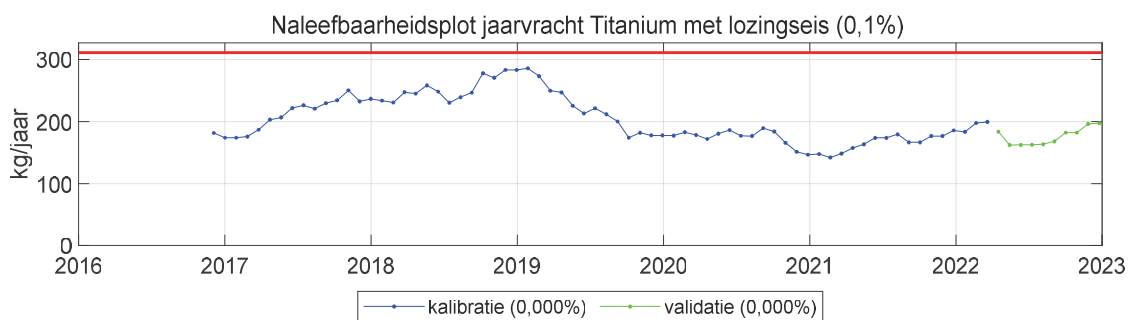


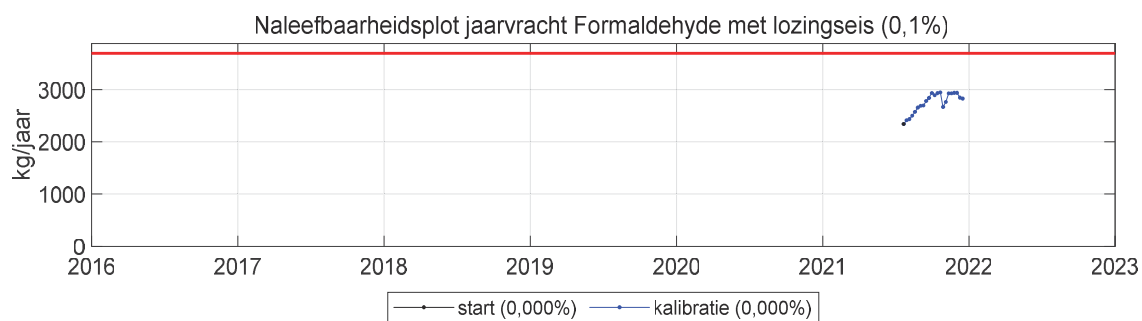
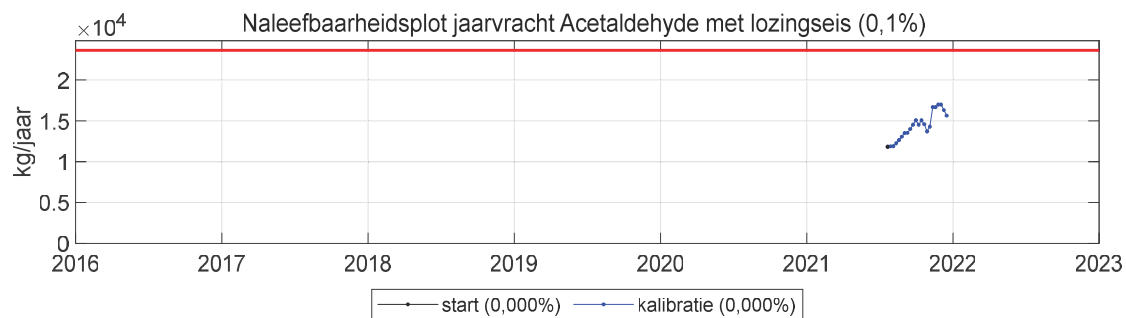
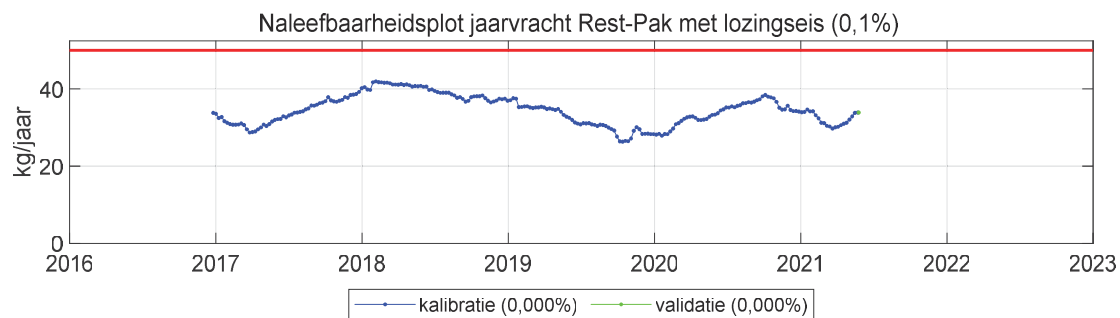
