

BEPALING ZUURSTOFVRAAG HUISHOUDELIJK AFVALWATER



RAPPORT

2018
42

BEPALING ZUURSTOFVRAAG HUISHOUDELIJK AFVALWATER

RAPPORT

2018

42

ISBN 978.90.5773.808.1



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

UITVOERDERS
Paul Telkamp (Tauw)
Joost van den Bulk (Tauw)
Ronnie Berg (Tauw)
Paul Baggelaar (IcaStat)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Rien de Ridder (Waterschap Zuiderzeeland)
Bonnie Bult (Wetterskip Fryslân)
Erik van den Berg (Waterschap Vallei en Veluwe)
Willie van den Berg (Waterproef)
Rudy te Braak (GBLT)
Tony Flameling (Waterschap De Dommel)
Hans Mollen (Waterschap Brabantse Delta)
Peter Regoort (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat)
Marcel Zandvoort (Waternet)
Cora Uijterlinde (STOWA)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2018-42
ISBN 978.90.5773.808.1

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

De zuurstofvraag in het huishoudelijk afvalwater van 150 gram zuurstof per persoon per dag is in vergelijking met 1998 niet aantoonbaar veranderd. Dit is aangetoond door meetonderzoek dat o.a. in het kader van het werk van de Commissie Aanpassing Belastingstelsel (CAB) is uitgevoerd.

De zuurstofvraag van rioolwater bepaalt mede de inspanning die nodig is om het te zuiveren. Lozingen uit huishoudens hebben een belangrijk aandeel in de zuurstofvraag. Meer dan 30 jaar geleden - in 1985 - is de zuurstofvraag voor huishoudelijk afvalwater bepaald met een uitgebreid meetonderzoek, aangevuld met theoretische berekeningen. In 1998 is de huishoudelijke zuurstofvraag voor het laatst getoetst, door middel van een theoretische analyse van de verschillende afvalwaterlozingen uit de woning. Na 1998 is er geen nieuw onderzoek naar de zuurstofvraag uit huishoudens gedaan. Sindsdien zijn onze leefgewoonten echter wel veranderd. Tegenwoordig is het bijvoorbeeld meer regel dan uitzondering dat de keuken is voorzien van een afwasmachine, terwijl in 1985 nauwelijks afwasmachines werden gebruikt en in 1998 met de hand afwassen nog het meest gangbaar was. Ook onze eetgewoonten zijn veranderd, en zijn er ontwikkelingen geweest op het gebied van was- en schoonmaakmiddelen, toiletpapier, etc. Om na te gaan of dit soort ontwikkelingen een merkbaar effect hebben gehad op de vrachten in huishoudelijk afvalwater, was het wenselijk om hier opnieuw onderzoek naar te doen.

Een tweede reden om nader onderzoek te doen naar de samenstelling van het afvalwater is de voorgenomen modernisering van de waterschapsbelastingen door de CAB; de Commissie Aanpassing Belastingstelsel. De CAB heeft een aantal voorstellen geformuleerd om het belastingstelsel van de waterschappen aan te passen, met als doel om de toekomstbestendigheid te vergroten. Een van de drie heffingen waarvoor voorstellen voor worden gedaan is de zuiveringsheffing. Vanwege de directe relatie van de voorstellen met de samenstelling van het afvalwater van huishoudens was het logisch ook in dit kader de huidige zuurstofvraag te onderzoeken.

Tenslotte is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor de verklaring van de eventuele discrepantie: het verschil tussen de vervuilingseenheden die op de rioolwaterzuiveringsinstallatie in het binnenkomende water worden gemeten en de vervuilingseenheden die worden belast. De gemiddelde discrepantie varieert per waterschap en schommelt tussen de 0 en 30%. Als de vrachten uit huishoudens hoger zijn dan tot nu gedacht, dan kan dat de discrepantie (gedeeltelijk) verklaren.

Parallel aan het meetonderzoek is een theoretische analyse gedaan van de samenstelling van huishoudelijk afvalwater (STOWA 2018-41). De uitkomsten van meetonderzoek zijn in het onderhavige rapport gepresenteerd. De belangrijkste uitkomst is dat op basis van dit onderzoek met bijbehorende onzekerheid het onvoldoende aannemelijk is om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram per persoon per dag.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

SAMENVATTING

INLEIDING

Huishoudens en bedrijven betalen via de zuiveringsheffing voor het feit dat ze lozen op een rioolwaterzuiveringsinstallatie van het waterschap. Huishoudelijk afvalwater is afvalwater afkomstig van een woning en representeert het daarbij behorende gedrag. Voor de zuiveringsheffing wordt de zuurstofvraag die benodigd is om via oxidatie de organische stoffen af te breken als basis gebruikt. Momenteel is het uitgangspunt dat per etmaal gemiddeld 150 gram zuurstof nodig is om het door één persoon vanuit huis geloosde afvalwater te zuiveren. Per jaar is dat 54,8 kg zuurstof. Dit staat gelijk aan één vervuilingseenheid (VE).

De samenstelling van het huishoudelijk afvalwater is voor het laatst gemeten in 1985 en is zowel in 1985 als in 1998 bepaald op grond van theoretische beschouwingen.

Ons gedrag en leefgewoonten zijn constant aan verandering onderhevig. Denk onder andere aan het gebruik van de afwasmachine in de keuken, aan ons eetgedrag waar we meer en meer gebruik maken van fastfood en kant-en-klaar maaltijden, we vaker buitenlandse gerechten eten en ten slotte de veranderingen van toiletpapier. Het regelmatig monitoren van de zuurstofvraag is dan ook eigenlijk gewenst. Ook ontstaat vanuit dergelijke 'grootschalige' meetonderzoeken meer en meer inzicht in het functioneren van het afvalwatersysteem.

In aanvulling op bovenstaande is er momenteel ook een discussie gaande over een aanpassing van het belastingstelsel (Commissie Aanpassing Belastingstelsel - CAB) met consequenties voor de zuiveringsheffing. De gedachte is om over te stappen naar andere parameters. Deze parameters (TOC, totaal stikstof en totaal fosfaat) zijn in dit onderzoek meegenomen.

Tenslotte is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor het fenomeen discrepantie. Discrepantie is de term die we gebruiken voor het verschil tussen de vervuilingseenheden die op een rioolwaterzuiveringsinstallatie worden gemeten en de vervuilingseenheden die in rekening worden gebracht bij de belastingbetalers (huishoudens en bedrijven). De vervuilingseenheden worden bepaald / berekend uitgaande van de gemiddelde vuillast afkomstig van een persoon per huishouden (1 VE). Als deze vuillast veranderd dan heeft dat indirect effect op de hoogte van de discrepantie.

Om bovenstaande redenen is in dit onderzoek de vanuit huis geloosde zuurstofvraag van afvalwater anno 2018 bepaald aan de hand van een meetonderzoek. Parallel aan dit meetonderzoek is een theoretisch onderzoek uitgevoerd naar de zuurstofvraag van vanuit huis geloosd afvalwater. De resultaten van het theoretische onderzoek zijn gerapporteerd in STOWA 2018-41.

DOEL VAN HET MEETONDERZOEK

Het doel van het meetonderzoek is vast te stellen wat de dagelijks vanuit huis geloosde vracht afvalwater per persoon is. Om zowel een vergelijking te kunnen maken met de eerder uitgevoerde onderzoeken als om een goede inschatting te kunnen geven van de zuurstofvraag en de andere parameters zijn de volgende componenten gemeten:

- Organische stof: CZV
- Gereduceerde Stikstof: N-Kjeldahl
- Totaal zuurstofverbruik

- Organische stof: TOC en BZV
- Stikstof: N-totaal
- Fosfaat: P-totaal

AANPAK

De opzet van het meetonderzoek is gebaseerd op het eerdere meetonderzoek uit 1985. Het uitgangspunt is dat op meerdere representatieve locaties gemeten wordt en dat de uitkomsten van de metingen en analyses van de afzonderlijke locaties samengevoegd kunnen worden om tot een totaal gemiddelde dagelijks geloosde vracht per persoon te komen. Hierbij is het van belang dat de populatie voldoende groot is om de onzekerheid in de einduitkomst zoveel mogelijk te verkleinen. Om een goede voorspelling te kunnen geven van de vuillast vanuit een huishouden (woning) is geen verstoring gewenst door lozingen van bedrijfsafvalwater en hemelwater. Twee belangrijke uitgangspunten zijn dan ook dat de gezochte locaties wijken zijn die geen of nauwelijks bedrijfsafvalwater hebben en waarbij een gescheiden rioolstelsel aanwezig is.

Voor aanvang van de metingen is op de meetdataset vanuit 1984 een statistische analyse uitgevoerd. Hierbij is een relatie gelegd tussen het aantal meetlocaties, het aantal meetweken en de daarbij behorende onzekerheid voor de TZV bepaling. Vanzelfsprekend neemt de betrouwbaarheid toe als er op veel locaties, voor langere perioden gemeten wordt. Echter aangezien het budget een belangrijke randvoorwaarde is, is gezocht naar die combinatie van aantal locaties en meetduur die een onzekerheid van 10 gram TZV per persoon per dag geeft.

Op basis van de statistische analyse op de meetdataset vanuit 1984 resulteert dit in vijf meetlocaties die gedurende vier weken bemonsterend en geanalyseerd dienen te worden. Door de begeleidingscommissie zijn in totaal 42 mogelijke meetlocaties aangedragen. Op basis van een blinde trekking zijn vervolgens de meetlocaties getrokken (gekozen).

MEETONDERZOEK

Gedurende vier weken is dagelijks het afvalwater van de vijf meetlocaties volumeproportioneel bemonsterd met behulp van meetwagens en bemonsteringsstations. Alle monsters zijn geanalyseerd door hetzelfde geaccrediteerde laboratorium.



ERVARINGEN TIJDENS MEETONDERZOEK

Tijdens het meetonderzoek zijn op verschillende locaties in meer en mindere mate vooral problemen ondervonden vanuit doekjes/vochtig toilet papier.



Zoals in bovenstaand foto's is te zien veroorzaakten de vochtige doekjes en ander ondefinieerbaar afval storingen aan pompen. Ondanks de inspanningen om de storingen zo snel als mogelijk te verhelpen is niet op alle dagen een representatieve monsternamen mogelijk geweest. Opvallend is dat de problemen door verstoringen per meetlocatie sterk verschilden.

RESULTATEN

De monsternamedagen zijn aan de hand van een aantal criteria gekwalificeerd als goed, twijfelachtig of afkeur. Conform NEN mag er maximaal 7,5% afwijking zijn tussen de genomen hoeveelheid monstermateriaal en de theoretisch verwachtte hoeveelheid. Groter dan 7,5% betekent volgens de NEN afkeur van het monster. Aangezien een deel van de monsters een beperkte overschrijding opleverde is er voor gekozen om de monsters waarbij de afwijking groter dan 7,5% was, maar minder dan 12,5% als 'twijfelachtig' te beoordelen. Bij een afwijking groter dan 12,5% zijn monsters afgekeurd. Ook wanneer de overstortmeter gedraaid heeft of wanneer er sprake is geweest van een storing is een monsternamedag afgekeurd.

De analyseresultaten van de geschikte en twijfelachtige dagen zijn tenslotte gebruikt om de dagelijks geloosde vrachten vast te stellen.

CORRECTIE OP MEETDATA EN STATISTISCHE ANALYSE

Periodiek worden bij laboratoria ringonderzoeken uitgevoerd. Deelnemende laboratoria krijgen dan een monster toegestuurd van een organisatie wat vervolgens geanalyseerd dient te worden op een bepaalde parameter. De resultaten van de deelnemende laboratoria worden vervolgens vergeleken ten opzichte van de gemiddelde waarde van alle laboratoria tezamen. Op basis van resultaten van ringonderzoeken is in dit onderzoek een correctie doorgevoerd op de analyseresultaten.

Ten tweede is er gecorrigeerd voor uithuizigheid in verband met vakantie (5% correctie).

Aan de hand van een statistische analyse is per parameter het gemiddelde debiet en de gemiddelde vracht per persoon vanuit huis berekend voor alle meetlocaties gezamenlijk, inclusief de onzekerheid.

Het debiet is 119,9 liter per persoon per dag met een onzekerheid van 18,2 liter per persoon per dag. De vastgestelde gemiddelde vrachten en bijbehorende onzekerheden zijn opgenomen in navolgende tabel.

DE DAGELIJKS VANUIT HUIS GELOOSDE VRACHT PER PERSOON EN ONZEKERHEID PER PARAMETER (GRAM PER PERSOON PER DAG)

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot ^{A)}	P-tot	TOC	ZS	BZV ₅
Gemiddelde vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{B)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{C)}

A) Niet gecorrigeerd voor ringonderzoek.

B) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

C) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.

Na uitvoering van de metingen en correcties blijkt de onzekerheid voor TZV 19,3 gram per persoon per dag te zijn. Dit is hoger dan de beoogde onzekerheid van +/- 10 gram TZV per persoon per dag.

De onzekerheid wordt in zijn algemeenheid bepaald door verschillende factoren, zoals:

- Spreiding per meetweek (temporele variantie)
- Spreiding tussen de locaties (ruimtelijke variantie)
- Duur van de meetperiode
- De hoeveelheid meetlocaties

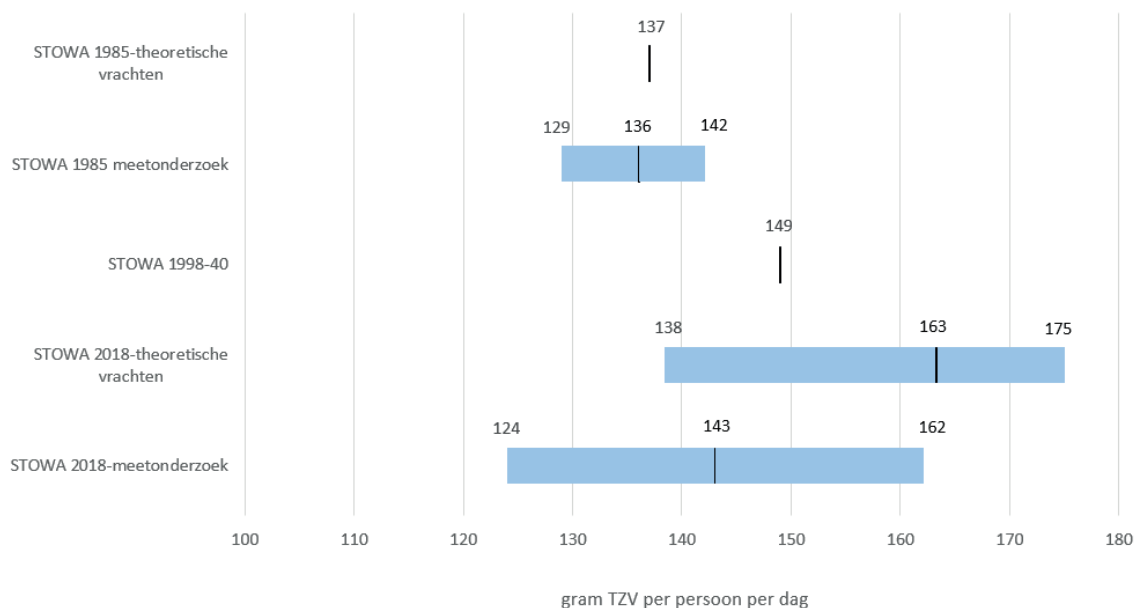
Op basis van de dataset uit 1984 is de beoogde onzekerheid bepaald met daarbij het aantal meetlocaties en meetweken voor onderliggend onderzoek. Dat de onzekerheid nu hoger is dan de beoogde onzekerheid komt deels door de relatief grote uitval van meetdagen als gevolg van storingen tijdens het meetonderzoek. Ofwel er is nu sprake van een kleinere dataset. Deels is de hogere onzekerheid naar verwachting ook veroorzaakt door een hogere spreiding per meetweek en/of tussen de locaties in het nu uitgevoerde meetonderzoek ten opzichte van de dataset uit 1984.

BESCHOUWING

Het wel of niet corrigeren voor ringonderzoeken is discutabel en niet gebruikelijk waardoor in de beschouwing ook de niet voor ringonderzoek gecorrigeerde vrachten opgenomen zijn. Verder is toegelicht waarom in onderliggend onderzoek – in tegenstelling tot het onderzoek in 1985 - niet is gecorrigeerd voor afbraak in het riool tussen de woningen en het monsterpunt. Daarnaast zijn de resultaten van dit onderzoek vergeleken met de vanuit huis geloosde vrachten zoals die vastgesteld zijn in het theoretische onderzoek (STOWA 2018-XX) en de eerdere onderzoeken. Dit is samengevat in navolgende figuur.

Te zien is dat de bandbreedtes van de in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoeken grotendeels overlappen. De gemiddelde waarde bij het theoretisch onderzoek valt wel buiten de bandbreedte. De resultaten van de in 1998 en 1985 uitgevoerde studies vallen binnen de bandbreedte van dit meetonderzoek.

Noot: De weergegeven onzekerheid van het meetonderzoek in 1985 is statistisch bepaald in onderliggend onderzoek op basis van de dataset uit 1984. In het meetonderzoek van 1985 is destijds geen onzekerheid bepaald.



Samenvattend kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde zuurstofvraag van 143 gram TZV per persoon per dag ligt goed in lijn met de zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis die momenteel het uitgangspunt vormt voor de zuiveringsheffing. Op basis van dit meetonderzoek met bijbehorende onzekerheid is het onvoldoende aanmerkelijk om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis
- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde TZV vracht van 143 gram TZV per persoon per dag valt lager uit dan de theoretisch bepaalde TZV van 163 gram TZV per persoon per dag. De bandbreedtes van de in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoeken overlappen elkaar wel grotendeels
- De theoretisch bepaalde zuurstofvraag is ten opzichte van 1998 toegenomen van 149 naar 163 gram TZV per persoon per dag

In relatie tot het onderzoek naar de aanpassing van het belastingstelsel is tijdens het onderzoek ook de verhouding CZV/TOC bepaald.

Bij het meetonderzoek is een gemiddelde CZV/TOC verhouding van 3,8 bepaald. Deze verhouding van 3,8 ligt boven de CZV/TOC verhouding die aangehouden is in het onderzoek naar de aanpassing van de zuiveringsheffing.

Op basis van nader onderzoek op de uitgevoerde analyses en de interpretatie is geconcludeerd dat de hoge CZV/TOC verhouding geen verband heeft met de parameters “olie en vetten” en ‘hogere vetzuren’ en dat deze dus geen verklaring kunnen zijn voor de geconstateerde hoge CZV/TOC verhouding.

Een andere oorzaak voor de hoge CZV/TOC verhouding kan te maken hebben met de TOC analyse zelf. Op basis van recente inzichten lijken er aanwijzingen te zijn dat de TOC analyse bij monsters met veel deeltjes (zoals huishoudelijk afvalwater) niet bij alle TOC-meetapparatuur even goed gaat. Bij sommige apparaten lijkt geen representatieve analyse plaats te vinden omdat een deel van de deeltjes bezinkt voorafgaand aan de analyse. ILOW (Integraal Laboratorium Overleg Waterkwaliteitsbeheerders) zal hier de komende periode (voorjaar/zomer 2018) nader onderzoek naar uitvoeren.

Met hetzelfde apparaat dat de TOC bepaalt wordt ook N-totaal bepaald, zoals gewenst vanuit de aanpassing van het belastingstelsel. Het is daarom ook belangrijk om een gedegen check uit te voeren op deze meetapparatuur.

AANBEVELINGEN

- Om de grammen per persoon per dag nauwkeuriger vast te stellen en de onzekerheid te verkleinen, is aanvullend meetonderzoek nodig om zodoende een grotere dataset te verkrijgen. Afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid dient langer op de in dit onderzoek betrokken locaties te worden gemeten en/of aanvullend andere locaties te worden betrokken
- In onderliggend onderzoek is op iedere dag voor iedere meetlocatie een volume proportioneel monster genomen die voor de betrokken parameters bij één geaccrediteerd laboratorium in enkelvoud is geanalyseerd. Om eventuele discussie over de representativiteit van laboratoriumresultaten in toekomstig onderzoek te minimaliseren kunnen de afvalwateranalyses in triplo en/of bij verschillende laboratoria tegelijk uitgevoerd worden. De kosten van het meetonderzoek zullen hierdoor wel toenemen
- Een belangrijk discussiepunt in dit onderzoek betreft het ringonderzoek. Het is verstandig om hierover binnen Nederland duidelijk af te spreken op welke wijze ringonderzoeken worden uitgevoerd en hoe je deze vervolgens moet gebruiken bij uitgevoerde meetonderzoeken zoals deze
- Aanbevolen wordt om op zeer korte termijn te onderzoeken of werkelijk sprake is van afwijkende TOC resultaten bij verschillende type TOC-meetapparatuur en dit ook landelijk aan te kaarten bij zowel de waterschapslaboratoria alsmede commerciële laboratoria

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

BEPALING ZUURSTOFVRAAG HUISHOUELIJK AFVALWATER

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	OPZET EN UITVOERING MEETONDERZOEK	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Onderzoek zuurstofvraag 1985	3
2.3	Statistische randvoorwaardes meetlocaties	3
2.4	Aanvullende randvoorwaardes en keuze meetlocaties	4
2.5	Meet- en bemonsteringsapparatuur	5
2.6	Analyses	6
2.7	Verwerking resultaten	7
2.8	Repeteerbaarheid	7
3	MEETONDERZOEK: UITVOERING EN RESULTATEN	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Kenmerken geselecteerde wijken	8
3.3	Beschrijving meetopstellingen	10
3.4	Ervaringen tijdens meetonderzoek	12
3.5	Resultaten metingen	13
3.5.1	Meetdagen per meetlocatie	13
3.5.2	Resultaten	14
3.6	Correcties en statistische bewerking resultaten	24
3.6.1	Correctie voor uithuizigheid vakantie	24
3.6.2	Correctie voor ringonderzoeken	24
3.6.3	Statistische analyse	26

4	BESCHOUWING	28
4.1	Inleiding	28
4.2	Geen correctie voor ringonderzoek	28
4.3	Correctie afbraak in het riool	28
4.4	Theoretische zuurstofvraag en eerder vastgestelde zuurstofvraag	29
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	32
5.1	Conclusies	32
5.2	Aanbevelingen	33
BIJLAGE 1	Meetresultaten per meetlocatie	34
BIJLAGE 2	Debiten en concentraties per meetlocatie	44
BIJLAGE 3	Neerslag versus gemeten afvalwaterdebiet	48
BIJLAGE 4	Berekening totale gemiddelde vracht per persoon	50
BIJLAGE 4A	Verwerken resultaten statisch-synchrone steekproef	57
BIJLAGE 4B	Voor elke wijk de boxplots van de zuurstofvraag per week	59
BIJLAGE 4C	Voor elke wijk de boxplots van de zuurstofvraag per weekdag	60
BIJLAGE 4D	Voor elke wijk de boxplots van de zuurstofvraag per soort dag	61
BIJLAGE 5	Stappenplan ten behoeve van repeteerbaarheid onderzoek zuurstofvraag	62
BIJLAGE 6	Meetresultaten aanvullende analyses huishoudelijk afvalwater	64
BIJLAGE 6A	Meetresultaten van parameters “olie en vetten” en “hogere vetzuren”	69

1

INLEIDING

Huishoudens en bedrijven betalen via de zuiveringsheffing voor het feit dat ze lozen op een rioolwaterzuiveringsinstallatie van het waterschap. Huishoudelijk afvalwater is afvalwater afkomstig van een woning en representeert het daarbij behorende gedrag. Voor de zuiveringsheffing wordt de zuurstofvraag die benodigd is om via oxidatie de organische stoffen af te breken als basis gebruikt. Momenteel is het uitgangspunt dat per etmaal gemiddeld 150 gram zuurstof nodig is om het door één persoon vanuit huis geloosde afvalwater te zuiveren. Per jaar is dat 54,8 kg zuurstof. Dit staat gelijk aan één vervuilingseenheid (VE).

De samenstelling van het huishoudelijk afvalwater is voor het laatst gemeten in 1985 en is zowel in 1985 als in 1998 bepaald op grond van theoretische beschouwingen.

Ons gedrag en leefgewoonten zijn constant aan verandering onderhevig. Denk onder andere aan het gebruik van de afwasmachine in de keuken, aan ons eetgedrag waar we meer en meer gebruik maken van fastfood en kant-en-klaar maaltijden en we vaker buitenlandse gerechten eten. Verder is het ook mogelijk dat de hoeveelheid en/of samenstelling van toiletpapier is gewijzigd. Volgens de studie van 1998 vertegenwoordigt toiletpapier circa 20% van de CZV-vracht in toiletwater en heeft daarmee een aanzienlijke invloed op de CZV-vracht. Ook is het gewicht van de Nederlander iets gestegen sinds 1998 (STOWA 2018-41). De zuurstofvraag van het huishoudelijk afvalwater is ook van belang als input voor ontwikkelingen, zoals de rioolwaterzuiveringsinstallatie als grondstoffenfabriek of nieuwe sanitatie.

Bovenstaande redenen kunnen allen er toe bijdragen dat de vracht afkomstig uit huishoudens in werkelijkheid nu anders is dan het eerder genoemde uitgangspunt van 150 gram per persoon per dag. Om dit te verifiëren is in opdracht van STOWA onderzoek uitgevoerd naar de actuele zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater. Dit onderzoek bestaat uit twee onderdelen: een meetonderzoek en een theoretisch onderzoek. In het onderliggende rapport worden de resultaten van het meetonderzoek gepresenteerd en besproken. De resultaten van het theoretische onderzoek zijn gerapporteerd in STOWA 2018-41.

De samenstelling van het afvalwater van huishoudens is verder ook belangrijk voor het fenomeen discrepantie. Discrepantie is de term die we gebruiken voor het verschil tussen de vervuilingseenheden die op een rioolwaterzuiveringsinstallatie worden gemeten en de vervuilingseenheden die in rekening worden gebracht bij de belastingbetalers (huishoudens en bedrijven). De vervuilingseenheden worden bepaald/berekend uitgaande van de gemiddelde vuillast afkomstig van een persoon per huishouden (1 VE). Als deze vuillast verandert dan heeft dat indirect effect op de hoogte van de discrepantie.

Tenslotte heeft dit hernieuwde onderzoek ook een relatie met de modernisering van de zuiveringsheffing. Hier zijn onlangs door de Commissie Aanpassing Belastingstelsel waterschappen (afgekort CAB) voorstellen voor geformuleerd. De basis voor de modernisering zijn twee beginselen: (1) de kostenveroorzaker betaalt en (2) de vervuiler betaalt. De kosten

hangen direct samen met de samenstelling van het afvalwater. Daarbij komt de wens om de milieubelastende CZV- en N-Kjeldahl analyse te vervangen door de minder milieubelastende TOC- en N-Totaal analyse. Daarnaast wordt naar verwachting P-totaal als nieuwe component betrokken in de zuiveringsheffing. Dit levert een aantal aanvullende onderzoeksvragen op.

DOEL VAN HET MEETONDERZOEK

Het doel van het meetonderzoek is vast te stellen wat de dagelijks vanuit huis geloosde vracht per persoon is voor de volgende componenten in het afvalwater:

Zuurstofvraag

- Organische stof: CZV
- Gereduceerde Stikstof: N-Kjeldahl
- Totaal zuurstofverbruik

Modernisering zuiveringsheffing

- Organische stof: TOC en BZV
- Stikstof: N-totaal
- Fosfaat: P-totaal

LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 beschrijft de onderzoeksmethodiek en de voorbereiding van het meetonderzoek waarna in hoofdstuk 3 de resultaten van het meetonderzoek volgen.

In hoofdstuk 4 volgt een beschouwing van de resultaten waarbij de meetresultaten vergeleken worden met de theoretische zuurstofvraag en de resultaten uit eerdere meetonderzoeken. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2

OPZET EN UITVOERING MEETONDERZOEK

2.1 INLEIDING

De opzet van het meetonderzoek is gebaseerd op het eerdere onderzoek uit 1985. Het uitgangspunt is dat op meerdere representatieve locaties gemeten wordt en dat de uitkomsten van de metingen en analyses van de afzonderlijke locaties samengevoegd worden om tot een totaal gemiddelde dagelijks geloosde vracht per persoon te komen. Hierbij is het van belang dat de populatie voldoende groot is om de onzekerheid in de einduitkomst zoveel mogelijk te verkleinen. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de onderbouwing van de opzet en de opzet van het meetonderzoek.

2.2 ONDERZOEK ZUURSTOFVRAAG 1985

Voor het bepalen van de zuurstofvraag is het belangrijk dat de schaalgrootte voldoende is om gefundeerde uitspraken te doen. Hierbij is allereerst gekeken naar de omvang van de meetlocaties die zijn onderzocht in het onderzoek in 1985.

In 1985 ging het om 7 meetlocaties (waarbij twee keer twee locaties in nabij gelegen gebieden). Per locatie betrof het tussen de 490 en 1.504 wooneenheden (uitgangspunt was circa 1.000 wooneenheden). Het aantal inwoners bedroeg 1.696 tot 4.350 personen per locatie. Gemiddeld genomen waren per 1.000 wooneenheden 3.000 inwoners betrokken (3 inwoners per huishouden). De meetduur was circa 5 maanden.

De onderbouwing voor het aantal meetlocaties, de meetduur en de resulterende onzekerheid van het meetonderzoek uit 1985 kon op basis van de studie niet worden herleid. In overleg met de begeleidingscommissie is daarom besloten om het onderzoek uit 1985 alsnog statistisch te analyseren. Deze statistische analyse is uitgevoerd door Icastat. De statistische analyse is gebaseerd op de meetgegevens zoals die in 1984 zijn verzameld (Stora 1985, Het inwoner-equivalent getoetst). De berekende onzekerheid van de in 1985 uitgevoerde studie bedroeg 6,7 gram TZV¹ per persoon per dag; dus $136 \pm 6,7$ gram TZV per persoon per dag.

2.3 STATISTISCHE RANDVOORWAARDES MEETLOCATIES

Het aantal meetlocaties en de bemonsteringsduur is bepalend voor de nauwkeurigheid waarmee de vrachten van de verschillende componenten in het afvalwater kan worden bepaald. Dit bepaalt echter ook de doorlooptijd van dit onderzoek en heeft ook effect op de meetkosten. Een grotere hoeveelheid meetlocaties en een langere duur van het onderzoek leiden immers tot de inzet van meer meetapparatuur en een grotere hoeveelheid monsters. Op basis van de meetgegevens uit 1984 is met de statistische analyse een relatie gelegd tussen de onzekerheid, het aantal meetlocaties en het aantal meetwerken, zie tabel 2.1.

1 TZV = Totaal Zuurstof Verbruik, ook wel Totaal Zuurstof Vraag genoemd

TABEL 2.1

RELATIE TUSSEN MEETONZEKERHEID, AANTAL LOCATIES EN AANTAL WEKEN

Onzekeerheid (gram TZV per persoon per dag)	Aantal meetlocaties	Aantal meetweken
15	3	4
14	3	4
13	4	3
12	4	4
11	4	5
10	5	4
9	8	3
8	7	5
7	10	5

Uit tabel 2.1 volgt dat vanaf vijf meetlocaties de onzekerheid slechts langzaam afneemt. De kosten van het meetonderzoek lopen echter sterk op als je de meetnauwkeurigheid wilt vergroten, ofwel een onzekerheid kleiner dan 10 gram TZV per persoon per dag nastreeft.

Op basis van de resultaten van het statistische onderzoek in relatie tot het beschikbaar budget concludeert de begeleidingscommissie om een minder uitgebreid meetonderzoek uit te voeren dan in 1985 omdat dit slechts een beperkte afname van de meetonzekerheid oplevert. Het uitgangspunt van deze studie is een meetonzekerheid van 10 gram TZV per persoon per dag. Dit betekent het betrekken van vijf nader te bepalen meetlocaties in het meetonderzoek waar gedurende een meetperiode van vier weken het afvalwater zal worden bemonsterd.

Noot: Het uitvallen van meetdagen leidt tot een grotere meetonzekerheid. Bij de nagestreefde meetonzekerheid van 10 gram TZV per persoon per dag is rekening gehouden met het uitvallen van één meetdag per week per meetlocatie.

Ten aanzien van de selectie van meetlocaties alsmede de uitvoering zijn daarnaast de volgende randvoorwaarden geformuleerd:

- De grootte van de geselecteerde wijken dient richtinggevend tussen de 1.700 en 4.300 inwoners te liggen (dit omdat de dataset uit 1984 waarop de statistische analyse uitgevoerd is alleen wijken met een schaalgrootte van circa 1.700 tot 4.300 inwoners betrof)
- Metingen op de verschillende meetlocaties moeten allen tegelijk plaats vinden (zelfde weken)
- Het meetonderzoek moet niet worden uitgevoerd in vakantieperiodes

2.4 AANVULLENDE RANDVOORWAARDES EN KEUZE MEETLOCATIES

Naast de criteria zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn de onderstaande criteria gehanteerd voor de selectie van de meetlocaties:

- Zo min mogelijk industrie / bedrijven
- Afwezigheid van hemelwateraansluitingen
- Gesloten rioleringsgebied, geen lozingen van andere gebieden en afvoer via één leiding
- Geen 'foute' aansluitingen
- Meting zo dicht mogelijk bij de woongemeenschap (minimale afbraak of bezinking)
- Bij voorkeur bemalen objecten om tijd tussen lozing en monsternamen zo beperkt mogelijk te houden

- Van de locaties dient bekend te zijn hoeveel wooneenheden en inwoners daarop zijn aangesloten

In totaal zijn door de begeleidingscommissie 42 wijken aangedragen die leken te voldoen aan alle criteria. De meetlocaties liggen verspreid over Nederland en zijn van uiteenlopende grootte.

Op basis van een blinde trekking zijn 15 potentiële meetlocaties getrokken welke genummerd zijn van 1 tot en met 15. De eerste vijf locaties (nummers 1 tot en met 5) betroffen in principe de locaties waar de metingen uitgevoerd zouden worden. Vervolgens zijn locatiebezoeken uitgevoerd om te bepalen of de wijken geschikt zijn als meetlocatie. Uit de locatiebezoeken kwam naar voren dat enkele locaties niet geschikt waren (om verschillende redenen):

- Aanwezigheid van verkeerde aansluitingen of toch hemelwateraansluitingen
- Plaatsing van meetapparatuur technisch niet haalbaar
- Meetput ligt onder drukke weg
- Meetput ligt direct naast voetbalveldje (verhoogde kans op vandalisme)

In bovenstaande gevallen is de volgende meetlocatie op de lijst als eerstvolgende geselecteerd.