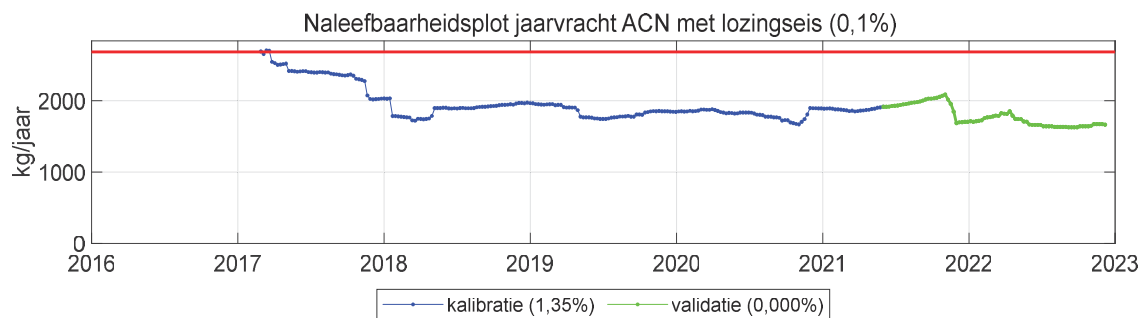
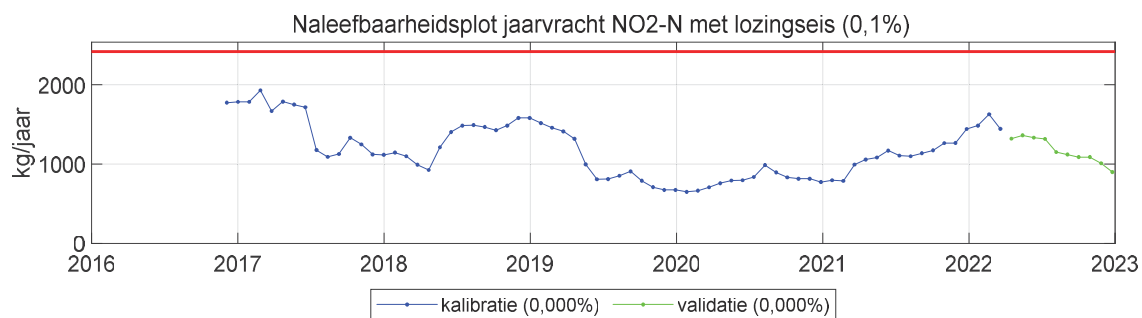
3. Naleefbaarheidsplots lozingseis jaarvracht

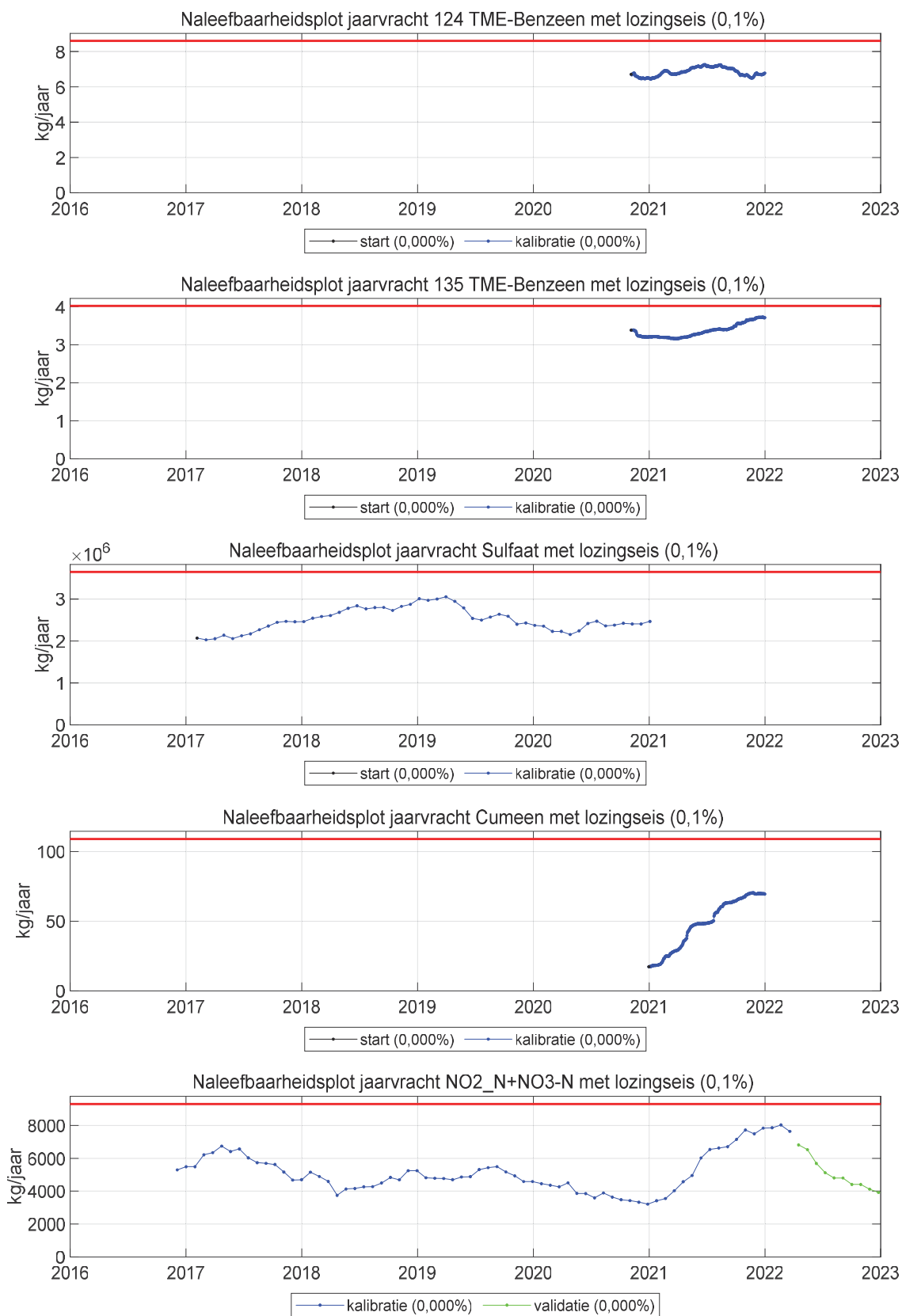