De vijf uiteindelijk geselecteerde wijken (locaties) betreffen:

- Bloemenbuurt Zuid, Almere
- Landgoederenbuurt, Almere
- Vathorst, Amersfoort
- Gein, Amsterdam
- Emmelhage, Emmeloord

2.5 MEET- EN BEMONSTERINGSAPPARATUUR

Er is gemeten en bemonsterd op de volledige afvalwaterstroom van de geselecteerde wijken (geen onderscheid zwart- en grijswater). De meting van het debiet en de bemonstering van het afvalwater heeft plaats gevonden met een meetwagen of een bemonsteringsstation (afhankelijk van de bemonsteringslocatie). Navolgend zijn beide bemonsteringsmethoden toegelicht.

Meetwagen

De meting wordt uitgevoerd door middel van een meetwagen waarbij de volledige afvalwaterstroom wordt opgepompt en door een meetvoorziening wordt geleid. De riolering wordt bij deze methode afgesloten middels een balg. Middels een 'happer' worden volumeproportioneel 'hapjes' afvalwater genomen. Voordeel van de meetwagen is dat het debiet betrouwbaar wordt gemeten middels een gekalibreerde debietmeter. Daarnaast hoeven er geen aanpassingen te worden gedaan aan lokale voorzieningen in het geval bij een gemaal bemonsterd wordt (zie volgend kopje over bemonsteringsstation).

Nadeel van de meetwagen is dat deze qua capaciteit gelimiteerd is. Daarbij is het nadrukkelijk van belang dat er geen hemelwater op het systeem is aangesloten. De meetwagen heeft een stroomvoorziening (220V) nodig en de pomp heeft, afhankelijk van de grootte, een krachtstroom aansluiting nodig (380V). Indien deze niet lokaal voorhanden is zal deze gerealiseerd dienen te worden of zal er gebruik gemaakt moeten worden van een aggregaat. Onderstaand enkele afbeeldingen van een meetwagen.

FIGUUR 2.1 MEETWAGEN



Bemonsteringsstation

Een andere toegepaste wijze van bemonsteren is het plaatsen van een bemonsteringsstation nabij een rioolgemaal. Daarbij geldt wel dat het gemaal moet zijn voorzien van een debietmeter die recentelijk droog en nat is gekalibreerd. In de aansturingskast van de pomp dient een aanpassing gemaakt te worden zodat er een puls verkregen kan worden voor de aansturing van de monstername. Middels een 'happer' in de persleiding van de pomp worden volumeproportioneel 'hapjes' afvalwater genomen. Over het algemeen geldt dat indien gemeten wordt aan een bestaand gemaal er aanpassingen moeten worden gedaan. Belangrijkste voordeel is dat de meetinrichting relatief robuust is en dat alle stroomvoorzieningen voorhanden zijn. Tevens betreft het hier over het algemeen locaties die afgesloten zijn waardoor apparatuur eenvoudig en veilig geïnstalleerd staat. Onderstaand drie voorbeelden van gemaalopstellingen, uiteenlopend van een waterschapsgemaal (links) tot een kleiner gemeentelijk gemaal (midden en rechts).

FIGUUR 2.2 BEMONSTERINGSSTATION



2.6 ANALYSES

Op de meetlocaties is dagelijks een volumeproportioneel verzamelmonster genomen en geanalyseerd op CZV, N-Kjeldahl, P-totaal, TOC, zwevende stof en N-totaal.

Zwevende stof is in basis een goede indicatorparameter in relatie tot CZV² en is om deze reden meegenomen in de analyses. De BZV₅ is twee keer per week gemeten. Dit heeft te maken met de inzetmogelijkheden op het laboratorium voor BZV₅³ alsmede de maximale duur tussen monsternamen en analyse voor BZV₅. Deze dient kleiner te zijn dan 24 uur. Voor de BZV₅ bepaling is alleen op woensdag en op vrijdag een monster genomen van de dag ervoor, respectievelijk dinsdag en donderdag.

- 2 Bij een hoge zwevende stof waarde wordt doorgaans ook een hogere CZV waarde gemeten en vice versa.
- 3 In verband met de doorlooptijd van vijf dagen bij BZV₅ analyses en dat er in weekenden niet wordt gewerkt in het laboratorium (en dus ook geen analyses plaatsvinden) worden BZV₅ analyses ingezet op woensdag, donderdag en vrijdag. De BZV wordt vervolgens geanalyseerd op maandag, dinsdag en woensdag.

De monsters zijn zeven keer per week opgehaald. De monsternamen zijn uitgevoerd conform NEN-6600-1 en de monsters zijn geconserveerd conform NEN-EN-ISO 5776-3.

Ter beperking van monsternamen fouten/afwijkingen zijn de opstellingen op de locaties identiek bemonsterd en zijn alle monsters door hetzelfde (geaccrediteerde) laboratorium geanalyseerd.

In tabel 2.2 is ter volledigheid de methode per parameter beschreven samen met de ondergrens van het meetbereik.

TABEL 2.2 PARAMETERS MET BIJBEHORENDE METHODE, MEETBEREIK EN MEETFOUT

Parameter	Methode	Ondergrens meetbereik	Onzekerheid/ meetfout	Geaccrediteerd
CZV	conform NEN 6633	5 mg/l	13%	Ja
N-Kjeldahl	NEN 6646	1 mg/l	17%	Ja
P-totaal	glwd NEN-EN-ISO 15681-2	0,05 mg/l	17%	Ja
TZV	berekend		n.v.t.	Ja
TOC	NEN EN 1484	0,3 mg/l	11%	Ja
BZV ₅	NEN-EN-1899-1	1 mg/l	29%	Ja
Zwevende stof	NEN-EN 872	2 mg/l	28%	Ja
N-totaal ^{A)}	NEN-EN 12260	0,5 mg/l	15%	Nee ^{B)}

A) na oxidatie tot stikstof oxiden

B) N-totaal bepaling conform NEN-EN 12260 is een relatief nieuwe methode waarvoor nog geen accreditatie is aangevraagd door het laboratorium. Deze methode is al wel gevalideerd door het laboratorium

2.7 VERWERKING RESULTATEN

De resultaten zijn verwerkt in Excel en uitgedrukt in geloosde grammen CZV, N-Kjeldahl, P-totaal, TOC, BZV-5, N-totaal, zwevende stof en TZV per inwoner per dag. De resultaten zijn per locatie verwerkt en vervolgens statistisch bewerkt om te komen tot een gemiddelde vracht voor de parameters en het debiet.

2.8 REPETEERBAARHEID

Ten behoeve van de repeteerbaarheid van dit onderzoek is in bijlage 5 een stappenplan opgenomen voor een eventueel toekomstig onderzoek naar de zuurstofvraag van afvalwater.

3

MEETONDERZOEK: UITVOERING EN RESULTATEN

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de uitvoering en de resultaten van het meetonderzoek. Paragraaf 3.2 geeft een overzicht van de belangrijkste kenmerken van de geselecteerde wijken op basis van Gemeentelijke Basis Administratie (GBA) gegevens. In paragraaf 3.3 is een beschrijving opgenomen van de meetopstellingen die op de vijf meetlocaties geplaatst zijn. Paragraaf 3.4 bespreekt de ervaringen tijdens de metingen. In paragraaf 3.5 volgen de resultaten van het meetonderzoek waarna in paragraaf 3.6 een statistische bewerking van de resultaten is opgenomen samen met een tweetal correctiefactoren.

3.2 KENMERKEN GESELECTEERDE WIJKEN

Op basis van door de gemeenten verstrekte GBA gegevens zijn in tabel 3.1 de belangrijkste kenmerken van de vijf geselecteerde wijken opgenomen. De kenmerken die in de tabel zijn opgenomen zijn in het verleden relevant gebleken voor het waterverbruik (Vewin, Watergebruik Thuis) en daarmee mogelijk ook voor de samenstelling van het huishoudelijk afvalwater. De percentages in tabel 3.1 tellen vanwege afronding niet altijd op tot 100%.

TABEL 3.1 KENMERKEN GESELECTEERDE WIJKEN (2017)

Wijk	Bloemenbuurt Zuid	Landgoederen-buurt	Vathorst	Gein	Emmelhage
Stad	Almere	Almere	Amersfoort	Amsterdam	Emmeloord
Bouwjaar	Vanaf 1989	Vanaf 1990	Vanaf 2001	Vanaf 1982	Vanaf 2007
Inwoners	2.645	4.161	1.538	3.340	1.973
Huishoudens	988	1.561	509	1.615	641
Leeftijdverdeling:					
Kinderen (0-18)	770	1.208	598	468 ^{A)}	716
Jong volwassenen (15 - 24)	^{C)}	^{C)}	^{C)}	367	^{C)}
Volwassenen (19-64)	1.632	2.664	902	2.071 ^{B)}	1.208
Ouderen (65 +)	243	289	38	434	49
Huishoudensgrootte					
Eenpersoons	167	280	97	630	90
Meerpersoons	763	1.185	410	985	458
Huishoudens >5	23	38	0	0	93
Onbekend/overig	35	58	2	0	0
Gemiddelde grootte	2,7	2,7	3,0	2,1	3,1
Overige kenmerken					
Man	50%	50%	50%	47%	52%
Vrouw	50%	50%	50%	53%	48%

Wijk	Bloemenbuurt Zuid	Landgoederen-buurt	Vathorst	Gein	Emmelhage
Autochtoon	85%	83%	81%	39%	90%
Mensen met migratie achtergrond (niet-westers)	13%	13%	11%	50%	6%
Mensen met migratie achtergrond (westers)	3%	4%	8%	11%	5%

A) categorie 0-15 jaar; verstrekte leeftijdsverdeling wijkt af van die van de andere wijken

B) categorie 24-64 jaar; verstrekte leeftijdsverdeling wijkt af van die van de andere wijken

C) enkel bij de wijk Gein is deze categorie verstrekt

In Tabel 3.1 is te zien dat de inwoner aantallen van de wijken sterk uiteenlopen (1.538 tot 4.161 inwoners). Verder is te zien dat de man / vrouw verhouding nagenoeg overal gelijk is. Een opvallend verschil tussen de wijken is de verdeling autochtonen en mensen met een migratie achtergrond. Gein wijkt met een aandeel van 39% autochtoon duidelijk af van de overige wijken waar dit percentage tussen de 81% en 90% ligt.

Om meer inzicht te krijgen in de opbouw van de wijken zijn in tabel 3.2 de leeftijd verdeling en de huishoudensgrootte per wijk uitgedrukt als percentage.

TABEL 3.2 LEEFTIJDVERDELING EN HUISHOUDENSGROOTTE PER WIJK

Naam	Bloemenbuurt Zuid	Landgoederen-buurt	Vathorst	Gein	Emmelhage
Stad	Almere	Almere	Amersfoort	Amsterdam	Emmeloord
Leeftijdsverdeling					
Kinderen (0-18)	29%	29%	39%	14% ^{A)}	36%
Jong volwassenen (15 - 24)	^{C)}	^{C)}	^{C)}	11%	^{C)}
Volwassenen (19-64)	62%	64%	59%	62% ^{B)}	61%
Ouderen (65 +)	9%	7%	2%	13%	2%
Huishoudensgrootte					
Eenpersoons	17%	18%	19%	39%	14%
Meerpersoons	77%	76%	81%	61%	71%
Huishoudens >5	2%	2%	0%	0%	15%
Onbekend/overig	4%	4%	0%	0%	0%

A) categorie 0-15 jaar; verstrekte leeftijdsverdeling wijkt af van die van de andere wijken

B) categorie 24-64 jaar; verstrekte leeftijdsverdeling wijkt af van die van de andere wijken

C) enkel bij de wijk Gein is deze categorie verstrekt

Uit tabel 3.2 kan worden afgeleid dat het percentage kinderen in de geselecteerde wijken sterk uiteenloopt (14% - 39%). In Vathorst en Emmelhage wonen opvallend veel kinderen terwijl het percentage kinderen in Gein juist relatief laag is (ook als het percentage van 14% met enkele procenten verhoogd wordt vanwege de gehanteerde leeftijdverdeling van 0-15 jaar blijft het percentage kinderen in Amsterdam laag). Het percentage volwassenen is in alle wijken ongeveer gelijk terwijl er voor het percentage ouderen duidelijk verschillen te zien zijn (2%-13%). Gein heeft veruit de meeste ouderen (13%), gevolgd door de twee wijken uit Almere (7% en 9%) en de wijken Vathorst en Emmelhage (beiden 2%).

De hierboven beschreven leeftijdsopbouw komt ook tot uitdrukking in de huishoudensgrootte van de wijken. Emmelhage en Vathorst zitten respectievelijk op 3,1 en 3,0 inwoners per huishouden (Tabel 3.1), tegenover 2,7 inwoners per huishouden voor de wijken in Almere en 2,1 voor Gein. De kinderrijke wijken hebben relatief veel inwoners per huishouden.

De verdeling eenpersoons- en meerpersoonshuishoudens in tabel 3.2 laat vooral een duidelijk verschil zien tussen Gein en de overige wijken. Gein kenmerkt zich door 39% eenpersoonshuishoudens tegenover 14% - 19% in de overige wijken.

3.3 BESCHRIJVING MEETOPSTELLINGEN

Deze paragraaf beschrijft de meetopstellingen zoals die geplaatst zijn op de vijf geselecteerde locaties. Vanwege de logistieke omvang van het meetonderzoek (meetopstellingen plaatsen, dagelijks monsters nemen, onderhoud en controle van de meetopstellingen) zijn op drie van de locaties meetopstellingen van Tauw geplaatst en op twee locaties meetopstellingen van IMD. De methodiek van bemonsteren is identiek op alle locaties.

BLOEMENBUURT ZUID, ALMERE

De locatie en de meetopstelling zijn weergegeven in figuur 3.1. Het gemaal bevindt zich aan het Bougainvillepad. Het betreft een gemaal met nat opgestelde pompen. Het afvalwater is vanuit de put die direct voor het gemaal ligt door een meetwagen geleid. De monsters zijn gekoeld opgeslagen in de meetwagen.

FIGUUR 3.1

MEETOPSTELLING GEMAAL BLOEMENBUURT ZUID, ALMERE



LANDGOEDERENBUURT, ALMERE

De locatie en de meetopstelling zijn weergegeven in figuur 3.2. Het gemaal bevindt zich aan de Springendalllaan in Almere. Het betreft een gemaal met droog opgestelde pompen. Met het oog op een representatieve monsternamen is een monsterhapper aangebracht op de persleiding. Daarnaast is een geijkte debietmeter aangebracht die ook in opstelling (ofwel inclusief de voor- en achterliggende leidingdelen) is getest/geijkt. Tijdens het meetonderzoek is de automatische wisseling van de twee pompen uitgeschakeld en is één pomp in werking geweest. Dit betreft de pomp waar op het leidingdeel de debietmeter en monsterhapper is geïnstalleerd. De andere pomp fungeerde als storingspomp. De monsters zijn gekoeld opgeslagen in een bemonsteringsstation.

FIGUUR 3.2 MEETOPSTELLING GEMAAL LANDGOEDERENBUURT, ALMERE

**VATHORST, AMERSFOORT**

De locatie en de meetopstelling zijn weergegeven in figuur 3.3. Het gemaal bevindt zich aan de Laakboulevard in Amersfoort Vathorst. Het betreft een gemaal met nat opgestelde pompen. Het afvalwater is vanuit de put die direct voor het gemaal ligt door een meetwagen geleid. De monsters zijn gekoeld opgeslagen in de meetwagen.

FIGUUR 3.3 MEETOPSTELLING GEMAAL VATHORST, AMERSFOORT

**GEIN, AMSTERDAM**

De locatie en de meetopstelling zijn weergegeven in figuur 3.4. Het gemaal bevindt zich aan het Wethouder Abrahamspad in Amsterdam. Het betreft een gemaal met droog opgestelde pompen. Met het oog op een representatieve monsternamen is een monsterhapper aangebracht op de persleiding. Daarnaast is een geijkte debietmeter aangebracht die ook in opstelling (ofwel inclusief de voor- en achterliggende leidingdelen) is getest/geijkt. Tijdens het meetonderzoek is de automatische wisseling van de twee pompen uitgeschakeld en is één pomp in werking geweest. Dit betreft de pomp waar op het leidingdeel de debietmeter en monsterhapper is geïnstalleerd. De andere pomp fungeerde als storingspomp. De monsters zijn gekoeld opgeslagen in een bemonsteringsstation

FIGUUR 3.4 MEETOPSTELLINGS WETHOUDER ABRAHAMSPAD, AMSTERDAM



EMMELHAGE, EMMELOORD

De locatie en de meetopstelling zijn weergegeven in figuur 3.5. Het gemaal met nat opgestelde pompen bevindt zich ter hoogte van het fietspad aan de Plesmanhage in Emmeloord. Het afvalwater is vanuit een put die vlak voor het gemaal ligt door een meetwagen geleid. De monsters zijn gekoeld opgeslagen in de meetwagen.

FIGUUR 3.5 MEETOPSTELLING GEMAAL EMMELHAGE, EMMELOORD



3.4 ERVARINGEN TIJDENS MEETONDERZOEK

Bij het meetonderzoek is op vijf locaties gedurende vier weken (28 dagen) dagelijks een volume proportioneel verzamelmonster genomen. Gedurende deze 28 dagen zijn op verschillende locaties in meer en mindere mate problemen ondervonden. Alle hinder werd veroorzaakt door doekjes (gele doekjes / vochtig toiletpapier). Deze doekjes mogen niet worden geloosd op de riolering, maar blijkt in de praktijk veelvuldig te gebeuren. Deze vezelige doekjes vormen een kluwen rond het pomphuis van de pomp waardoor de (versnijdende) pomp uiteindelijk thermisch uitsloeg. Afhankelijk van het moment op de dag dat dit gebeurde hoopt water zich op in de put met uiteindelijk een overstort naar de riolering tot gevolg. In geval van een overstort is de monsternamedag afgekeurd (zie ook volgende paragraaf). In figuur 3.6 zijn een aantal foto's van de geconstateerde verstoppingen weergegeven ter beeldvorming.

FIGUUR 3.6 VERSTOPPINGEN VAN POMPEN DOOR DOEKJES EN ANDER ONOPGELOST MATERIAAL



De foto's laten duidelijk zien welke problemen vezelige doekjes geven in gemalen. Dat deze doekjes en andere zaken niet alleen problemen opgeleverd hebben aan de pompen van de meetwagens blijkt uit het feit dat ook de eigen (grotere) pompen van gemaal Gein tijdens het meetonderzoek volledig verstopt zijn geweest als gevolg van dit oneigenlijk materiaal in het riool.

Per locatie is een logboek bijgehouden waarin elke dag de bijzonderheden zijn beschreven (indien die zich voordeden). Uit de logboeken komt naar voren dat alle locaties te maken hebben gehad met verstoppingen door vezelige doekjes en/of textiel. De wijken Vathorst (Amersfoort) en Landgoederenbuurt (Almere) springen er wat betreft aantal storingen uit. In sommige gevallen dienden de pompen van de meetopstellingen meerdere keren per dag schoongemaakt te worden

3.5 RESULTATEN METINGEN

Deze paragraaf bespreekt de resultaten van het meetonderzoek. Allereerst geeft paragraaf 3.5.1 een overzicht van de geschikte en afgekeurde meetdagen per locatie. In paragraaf 3.5.2 worden de concentraties, debieten en vrachten per locatie besproken.

3.5.1 MEETDAGEN PER MEETLOCATIE

Op alle locaties zijn in meer en mindere mate problemen ondervonden door de verstopping van pompen. Conform NEN mag er maximaal 7,5% afwijking zijn tussen de genomen hoeveel-

heid monstermateriaal en de theoretisch verwachte hoeveelheid. Groter dan 7,5% betekent volgens de NEN afkeur van het monster. Aangezien een deel van de monsters een beperkte overschrijding opleverde is er voor gekozen om de monsters waarbij de afwijking groter dan 7,5% was, maar minder dan 12,5% als 'twijfelachtig' te beoordelen. Bij een afwijking groter dan 12,5% zijn monsters afgekeurd. Ook wanneer de overstortteller gedraaid heeft of wanneer er sprake is geweest van een storing is een monsterdag afgekeurd. De gevolgde procedure is weergegeven in figuur 3.7.

FIGUUR 3.7

CRITERIA VOOR GOEDKEURING, TWIJFEL EN AFKEUR MEETDAG

	Criteria	Overstort	Afwijking TLM/PLM	Deelmonsters
	Afkeur	Ja	> 12,5%	< 50
	Twijfel	Nee	> 7,5% < 12,5%	> 50
	Goed	Nee	< 7,5%	> 50

TLM = theoretische hoeveelheid verzameld monster

PLM = praktische hoeveelheid verzameld monster

In tabel 3.3 is per locatie een overzicht opgenomen van de geschikte, twijfelachtige en afgekeurde meetdagen. In totaal hebben er voor de vijf meetlocaties 140 meetdagen plaatsgevonden (vijf locaties keer vier weken keer zeven dagen). Het complete overzicht van de meetgegevens is opgenomen in bijlage 1.

TABEL 3.3

GESCHIKTE, TWIJFELACHTIGE EN AFGEKEURDE MEETDAGEN PER LOCATIE

Locatie	Geschikte meetdagen	Twijfelachtige meetdagen	Afgekeurde meetdagen
Almere, Bloemenbuurt Zuid	21	3	4
Almere, Landgoederenbuurt	20	1	7
Amersfoort, Vathorst	11	2	15
Amsterdam, Gein	23	0	5
Emmeloord, Emmelhage	26	0	2
Totaal	101	6	33

In tabel 3.3 is te zien dat het aantal geschikte, twijfelachtige en afgekeurde meetdagen verschilt per locatie. Het uitvalpercentage van de steekproef bedraagt 27,9% (39 van de 140 metingen). Dit betreft de twijfelachtige dagen en afgekeurde meetdagen. De uitval is het hoogst bij Amersfoort-Vathorst (60,7%) en het laagst bij Emmeloord-Emmelhage (7,1%).

3.5.2 RESULTATEN

Deze paragraaf bespreekt per parameter en per meetlocatie de gemeten debieten en berekende vrachten. De meetgegevens zijn per parameter weergegeven in de vorm van boxplots. In de boxplots zijn alleen de meetgegevens van de geschikte dagen opgenomen. In figuur 3.8 is een toelichting op de boxplots opgenomen. Uitschieters zijn niet meegenomen in de boxplots.

Toelichting boxplot

Een boxplot is een handzame manier om de kenmerken van een onderzochte populatie zo compact mogelijk grafisch samen te vatten. Elk van navolgende boxplots toont de posities van de belangrijkste percentielen van de populatie (kansverdeling). In de hieronder opgenomen figuur is een toelichting gegeven van de opbouw van de boxplot. Waarden die boven/onder de 'whiskers' liggen, kunnen als uitschieter worden beschouwd en zijn in navolgende figuren niet opgenomen. De uitschieters zijn wel betrokken in de weergegeven waarden onder de navolgende boxplots.

FIGUUR 3.8

TOELICHTING BOXPLOTS



Het complete overzicht van de meetgegevens is opgenomen in bijlage 1. In bijlage 1 zijn per locatie de dagelijks geloosde debieten en concentraties CZV, N-Kjeldahl, TZV, TOC, zwevende stof, BZV, N-totaal en P-totaal opgenomen (inclusief de twijfelachtige dagen, afgekeurde dagen en dagen waarop geen monsternamen zijn geweest). In bijlage 2 zijn de gemeten debieten en concentraties per parameter in boxplots weergegeven.

Eventuele uitschieters in debieten of vrachten zijn toegelicht in tekstboxen. Deze tekstboxen bevatten een toelichting op uitschieters bij specifieke meetlocaties. De basis voor deze **hypotheses** betreffen de GBA gegevens in paragraaf 3.2 en telefonisch overleg met de betreffende gemeentes.

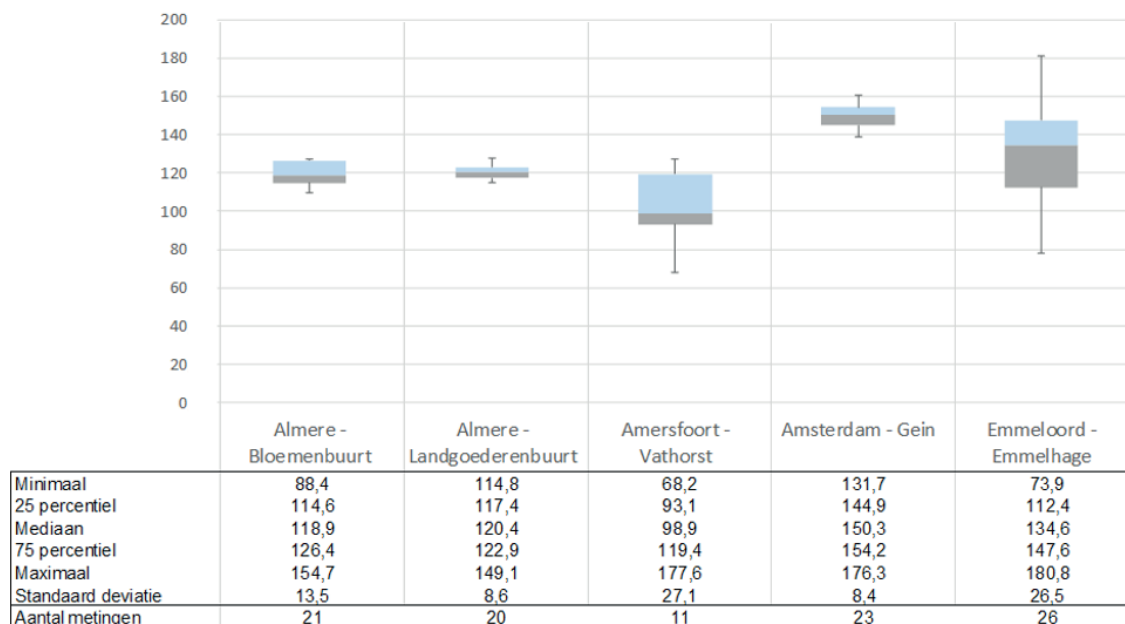
DEBIETEN

Voordat de debietgegevens zijn verwerkt is getoetst of daadwerkelijk is voldaan aan het criterium dat geen hemelwater is aangesloten op de rioolstelsels van de meetlocaties. Aan de hand van KNMI gegevens is per meetlocatie het effect van neerslag op de gemeten dagdebieten inzichtelijk gemaakt. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage 3. Gedurende het meetonderzoek is diverse malen sprake geweest van aanzienlijke neerslag ($> 5 \text{ mm/d}$). Op basis van bijlage 3 wordt geconcludeerd dat op geen van de meetlocaties een verband bestaat tussen de gemeten dagdebieten en de neerslag en dus mag worden geconcludeerd dat er ook daadwerkelijk geen hemelwater op de riolering van de meetlocaties is aangesloten.

Figuur 3.9 presenteert per meetlocatie de geloosde debieten in liters per persoon per dag. De grijze en blauwe boxen betreffen het gebied binnen de 25 en 75 percentiel. De mediaan per meetlocatie is onder de figuur weergegeven evenals het minimale en maximale debiet en de standaard afwijking.

FIGUUR 3.9

GELOOSDE DEBIETEN PER PERSOON PER MEETLOCATIE (L/PERS.D)



In figuur 3.9 is te zien dat de dagelijks vanuit huis geloosde debieten verschilt per meetlocatie. De mediaan loopt uiteen van 99 liter per persoon per dag (Amersfoort, Vathorst) tot 150 liter (Amsterdam, Gein). Vathorst en Emmelhage laten de grootste spreiding zien in debiet (standaarddeviatie > 26 liter per persoon per dag).

Hypothese: hoge debiet Gein en lage debiet Vathorst

Het debiet in **Gein** ligt met 150 liter per persoon per dag duidelijk hoger dan bij de overige meetlocaties. Een mogelijke verklaring voor het hoge debiet wat gemeten wordt in Gein is het hoge aandeel eenpersoonshuishoudens (39%) en het hoge aandeel bewoners met een migratie achtergrond (50%). Gein wijkt hiermee duidelijk af van de andere meetlocaties. Eenpersoonshuishoudens en mensen met een migratie achtergrond verbruiken relatief meer water (Bron: Vewin, Watergebruik Thuis 2016).

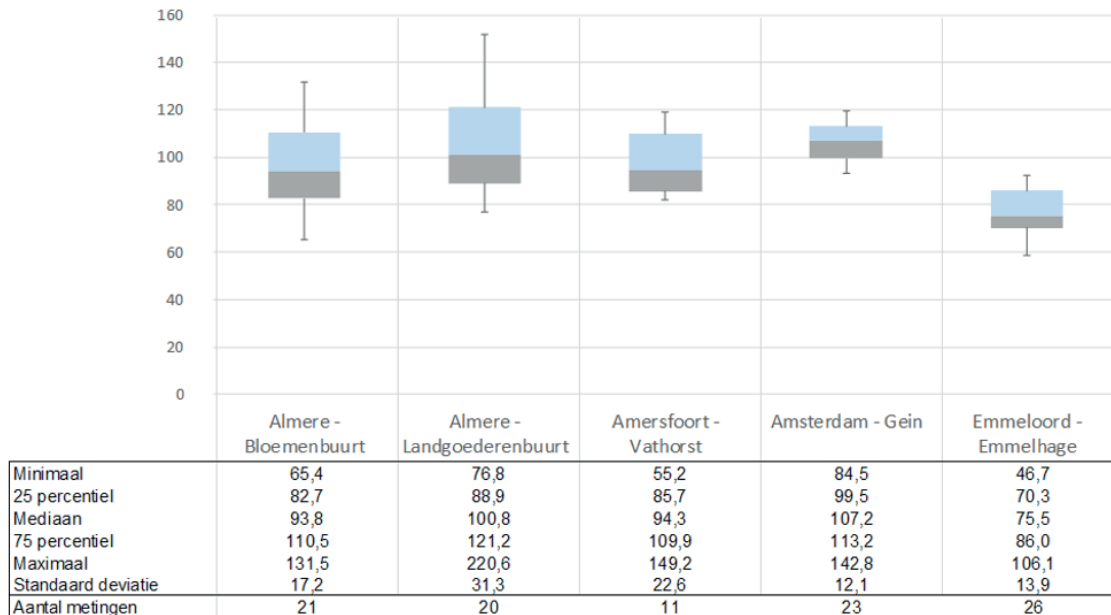
Een mogelijke verklaring voor het lage waterverbruik in Vathorst 99 liter per persoon per dag is het hoge aandeel jonge kinderen en het feit dat er in Vathorst veel tweeverdieners wonen (bron: telefonische communicatie met gemeente Amersfoort). De uithuizigheid in Vathorst is mogelijk relatief hoog waardoor minder water wordt verbruikt. Jonge kinderen verbruiken bovendien relatief weinig water. Opvallend is wel dat in Emmelhage circa 135 liter per persoon per dag wordt gebruikt terwijl deze wijk op basis van de GBA gegevens min of meer identiek is aan Vathorst. Een mogelijke verklaring is wellicht het verschil in type bebouwing. Waar in Vathorst bijna alle woningen geschakelde bouw betreft zijn de woningen in Emmelhage bijna allemaal vrijstaand of 2-onder-1 kap woningen. Wellicht dat bij Emmelhage meer luxueuzere badkamers met bad en stortdouches zijn toegepast, waardoor Emmelhage een hoger watergebruik heeft als Vathorst.

CZV

Figuur 3.10 presenteert per meetlocatie de geloosde CZV vrachten in grammen per persoon per dag.

FIGUUR 3.10

GELOOSDE CZV VRACHTEN PER PERSOON PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)



Uit figuur 3.10 volgt een mediaan die uiteenloopt van circa 76 gram per persoon per dag (Emmeloord) tot 107 gram per persoon per dag (Gein). De spreiding in de CZV vracht is relatief groot in de Landgoederenbuurt (standaarddeviatie > 30 gram per persoon per dag) en klein in Emmeloord en Gein (< 15 gram per persoon per dag).

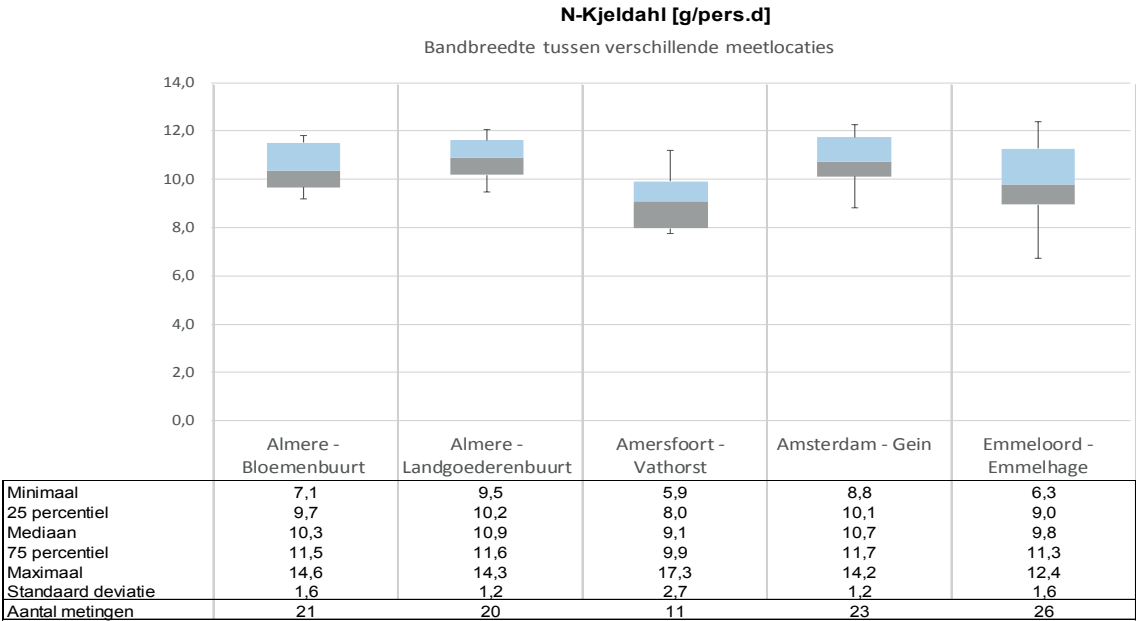
Hypothese: lage CZV vracht Emmelhage

De CZV vracht in **Emmelhage** is met 75,5 gram CZV per persoon per dag duidelijk lager dan die van de overige meetlocaties. Emmelhage is een nieuwe en welgestelde wijk met veel tweeverdieners en kinderen (telefonisch overleg met de gemeente Emmeloord) en lijkt daarmee op Vathorst waar 94,3 gram CZV per persoon per dag geloosd wordt. Mogelijk dat de bewoners van Emmelhage een hogere uithuizigheid hebben dan die van Vathorst.