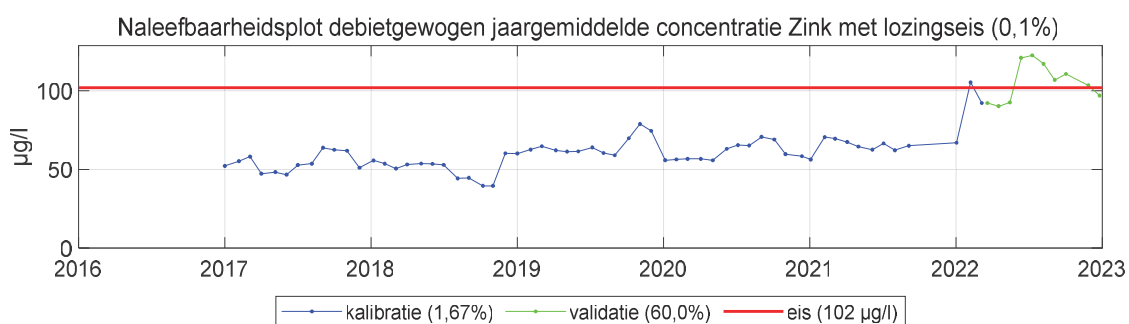
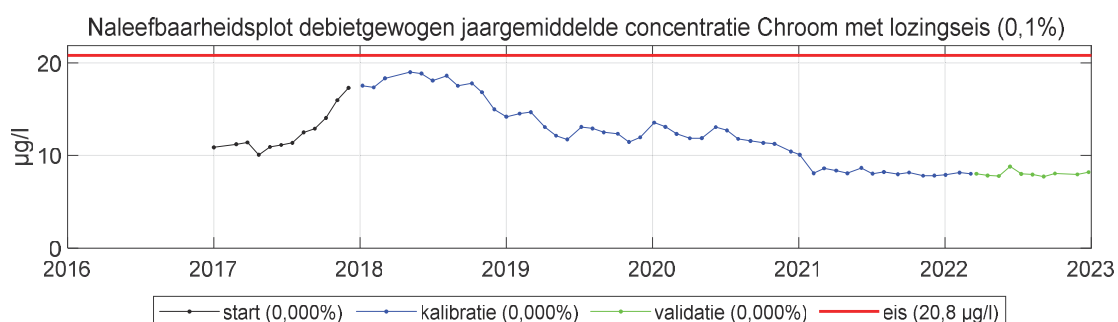
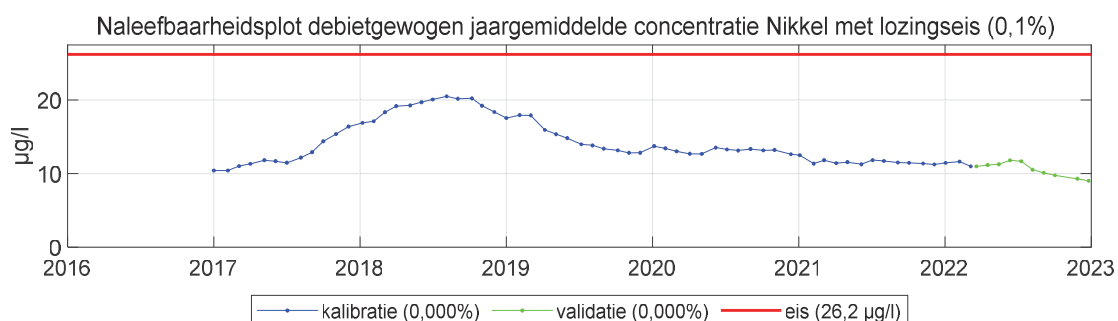
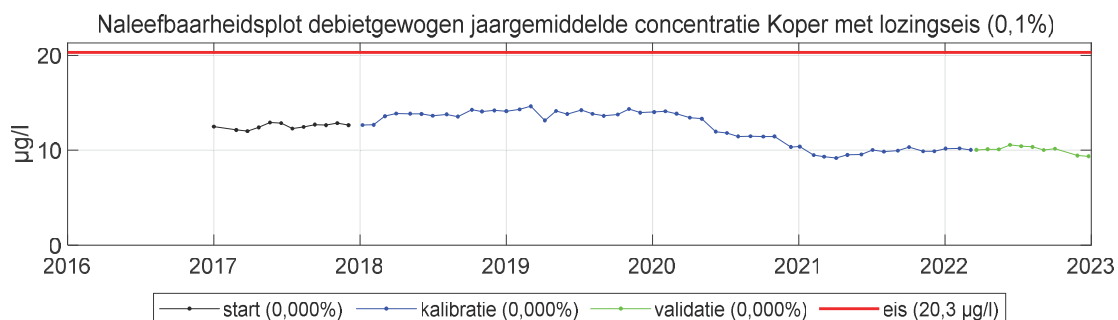
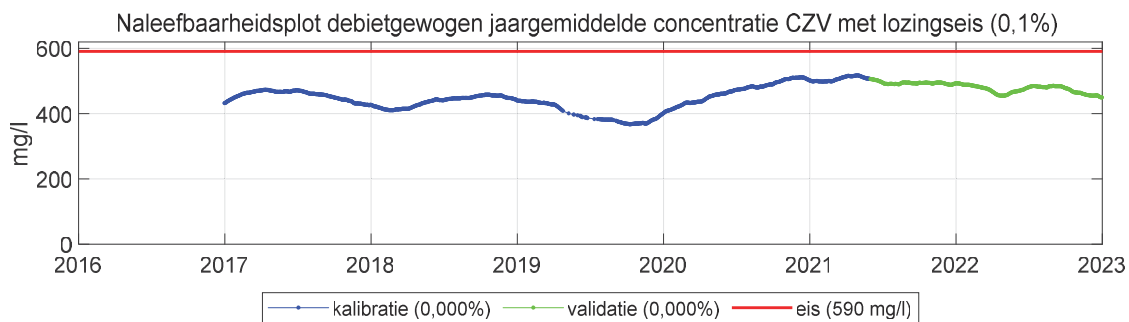