N-KJELDAHL

Figuur 3.11 presenteert per meetlocatie de geloosde N-Kjeldahl vrachten in grammen per persoon per dag.

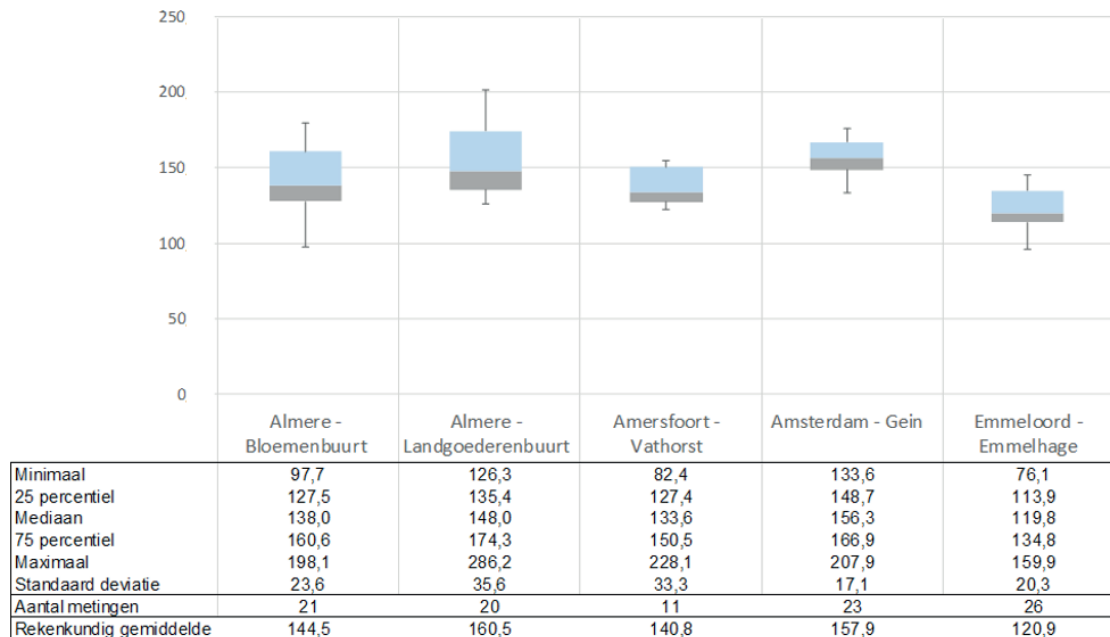
FIGUUR 3.11 GELOOSDE N-KJELDAHL VRACHTEN PER PERSOON PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)



In figuur 3.11 is te zien dat de geloosde N-Kjeldahl vracht per persoon per dag redelijk gelijk is voor de verschillende meetlocaties. De mediaan loopt uiteen van 9,1 gram per persoon per dag (Vathorst) tot 10,9 gram per persoon per dag (Landgoederenbuurt). Amersfoort Vathorst laat de grootste spreiding zien in de N-Kjeldahl vracht (standaarddeviatie > 2,5 gram per persoon per dag).

ZUURSTOFVRAAG (TZV)

Op basis van de CZV en N-Kjeldahl vrachten is per meetlocatie de zuurstofvraag berekend. Figuur 3.12 presenteert per meetlocatie de berekende zuurstofvraag in grammen per persoon per dag.

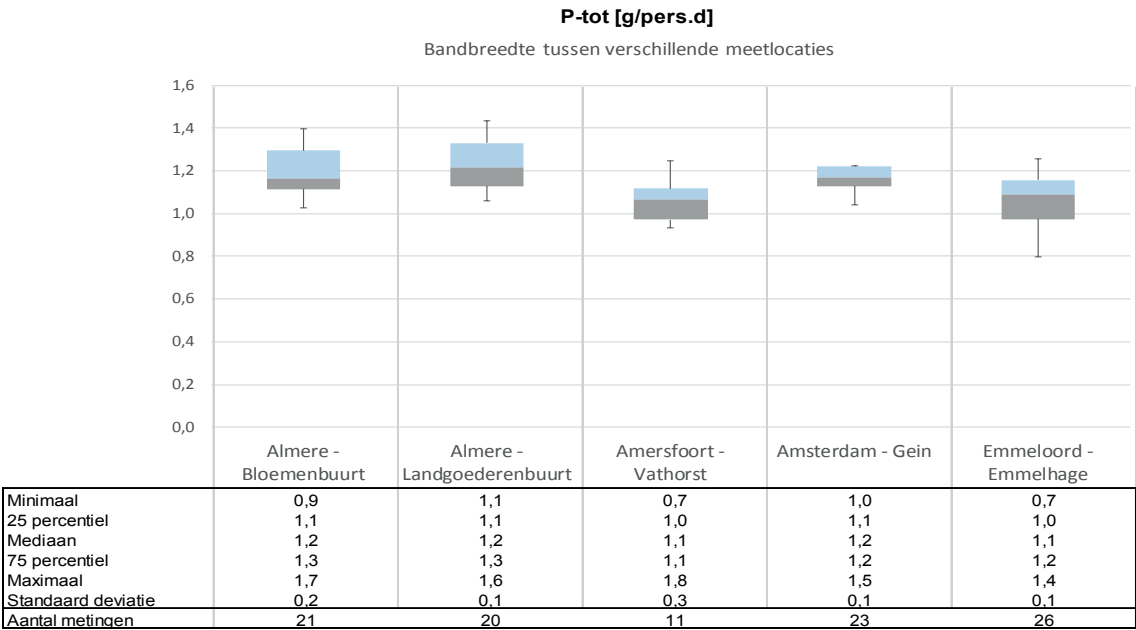
FIGUUR 3.12 TOTALE ZUURSTOFVRAAG PER PERSOON PER MEETLOCATIE (G TZV/PERS.D)

In figuur 3.12 is te zien dat de mediaan uiteenloopt van 120 gram (Emmeloord) tot 156 gram per persoon per dag (Gein).

P-TOTAAL

Figuur 3.13 presenteert per meetlocatie de berekende P-totaal vracht in grammen per persoon per dag.

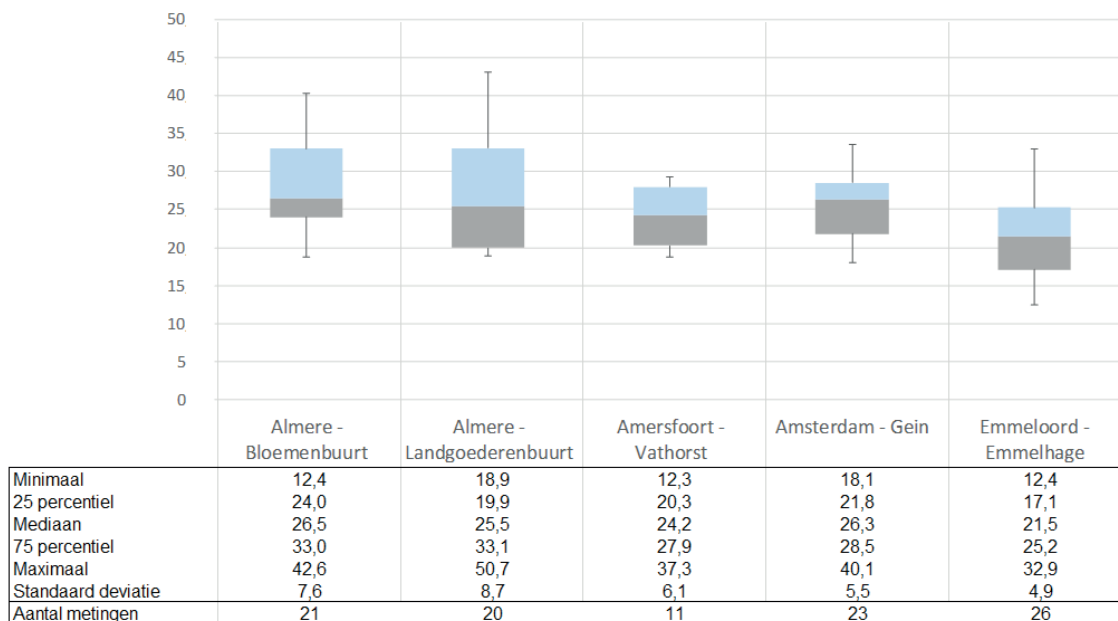
FIGUUR 3.13 GELOOSDE P-TOTAAL PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)



De P-totaal vrachten zijn met 1,1 tot 1,2 gram per persoon per dag nagenoeg gelijk voor de verschillende meetlocaties.

TOC

Figuur 3.14 presenteert per meetlocatie de totale TOC vracht in grammen per persoon per dag.

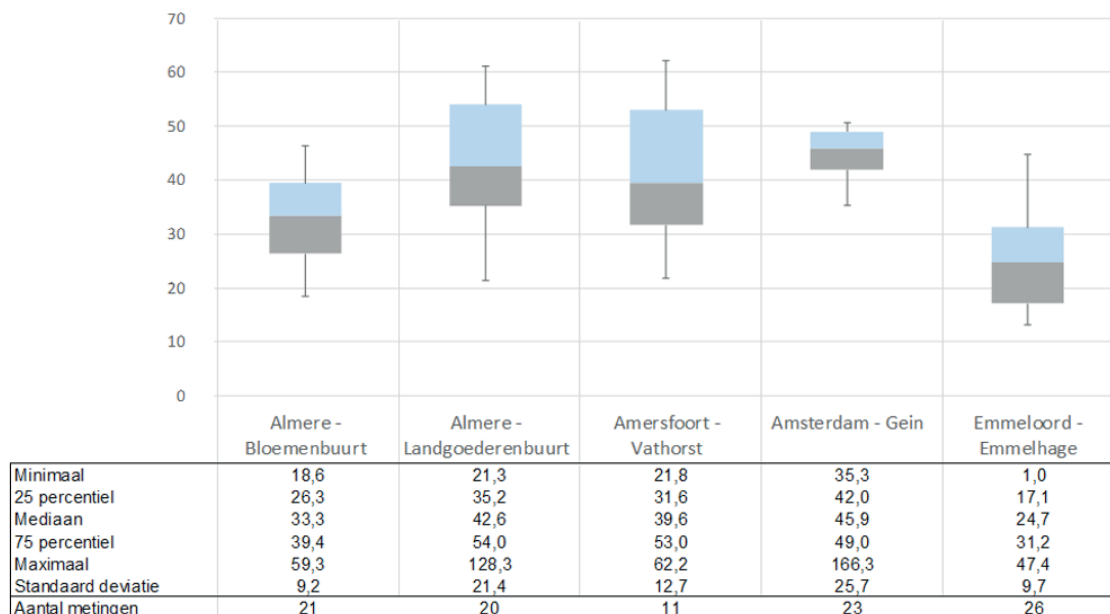
FIGUUR 3.14**GELOOSDE TOC VRACHT PER PERSOON PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)**

In figuur 3.14 is te zien dat de mediaan van de TOC vracht redelijk constant is voor de verschillende meetlocaties (met uitzondering van Emmelhage waar een relatief lage TOC vracht aanwezig is). Dit lijkt in lijn te liggen met de CZV-vracht. Ook voor CZV laat Emmelhage een relatief lage vracht zien ten opzichte van de overige locaties.

ZWEVENDE STOF

Figuur 3.15 presenteert per meetlocatie de totale zwevende stof vracht in grammen per persoon per dag.

FIGUUR 3.15

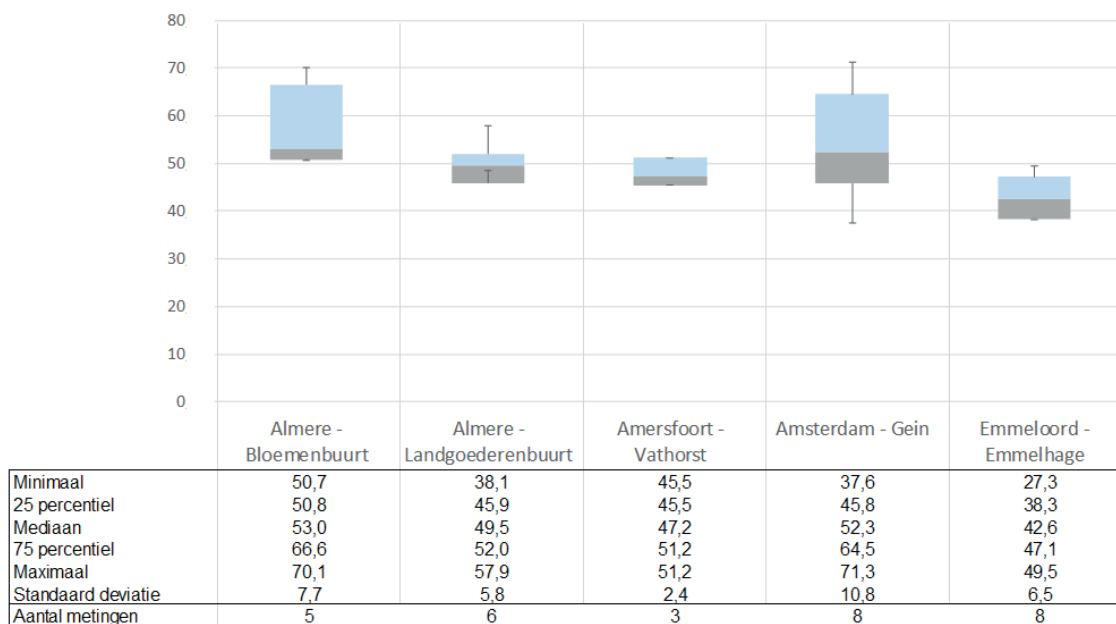
ZWEVENDE STOF VRACHT PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)

In figuur 3.15 is te zien dat de zwevende stof vracht een zeer grote variatie vertoont. De mediaan van Emmeloord bedraagt bijvoorbeeld 25 gram per persoon per dag, tegenover 46 gram per persoon per dag in Gein. Dat is bijna een factor twee. Wat opvalt is dat de standaarddeviatie in de zwevende stof vracht hoog is bij de Landgoederenbuurt en Gein.

Zwevende stof is in basis een goede indicatorparameter in relatie tot CZV. Bij een hoge zwevende stof waarde wordt doorgaans ook een hogere CZV waarde gemeten en vice versa. Deze relatie lijkt goed op te gaan op basis van de resultaten van het meetonderzoek. Kijkend naar de medianen voor CZV en voor zwevende stof is te zien dat deze min of meer eenzelfde patroon vertonen.

BZV

Figuur 3.16 presenteert per meetlocatie de BZV vracht in grammen per persoon per dag.

FIGUUR 3.16**GELOOSDE BZV PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)**

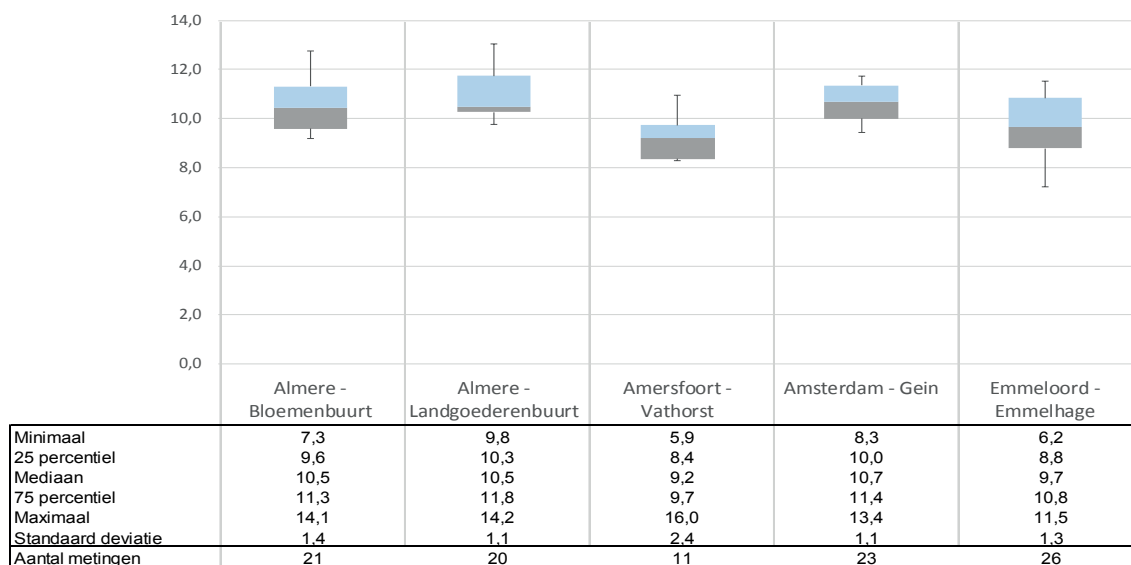
In figuur 3.16 is te zien dat de medianen van de verschillende meetlocaties voor BZV redelijk gelijk aan elkaar zijn. De mediaan loopt uiteen van 43 gram per persoon per dag (Emmeloord) tot 53 gram (Bloemenbuurt). De standaarddeviatie verschilt wel per locatie en is het hoogst bij Gein.

N-TOTAAL

Figuur 3.17 presenteert per meetlocatie de N-totaal vracht in grammen per persoon per dag.

FIGUUR 3.17

GELOOSDE N-TOTAAL PER MEETLOCATIE (G/PERS.D)



Op basis van Figuur 3.17 kan geconcludeerd worden dat de N-totaal vracht redelijk constant is voor de verschillende locaties. De mediaan loopt uiteen van 9,2 gram per persoon per dag (Vathorst) tot 10,7 gram (Gein). De medianen van de meetlocaties voor N-Totaal komen zeer goed overeen met de medianen van de meetlocaties voor N-Kjeldahl.

3.6 CORRECTIES EN STATISTISCHE BEWERKING RESULTATEN

Het doel van dit onderzoek is om antwoord te geven op de vraag welke vrachten CZV, N-Kjeldahl, P-totaal, TZV, TOC, BZV en N-totaal dagelijks door 1 persoon vanuit huis geloosd worden. Aangezien tijdens het meetonderzoek zwevende stof ook als indicatorparameter is meegenomen in de analyses is voor deze parameter ook de dagelijkse vracht vanuit huis per persoon bepaald.

De resultaten uit paragraaf 3.5 zijn per locatie verwerkt, gecorrigeerd voor uithuizigheid en ringonderzoeken en vervolgens statistisch bewerkt om tot zo betrouwbaar mogelijke gemiddeldes te komen.

In paragrafen 3.6.1 en 3.6.2 zijn de correctiefactoren voor ringonderzoeken en uithuizigheid in verband met vakanties beschreven waarna in paragraaf 3.6.3 de statistische analyse en de resulterende gemiddelde vrachten en onzekerheden per parameter zijn beschreven.

3.6.1 CORRECTIE VOOR UITHUIZIGHEID VAKANTIE

Het meetonderzoek is uitgevoerd tijdens een 'niet-vakantie' periode. Landelijk is op basis van STOWA 2018-41 is de gemiddelde uithuizigheid als gevolg van vakanties 5%. Hiervoor is gecorrigeerd om zodoende de jaarlijkse vanuit huis geloosde vracht te berekenen.

3.6.2 CORRECTIE VOOR RINGONDERZOEKEN

Periodiek worden bij laboratoria ringonderzoeken uitgevoerd. Deelnemende laboratoria krijgen dan een monster toegestuurd van een organisatie wat vervolgens geanalyseerd dient te worden op een bepaalde parameter. De resultaten van de deelnemende laboratoria worden

vervolgens vergeleken ten opzichte van de gemiddelde waarde van alle laboratoria tezamen. In basis is er alleen aanleiding om de analyseresultaten te corrigeren als het betreffende laboratorium duidelijk slecht heeft gepresteerd bij een aantal opvolgende ringonderzoeken, zonder interne corrigerende acties van de kwaliteitsfunctionaris van het laboratorium.

Doorgaans neemt een laboratorium zelf maatregelen als het aanhoudend slecht scoort omdat anders de Sterlab-accreditatie in het geding komt. Elk laboratorium zal vrijwel altijd afwijken van het groepsgemiddelde resultaat. Pas als een laboratorium steeds veel afwijkt (absolute waarde Z-score groter dan 2⁴) of steeds aan dezelfde kant van het groepsgemiddelde uitkomt, is een interne verbeteractie van het laboratorium te overwegen maar corrigeren van routinematig verkregen resultaten is zelden te rechtvaardigen. Alleen als uit een reeks ringonderzoeken blijkt dat het laboratorium meermalen systematisch dezelfde kant afwijkt van het groepsgemiddelde, kan een correctie te rechtvaardigen zijn. Anders zal de correctie vermoedelijk zelf een systematische fout gaan introduceren.

Om de representativiteit van de resultaten te beoordelen zijn de resultaten van het laboratorium in ter beschikking gestelde ringonderzoeken geanalyseerd.

Hiertoe zijn in basis de volgende randvoorwaarden gedefinieerd ten behoeve van de analyse:

- De ringonderzoeken dienen te zijn uitgevoerd op afvalwater
- Het aantal betrokken laboratoria binnen de ringonderzoeken dient minimaal 10 stuks te zijn
- Enkel betrekken van de ringonderzoeken waarvan de concentraties in de buurt liggen van het meetonderzoek met daarbij voorwaarde dat er minimaal vier ringonderzoekresultaten worden betrokken

Het hanteren van de hiervoor genoemde randvoorwaarden resulteert voor de meeste parameters in minder dan vier ringonderzoekresultaten. Om deze reden zijn voor een aantal parameters ook ringonderzoekresultaten betrokken waarbij er net iets minder dan 10 laboratoria betrokken zijn en/of de concentraties wat verder buiten de bandbreedtes liggen dan gemeten tijdens het meetonderzoek.

Op basis van de analyse blijkt dat de Z-score niet structureel boven de 2 ligt, maar de analyse-resultaten wel een structurele afwijking vertonen. Noot: De afwijking is voor een aantal parameters structureel hoger of lager dan het gemiddelde, maar kent onderling een behoorlijke spreiding. In afstemming met de begeleidingscommissie is besloten om wel een correctie uit te voeren op de analyseresultaten van het meetonderzoek op basis van de resultaten van de ringonderzoeken.

Tabel 3.4 presenteert de gehanteerde correctiefactoren. Voor bijvoorbeeld CZV is te zien dat het laboratorium op basis van vier ringonderzoekresultaten gemiddeld 89,4% van het gemiddelde scoort. Dit houdt in dat op basis van deze resultaten het laboratorium de CZV waarde 10,6% lager heeft bepaald ten opzichte van het gemiddelde van alle in het ringonderzoek betrokken laboratoria.

Voor N-totaal zijn geen ringonderzoeken beschikbaar omdat het een nieuwe analysemethode betreft. Zodoende kan de parameters N-totaal niet worden gecorrigeerd voor ringonderzoekresultaten.

4 Een absolute waarde Z-score groter dan 2 betekent een afwijking van meer dan 2 standaarddeviaties van het gemiddelde van alle andere laboratoria.

TABEL 3.4 CORRECTIEFACTOR PER PARAMETER OP BASIS VAN RINGONDERZOEKEN

Parameter	CZV	N-Kjeldahl	TOC	BZV	ZS	P-totaal
Aantal betrokken ringonderzoeken (n=)	4	4	4	2 ^{A)}	4	5
Gemiddelde correctiefactor	89,4%	112,2%	88,9%	88,8% *	106,4%	97,7%

A) Voor de parameter BZV zijn onvoldoende ringonderzoekresultaten beschikbaar om tot minimaal 4 stuks te kunnen komen. Het weergegeven gemiddelde is gebaseerd op 2 ringonderzoekresultaten.

3.6.3 STATISTISCHE ANALYSE

Aan de hand van een statistische analyse is per parameter het gemiddelde debiet en de gemiddelde vracht per persoon vanuit huis berekend voor alle meetlocaties gezamenlijk, inclusief de onzekerheid. De wijze waarop de totale gemiddelde vracht en debiet per persoon en de bijbehorende onzekerheid zijn berekend wordt toegelicht in bijlage 4. Noot: *In bijlage 4 wordt enkel ingegaan op TZV en is geen correctie opgenomen voor ringonderzoek en uithuizigheid.*

Voor het vaststellen van de totale gemiddelden en de bijbehorende onzekerheid zijn de twijfelachtige dagen meegenomen, aangezien de meetwaarden niet duidelijk afwijkend waren.

De navolgende debieten en vrachten zijn gecorrigeerd voor ringonderzoek en uithuizigheid aan de hand van de in paragraaf 3.6.1 en 3.6.2 vastgestelde percentages.

DEBIET

Het totale gemiddelde debiet is vastgesteld aan de hand van de in bijlage 4 beschreven methodiek en bedraagt 119,9 liter per persoon per dag met een onzekerheid van 18,2 liter per persoon per dag. Dit debiet komt goed overeen met het door Vewin in 2016 vastgestelde gemiddelde waterverbruik van 119 liter per persoon per dag.

VRACHTEN

De totale gemiddelde vrachten zijn vastgesteld aan de hand van de in bijlage 4 beschreven methodiek en zijn opgenomen in tabel 3.5.

TABEL 3.5 DE DAGELIJKS VANUIT HUIS GELOOSDE VRACHT PER PERSOON EN ONZEKERHEID PER PARAMETER

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot ^{A)}	P-tot	TOC	ZS	BZV ₅
Gemiddelde vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{B)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{C)}

A) Niet gecorrigeerd voor ringonderzoek, zie paragraaf 3.6.2

B) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

C) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.

In tabel 3.5 is te zien dat de gemiddelde vracht TZV vanuit huis 143,0 gram per persoon per dag is met daarbij een onzekerheid van 19,3 gram per persoon per dag. Dit is hoger dan de beoogde onzekerheid van +/- 10 gram TZV per persoon per dag. De onzekerheid wordt bepaald door verschillende factoren, namelijk:

- Spreiding per meetweek (temporele variantie)
- Spreiding tussen de locaties (ruimtelijke variantie)
- Duur van de meetperiode
- De hoeveelheid meetlocaties

Op basis van de dataset uit 1984 is de beoogde onzekerheid bepaald met daarbij het aantal meetlocaties en meetweken voor onderliggend onderzoek. Dat de onzekerheid nu hoger is

dan de beoogde onzekerheid komt deels door de relatief grote uitval van meetdagen als gevolg van storingen tijdens het meetonderzoek (zie paragraaf 3.5.1). Ofwel er is nu sprake van een kleinere dataset. Deels is de hogere onzekerheid naar verwachting ook veroorzaakt door een hogere spreiding per meetweek en/of tussen de locaties in het nu uitgevoerde meetonderzoek in relatie tot de dataset uit 1984.

Aan de hand van de resultaten in tabel 3.5 zijn in tabel 3.6 de verhoudingen tussen de verschillende parameters berekend.

TABEL 3.6 VERHOUDINGEN TUSSEN PARAMETERS

Parameter	CZV	N-Kjeldahl
CZV	-	0,08
BZV	1,9	0,18
TOC	3,8	0,32
ZS ^{A)}	3,0	0,25
P-totaal	93,7	7,9
N-Kjeldahl	11,8	-
N-totaal	10,5	0,89 ^{B)}

A) Een forse uitschieter met een buitensporig laag gehalte onopgeloste bestanddelen is buiten beschouwing gelaten

B) In huishoudelijk afvalwater mag worden verwacht dat de verhouding N-Kjeldahl/N-totaal 1 is (geen aanwezigheid van nitriet en nitraat).

De N-Kjeldahl waarden zijn gecorrigeerd voor ringonderzoekresultaten (+12,2 %) . Doordat voor N-totaal geen correctie voor ringonderzoeken mogelijk is (zie paragraaf 3.6.2) geeft de weergegeven verhouding in bovenstaande tabel een vertekend beeld. Op basis van de ongecorrigeerde meetgegevens van onderliggend onderzoek (ruwe data) is de verhouding N-Kjeldahl/N-totaal gemiddeld 1,0.

In tabel 3.6 is te zien dat de gemiddelde CZV/TOC verhouding 3,8 bedraagt. Deze verhouding van 3,8 ligt boven de CZV/TOC verhouding die aangehouden is in het onderzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de modernisering van de zuiveringsheffing. In dit kader zijn extra analyses op een aantal genomen monsters van het meetonderzoek uitgevoerd om vast te stellen of de hoge CZV/TOC verhouding veroorzaakt is door olie, vetten en/of hogere vetzuren. De analyseresultaten en interpretatie zijn verwerkt in een notitie welke opgenomen is in bijlage 6.

Op basis van de aanvullende analyses en de interpretatie wordt geconcludeerd dat de hoge CZV/TOC verhouding geen verband heeft met de parameters “olie en vetten” en “hogere vetzuren” en dat hiermee dus geen verklaring kan worden gegeven voor de geconstateerde hoge CZV/TOC verhouding bij het meetonderzoek.

Een andere oorzaak voor de hoge CZV/TOC verhouding kan te maken hebben met de TOC analyse zelf. Op basis van recente inzichten lijken er aanwijzingen te zijn dat de TOC analyse bij monsters met veel deeltjes (zoals huishoudelijk afvalwater) niet bij alle TOC-meetapparatuur even goed gaat. Bij sommige apparaten lijkt geen representatieve analyse plaats te vinden omdat een deel van de deeltjes bezinkt voorafgaand aan de analyse. ILOW (Integraal Laboratorium Overleg Waterkwaliteitsbeheerders) zal hier de komende periode (voorjaar/zomer 2018) nader onderzoek naar uitvoeren.

4

BESCHOUWING

4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn de in hoofdstuk 3 vastgestelde vrachten in een breder perspectief geplaatst. In paragraaf 4.2 is de zuurstofvraag uitgewerkt indien niet gecorrigeerd wordt voor de ringonderzoekresultaten. In paragraaf 4.3 is nader ingegaan op het aspect afbraak in het riool. In paragraaf 4.4 is de koppeling gemaakt met de theoretische zuurstofvraag en de zuurstofvraag zoals die vastgesteld is in eerdere STOWA onderzoeken.

4.2 GEEN CORRECTIE VOOR RINGONDERZOEK

De resultaten van het meetonderzoek zoals gepresenteerd in paragraaf 3.5.2 zijn gecorrigeerd voor ringonderzoeken. Aangezien het niet gebruikelijk is om analyseresultaten van een geaccrediteerd laboratorium te corrigeren voor ringonderzoeken zijn in deze beschouwing ook de niet voor ringonderzoek gecorrigeerde vrachten opgenomen inclusief de onzekerheden. In tabel 4.1 zijn zowel de gecorrigeerde als de niet gecorrigeerde vrachten opgenomen samen met de onzekerheden.

TABEL 4.1 DE DAGELIJKS VANUIT HUIS GELOOSDE VRACHT EN ONZEKERHEID PER PARAMETER (GECORRIGEERD EN NIET GECORRIGEERD VOOR RINGONDERZOEK)

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot	P-tot	TOC	ZS	BZV
Gecorrigeerd									
Gemiddelde vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{A)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{B)}
Niet gecorrigeerd									
Gemiddelde vracht	g/pers.d	137,0	92,1	9,8	9,8	1,1	24,4	36,8	48,5 ^{A)}
Onzekerheid	g/pers.d	18,0	14,6	0,9	0,9	0,1	3,4	10,7	^{B)}

A) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

B) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.

Uit tabel 4.1 volgt dat bij geen correctie de vracht TZV 137 gram per persoon per dag is. Dit is 6 gram lager dan de vracht van 143 gram die mét correctie is vastgesteld (paragraaf 3.6.3).

4.3 CORRECTIE AFBRAAK IN HET RIOOL

Bij het onderzoek naar de zuurstofvraag in 1985 is rekening gehouden met afbraak in het riool tussen de woning en het monsterpunt voor de beide parameters van het zuurstofverbruik, zijnde CZV en N-Kjeldahl. De afbraak van CZV en N-Kjeldahl is bepaald in een laboratoriumopstelling waarbij bij verschillende temperaturen voor zowel gefiltreerd als ruw afvalwater de afbraak is bepaald na drie uur. De drie uur is destijds gebaseerd op een berekende gemiddelde verblijftijd in het riool tussen de woning en monsterpunt.

Op basis van het resultaat van dit labonderzoek is geconcludeerd dat voor gefiltreerde monsters, bij het gemeten temperatuurregime tussen woningen en monsterpunt, ten hoogste 5% van het zuurstofverbruik na drie uur is afgebroken. Voor ruw afvalwater werd onder identieke omstandigheden geen afbraak waargenomen. Bij de bepaling van de zuurstofvraag in 1985 is vervolgens rekening gehouden met 5% correctie naar boven om te corrigeren voor afbraak in het riool. Deze keuze is opvallend, in het riool bevindt zich immers ruw afvalwater en geen gefiltreerd afvalwater.

In afstemming met de begeleidingscommissie is deze correctie als zeer discutabel en niet navolgbaar aangemerkt. Aangezien in onderliggend onderzoek de afbraak in het riool tussen woning en monsterpunt niet apart is bepaald en literatuur ook geen duidelijk beeld geeft over afbraak in het riool, is besloten om in onderliggend onderzoek niet voor afbraak in het riool tussen de woning en het monsterpunt te corrigeren.

4.4 THEORETISCHE ZUURSTOFVRAAG EN EERDER VASTGESTELDE ZUURSTOFVRAAG

In STOWA 2018-41 is op basis van beschikbare statistische informatie (CBS) en wetenschappelijke literatuur een theoretische onderbouwing gemaakt van de zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater. Op basis van de beschikbare gegevens is berekend dat de theoretische totale zuurstofvraag (TZV) uit huishoudens 163 gram per persoon per dag bedraagt (gecorrigeerd voor uithuizigheid). In tabel 4.2 zijn de theoretische vrachten voor CZV, N en P samengevat, inclusief een bandbreedte voor de minimale en maximale vrachten. De minimale en maximale zuurstofvraag zijn kwalitatief ingeschat en in STOWA 2018-41 nader beschreven.

TABEL 4.2

THEORETISCH VASTGESTELDE GELOOSDE VRACHTEN IN GRAM PER PERSOON PER DAG VANUIT HUIS (V.W. = VERWAARLOOSBAAR), STOWA 2018-41

	TZV (g/pers.d)	CZV (g/pers.d)	N (g/pers.d)	P (g/pers.d)
Urine	47	8,6	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	36	32	0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incont.mat. (correctie)	-1,5	-1,0	-0,1	0
Totaal toilet (theoretisch)	109	66	9,3	1,2
Persoonlijke verzorging	4,0	3,5	0,1	> 0
Textielreiniging	22	21	0,2	> 0
Woningverzorging	5,3	5,3	> 0	> 0
Voedselverzorging	23	23	0,1	> 0
Totaal grijs (theoretisch)	55	53	> 0,4	> 0
Totaal theoretisch	163	119	> 9,7	> 1,2
Minimaal	138	95	9,5	-
Maximaal	175	130	10,0	-

Tabel 4.3 geeft een vergelijking tussen de resultaten van het meetonderzoek, de theoretisch bepaalde vrachten en de vrachten zoals vastgesteld in STOWA onderzoeken uit 1985 en 1998. Door afronding kan het zijn dat de afzonderlijke getallen niet optellen tot het totaal.