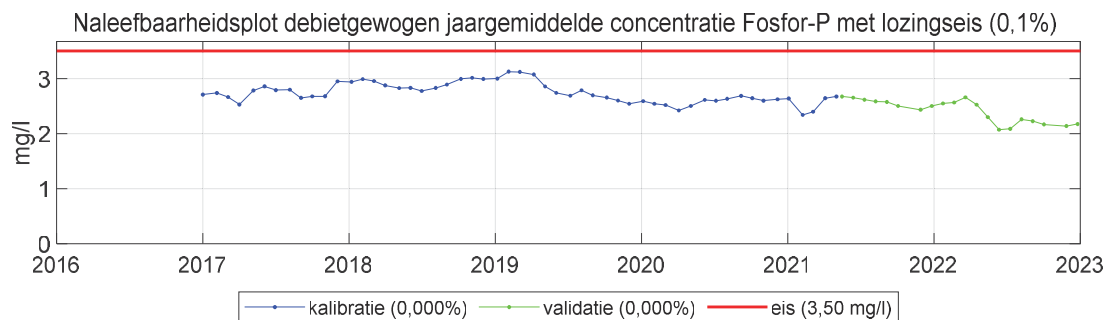
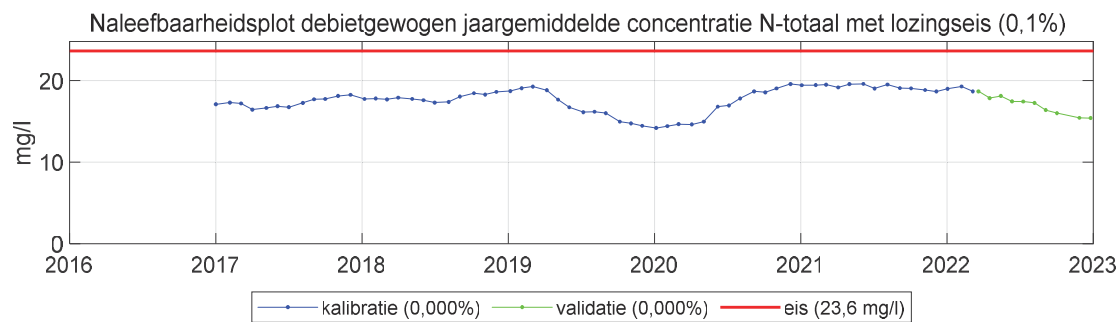
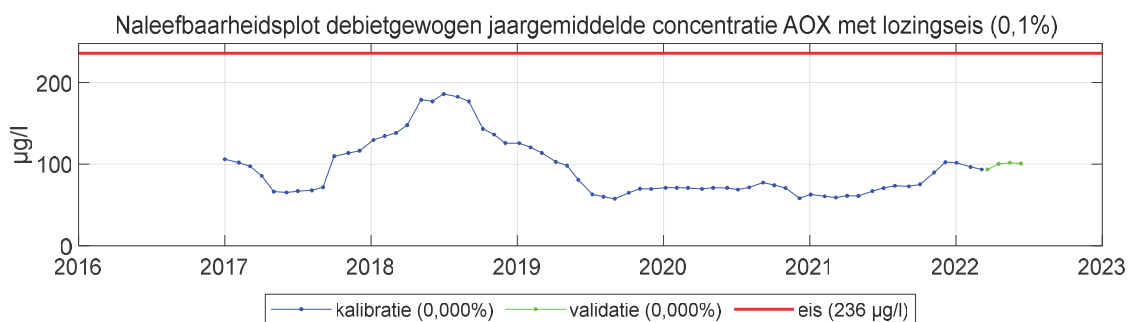






4. Naleefbaarheidsplots lozingseis debietgewogen jaargemiddelde concentratie





Bijlage 3: Uitvoer Lozingseis-assistent bij afleiden lozingseisen

Dit betreft een bijlage die separaat van het rapport wordt geleverd.