TABEL 4.3 GELOOSDE VRACHTEN VANUIT HUIS. SAMENVATTING GEMETEN EN THEORETISCH BEPAALDE ZUURSTOFVRAAG 2018, 1998 EN 1985 (G/PERS.D)

	STOWA 2018-41 ^{B)}			STOWA 2018-41 ^{C)}			STOWA 1998-40 ^{D)}			STOWA 1985 ^{E)}			STOWA 1985 ^{F)}
	TZV	CZV	NKj-02 ^{A)}	TZV	CZV	NKj-02 ^{A)}	TZV	CZV	NKj-02 ^{A)}	TZV	CZV	NKj-02 ^{A)}	TZV
Urine				47	8,6	38,7	42	1,6	40				-
Ontlasting				36	32	4,1	43	37	6,2				-
Toiletpapier				27	27	0,0	11	11	0,0				-
Correctie luiers etc.				-1,5	-1,0	-0,5	-	-	-				-
Totaal toilet				109	66	42,4	96	50	47				76
Pers. verzorging				4,0	3,5	0,5	6	4,9	1,4				11
Textielreiniging				22	21	0,9	25	24	0,4				26
Woningverzorging				5,3	5,3	0,0	5	4,5	0,0				5,0
Voedselverzorging				23	23	0,5	17	17	0,2				19
Totaal grijs				55	53	1,8	53	51	2,0				61
Totaal	143	103	40	163	119	44	149	100	49	136	94	42	137
Onzekerheid	+/- 19						NB			+/- 7			
Min	124			138						129			
Max	162			175						142			

A) 4,57 x N-Kjeldahl

B) meetonderzoek 2018

C) theoretisch vanuit huis geloosde vrachten 2018 (5% correctie voor uithuizigheid in verband met vakanties)

D) theoretisch vanuit huis geloosde vrachten 1998, inclusief beknopt meetonderzoek grijswater (6% correctie voor uithuizigheid in verband met vakantie)

E) meetonderzoek 1985 (correctie voor uithuizigheid in verband met vakantie en 5% correctie voor TZV afbraak in riool tussen woning en monsterpunt)

F) theoretisch vanuit huis geloosde vrachten 1985

De 143 gram TZV per persoon per dag die in onderliggend meetonderzoek is vastgesteld ligt met 7 gram TZV hoger dan in 1985 is bepaald en is 6 gram TZV lager dan in de STOWA-studie 1998-40 is bepaald. Vanwege verschillen in aanpak kunnen de resultaten niet zondermeer 1-op-1 met elkaar worden vergeleken. Zo is de meetdata van onderliggend onderzoek gecorrigeerd voor ringonderzoekresultaten, is in 1998 vooral een theoretische benadering uitgevoerd met slechts beknopt metingen aan grijswater en is de meetdata in 1985 data gecorrigeerd voor afbraak in het riool tussen de woningen en het monsterpunt. Daarnaast is de onzekerheid voor TZV in onderliggend onderzoek hoger dan in 1985 (circa 19 gram in onderliggend onderzoek versus 7 gram in 1985). Het is dus discutabel of je de absolute grammen representatief kunt/durft te stellen voor geheel Nederland. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat in 1985 de onzekerheid niet is bepaald⁵ en de waarde van 136 gram wel is doorgevoerd in de heffing destijds.

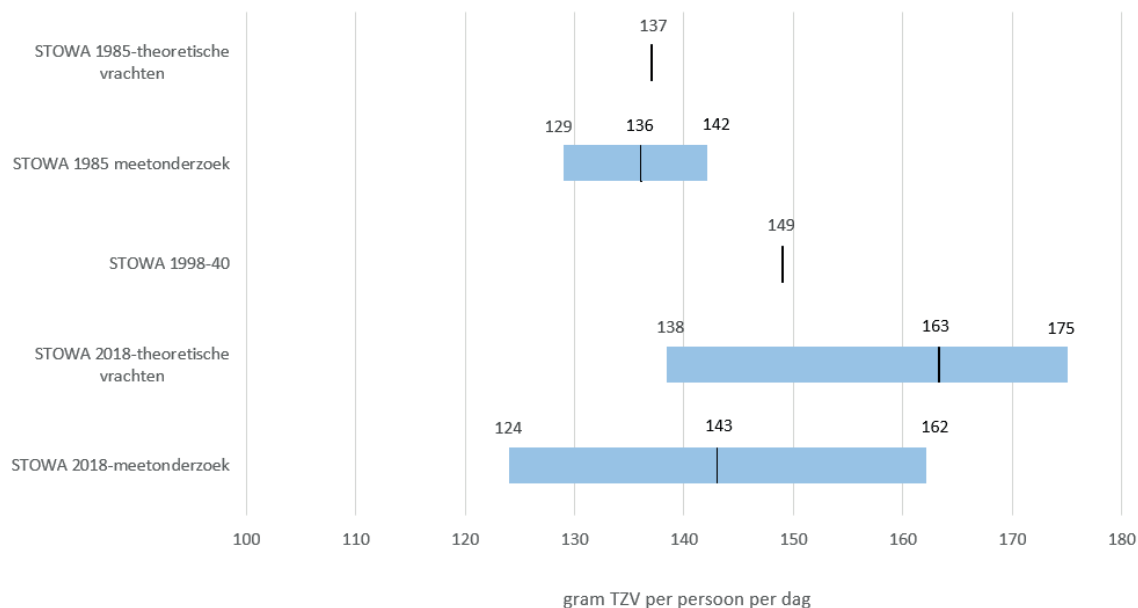
Opvallend is dat de theoretisch vastgestelde zuurstofvraag met 163 gram TZV per persoon per dag hoger uitvalt dan de vastgestelde 143 gram TZV per persoon per dag in het meetonderzoek. Het verschil zit in de CZV vracht. Theoretisch bedraagt deze 119 gram TZV per persoon per dag tegenover 103 gram TZV per persoon per dag in het meetonderzoek. Een verschil van 16 gram. De oorzaak voor dit verschil is niet bekend. Ook in vergelijking met 1998 en 1985 is het theoretische bepaalde zuurstofverbruik in 2018 hoog; 14 gram hoger dan in 1998 en 27 gram hoger dan in 1985. Niet alle in het theoretische onderzoek uitgewerkte categorieën zijn nu hoger. In de tabel is bijvoorbeeld te zien dat de bijdrage van ontlasting wat betreft CZV en N lager uitvalt, terwijl de uitkomst van de berekening van de CZV-vracht van toiletpapier en voedselverzorging hoger is.

5 De onzekerheid op de waarde uit 1985 is tijdens onderliggend onderzoek bepaald op basis van de achterliggende dataset uit 1984.

In figuur 4.1 zijn de resultaten uit tabel 4.3 grafisch weergegeven inclusief de bandbreedtes/onzekerheden. Te zien is dat de bandbreedtes van het in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoek grotendeels overlappen. De gemiddelde waarde bij het theoretisch onderzoek valt wel buiten de bandbreedte. De resultaten van 1998 en 1985 uitgevoerde studies vallen in de bandbreedte van dit meetonderzoek.

Noot: De weergegeven onzekerheid van het meetonderzoek in 1985 is statistisch bepaald in onderliggend onderzoek op basis van de dataset uit 1984. In het meetonderzoek van 1985 is destijds geen onzekerheid bepaald.

FIGUUR 4.1 GERAPPORTEERDE VANUIT HUIS GELOOSDE TZV VRACHT 2018, 1998 EN 1985 (GRAM TZV PER PERSOON PER DAG)



Samenvattend kunnen de volgende constatering worden gedaan:

- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde zuurstofvraag van 143 gram TZV per persoon per dag ligt goed in lijn met de zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis die momenteel het uitgangspunt vormt voor de zuiveringsheffing. Op basis van dit meetonderzoek met bijbehorende onzekerheid is het onvoldoende aannemelijk om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis
- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde TZV vracht van 143 gram TZV per persoon per dag valt lager uit dan de theoretisch bepaalde TZV van 163 gram TZV per persoon per dag. De bandbreedtes van de in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoeken overlappen elkaar wel grotendeels
- De theoretisch bepaalde zuurstofvraag is ten opzichte van 1998 toegenomen van 149 naar 163 gram TZV per persoon per dag

5

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIES

Het doel van het onderzoek is vast te stellen wat de dagelijks vanuit huis geloosde vracht per persoon is voor de componenten CZV, N-Kjeldahl, P-totaal, TZV, TOC, BZV en N-totaal. Aanvullend is tijdens het meetonderzoek zwevende stof ook als indicatorparameter is meegenomen. Op basis van het meetonderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Het gemeten debiet is 119,9 liter per persoon per dag vanuit huis met een onzekerheid van 18,2 liter per persoon per dag

De bepaalde vrachten, inclusief de correctie voor langdurige uithuizigheid (vakanties) en ringonderzoekresultaten zijn opgenomen in tabel 5.1 samen met de bijbehorende onzekerheid.

TABEL 5.1 DE DAGELIJKS VANUIT HUIS GELOOSDE VRACHT EN ONZEKERHEID PER PARAMETER

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot ^{A)}	P-tot	TOC	ZS	BZV ₅
Gemiddelde vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,5 ^{B)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	C)

A) Niet gecorrigeerd voor ringonderzoek, zie paragraaf 3.6.2

B) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters (2x per meetweek) bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

C) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.

- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde zuurstofvraag van 143 gram TZV per persoon per dag ligt goed in lijn met de zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis die momenteel het uitgangspunt vormt voor de zuiveringsheffing. Op basis van dit meetonderzoek met bijbehorende onzekerheid is het onvoldoende aannemelijk om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis
- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde TZV vracht van 143 gram TZV per persoon per dag valt lager uit dan de theoretisch bepaalde TZV van 163 gram TZV per persoon per dag. De bandbreedtes van de in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoeken overlappen elkaar wel grotendeels
- De theoretisch bepaalde zuurstofvraag is ten opzichte van 1998 toegenomen van 149 naar 163 gram TZV per persoon per dag

In relatie tot het onderzoek naar de aanpassing van het belastingstelsel is tijdens het onderzoek ook de verhouding CZV/TOC bepaald.

- Bij het meetonderzoek is een gemiddelde CZV/TOC verhouding van 3,8 bepaald. Deze verhouding van 3,8 ligt boven de CZV/TOC verhouding die aangehouden is in het onderzoek naar de aanpassing van de zuiveringsheffing

- Op basis van nader onderzoek op de uitgevoerde analyses en de interpretatie is geconcludeerd dat de hoge CZV/TOC verhouding geen verband heeft met de parameters “olie en vetten” en “hogere vetzuren” en dat deze dus geen verklaring kunnen zijn voor de geconstateerde hoge CZV/TOC verhouding
- Op basis van recente inzichten lijken er aanwijzingen te zijn dat de TOC analyse bij monsters met veel deeltjes (zoals huishoudelijk afvalwater) niet bij alle TOC-meetapparatuur even goed gaat. Bij sommige apparaten lijkt geen representatieve analyse plaats te vinden omdat een deel van de deeltjes bezinkt voorafgaand aan de analyse. ILOW (Integraal Laboratorium Overleg Waterkwaliteitsbeheerders) zal hier de komende periode (voorjaar/zomer 2018) nader onderzoek naar uitvoeren
- Met hetzelfde apparaat dat de TOC bepaalt wordt ook N-totaal bepaald, zoals gewenst vanuit de aanpassing van het belastingstelsel. Het is daarom ook belangrijk om een gedegen check uit te voeren op deze meetapparatuur

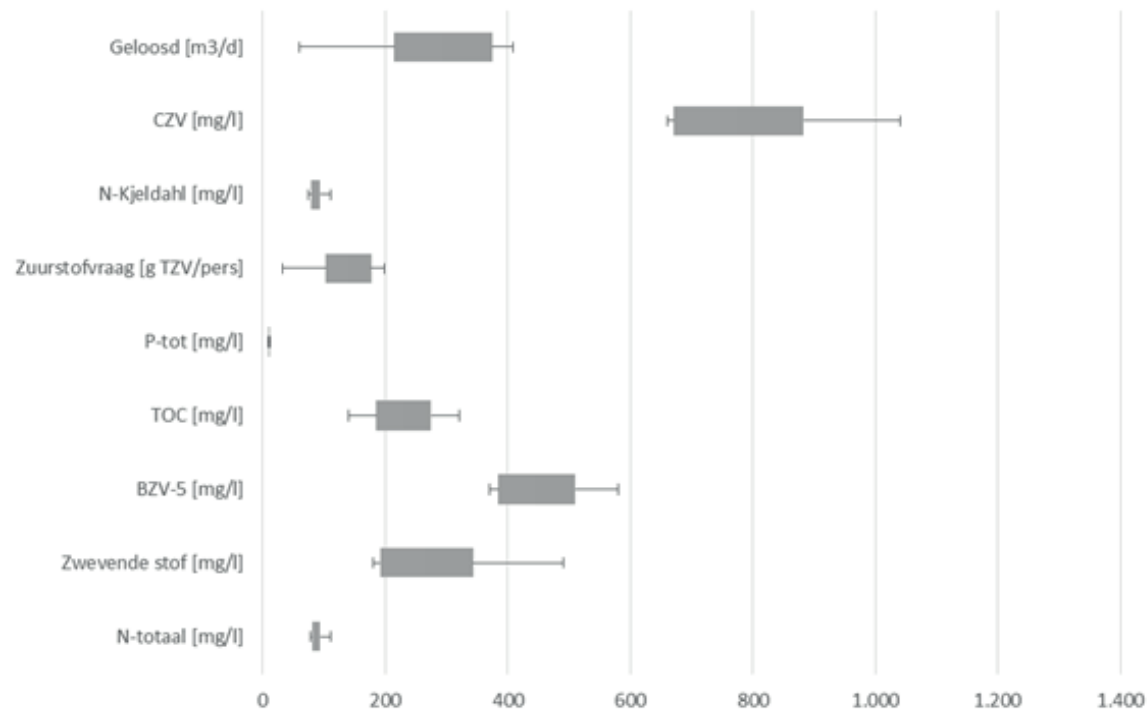
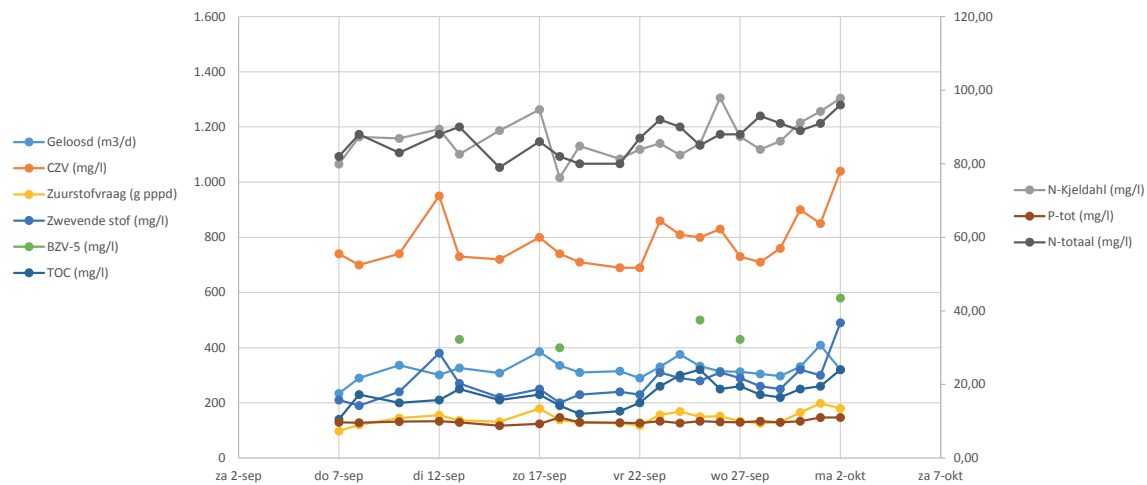
5.2 AANBEVELINGEN

- Om de grammen per persoon per dag nauwkeuriger vast te stellen en de onzekerheid te verkleinen, is aanvullend meetonderzoek nodig om zodoende een grotere dataset te verkrijgen. Afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid dient langer op de in dit onderzoek betrokken locaties te worden gemeten en/of aanvullend andere locaties te worden betrokken
- In onderliggend onderzoek is op iedere dag voor iedere meetlocatie een volumeproportioneel monster genomen die voor de betrokken parameters bij één geaccrediteerd laboratorium in enkelvoud is geanalyseerd. Om eventuele discussie over de representativiteit van laboratoriumresultaten in toekomstig onderzoek te minimaliseren kunnen de afvalwateranalyses in triplo en/of bij verschillende laboratoria tegelijk uitgevoerd worden. De kosten van het meetonderzoek zullen hierdoor wel toenemen
- Een belangrijk discussiepunt in dit onderzoek betreft het ringonderzoek. Het is verstandig om hierover binnen Nederland duidelijk af te spreken op welke wijze ringonderzoeken worden uitgevoerd en hoe je deze vervolgens moet gebruiken bij uitgevoerde meetonderzoeken zoals deze
- Aanbevolen wordt om op zeer korte termijn te onderzoeken of werkelijk sprake is van afwijkende TOC resultaten bij verschillende type TOC-meetapparatuur en dit ook landelijk aan te kaarten bij zowel de waterschapslaboratoria alsmede commerciële laboratoria

BIJLAGE 1

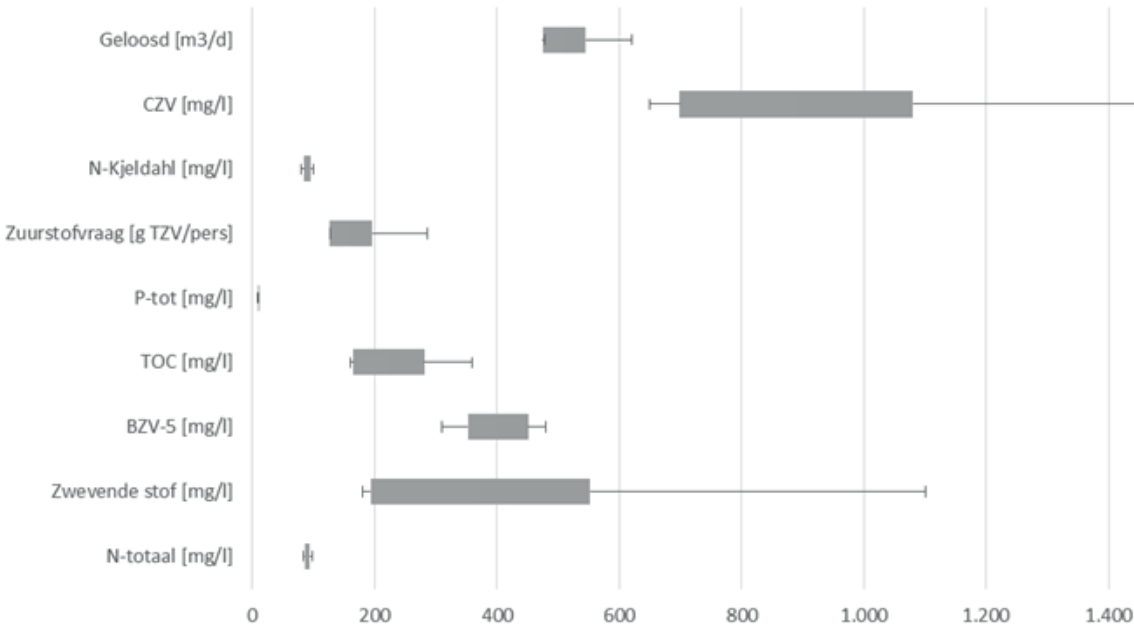
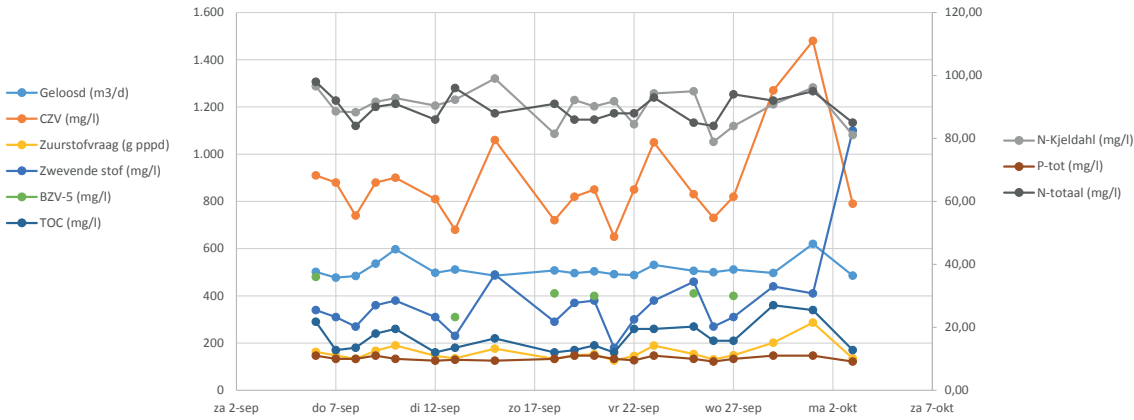
MEETRESULTATEN PER MEETLOCATIE

ALMERE, BLOEMENBUURT



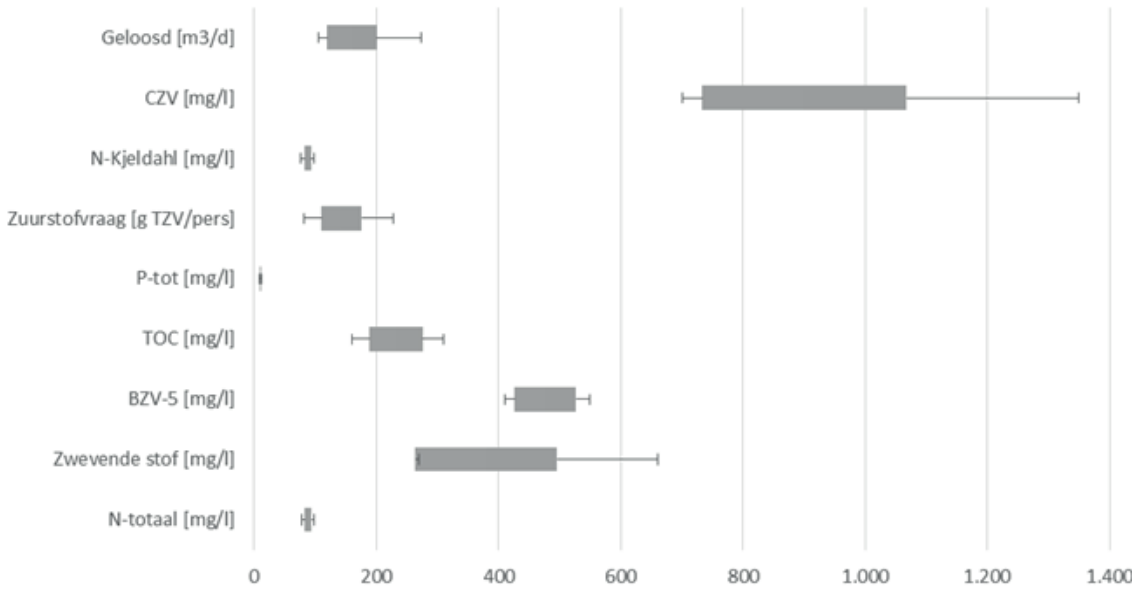
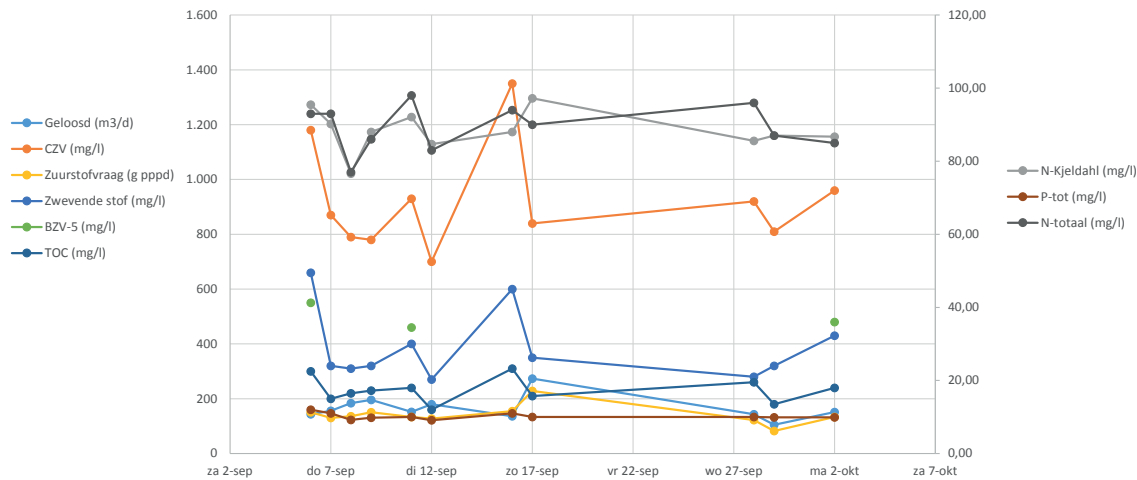
Periode	Datum monstername	Opdrachtnummer	Monsternummer	Parameter Eenheid Lozingseis	Geloosd m ³ /per.	CZV mg/l	N-Kjeldahl mg/l	Vervuilingswaarde v.e.	Zwevende stof mg/l	BZV-5 mg/l	TOC mg/l	Fosfaat mg/l	N-totaal mg/l
06/09 - 07/09		683447	229382		224,0	730	90,5	1.708	200	430	210	9,7	86
07/09 - 08/09		684361	231241		233,9	740	79,9	1.723	210		140	9,7	82
08/09 - 09/09		684912	231616		289,9	700	87,3	2.124	190		230	9,6	88
09/09 - 10/09		685533	231747		58,8	970	110,0	577	380		260	12,0	110
10/09 - 11/09		686240	232575		336,6	740	86,9	2.552	240		200	9,9	83
11/09 - 12/09		687159	234232		108,3	1.020	94,6	1.049	250	400	280	9,3	99
12/09 - 13/09		688130	236363		301,6	950	89,4	2.732	380		210	10,0	88
13/09 - 14/09		689055	238330		326,1	730	82,6	2.408	270	430	250	9,7	90
14/09 - 15/09		689933	240825		327,7	660	79,0	2.231	180		220	9,3	90
15/09 - 16/09		691895	242482		308,0	720	89,0	2.314	220		210	8,8	79
16/09 - 17/09		691896	242484		348,4	660	81,5	2.398	190		190	9,5	83
17/09 - 18/09		691874	242454		385,1	800	94,7	3.165	250		230	9,3	86
18/09 - 19/09		692732	243756		335,4	740	76,2	2.433	200	400	190	11,0	82
19/09 - 20/09		693628	245730		310,4	710	84,8	2.271	230		160	9,7	80
20/09 - 21/09		694550	247714		312,0	670	83,1	2.184	230	370	210	10,0	80
21/09 - 22/09		695559	250243		314,6	690	81,3	2.226	240		170	9,6	80
22/09 - 23/09		697342	251074		289,9	690	83,9	2.075	230		200	9,5	87
23/09 - 24/09		697345	251083		330,3	860	85,5	2.754	310		260	10,0	92
24/09 - 25/09		697349	251094		375,5	810	82,4	2.970	290		300	9,5	90
25/09 - 26/09		698288	252810		333,1	800	85,4	2.643	280	500	320	10,0	85
26/09 - 27/09		699320	255697		314,2	830	97,9	2.676	310		250	9,8	88
27/09 - 28/09		699968	256929		313,1	730	87,4	2.357	290	430	260	9,7	88
28/09 - 29/09		700912	259161		304,8	710	83,9	2.222	260		230	10,0	93
29/09 - 30/09		703011	261571		297,4	760	86,1	2.287	250		220	9,7	91
30/09 - 01/10		703012	261574		331,3	900	91,2	2.908	320		250	10,0	89
01/10 - 02/10		703000	261536		409,3	850	94,2	3.494	300		260	11,0	91
02/10 - 03/10		703876	263349		319,9	1.040	97,8	3.171	490	580	320	11,0	96
03/10 - 04/10		704765	265330		103,6	860	74,1	828	460		170	8,8	77

ALMERE, LANDGOEDERENBUURT



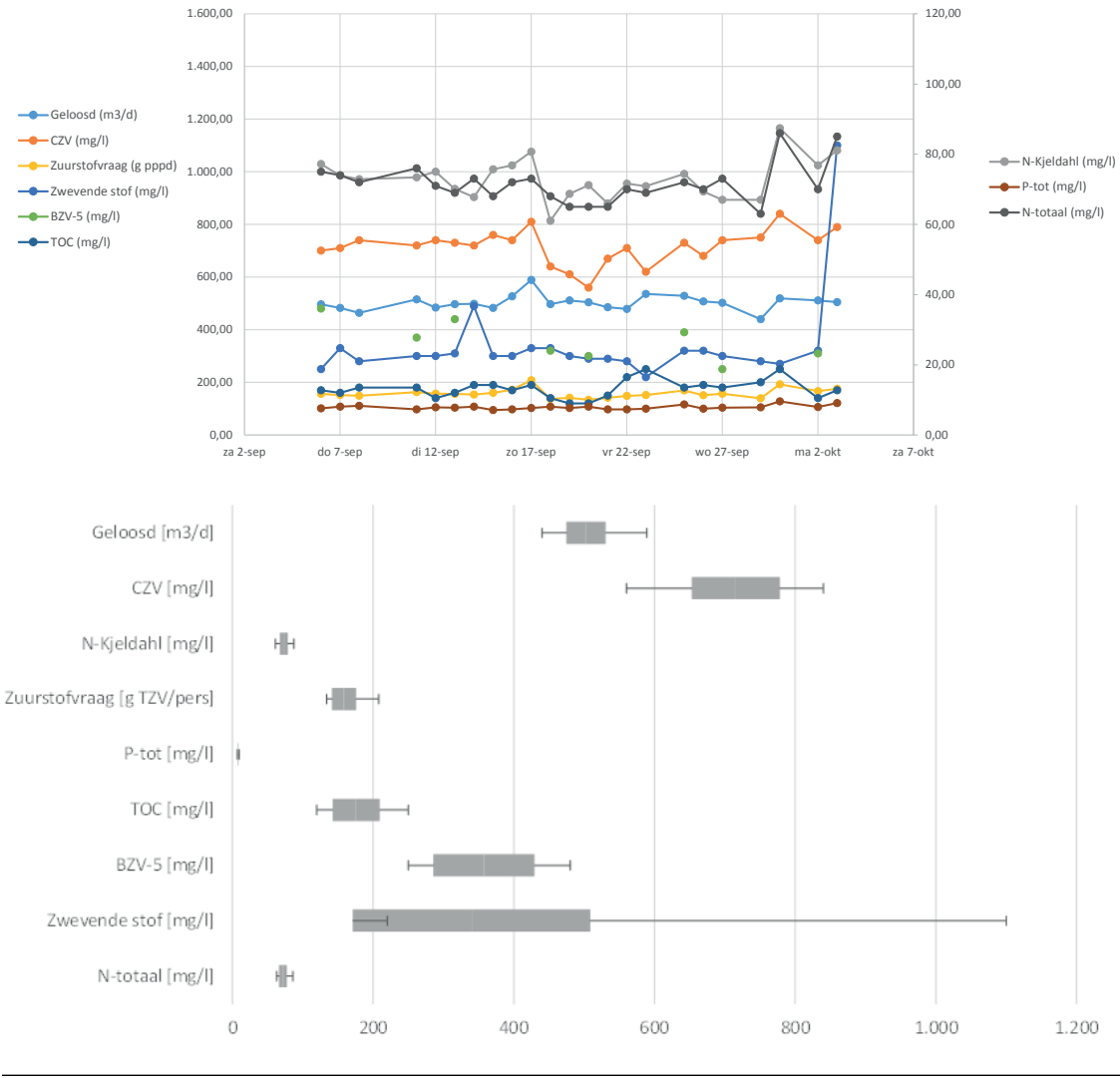
Periode	Datum monstername	Opdrachtnummer	Monsternummer	Parameter Labcode Eenheid factor	Geloosd 18476 m³/per.	CZV 1416 mg/l	N-Kjeldahl 1710 mg/l	Vervuilingswaarde 18475 v.e.	Zwevende stof 1685 mg/l	BZV-5 1340 mg/l	TOC 1408 mg/l	Fosfaat 5179 mg/l	N-totaal 46389 mg/l
06/09 - 07/09	07-09-2017	683441	229374	Lozingseis	501,7	910	96,6	4.520	340	480	290	11,0	98
07-09 - 08/09	08-09-2017	684362	231244		477,5	880	88,6	4.090	310		170	10,0	92
08-09 - 09/09	11-09-2017	686247	232580		484,0	740	88,3	3.690	270		180	10,0	84
09-09 - 10/09	11-09-2017	686250	232582		536,7	880	91,6	4.646	360		240	11,0	90
10-09 - 11/09	11-09-2017	686251	232584		596,9	900	92,8	5.269	380		260	10,0	91
11-09 - 12/09	12-09-2017	687165	234236		509,6	630	85,1	3.462	190	300	180	8,8	89
12-09 - 13/09	13-09-2017	688135	236389		497,4	810	90,4	4.056	310	310	160	9,4	86
13-09 - 14/09	14-09-2017	689058	238339		511,4	680	92,3	3.756	230		180	9,7	96
15-09 - 16/09	18-09-2017	691887	242467		485,8	1.060	99,0	4.898	490		220	9,4	88
16-09 - 17/09	18-09-2017	691883	242464		454,4	770	86,9	3.536	320		190	8,6	81
17-09 - 18/09	18-09-2017	691864	242441		618,0	640	87,6	4.286	180		180	8,2	81
18-09 - 19/09	19-09-2017	692731	243754		507,8	720	81,5	3.698	290	410	160	10,0	91
19-09 - 20/09	20-09-2017	693647	245765		496,4	820	92,2	4.108	370		170	11,0	86
20-09 - 21/09	21-09-2017	694549	247712		503,9	850	90,2	4.240	380	400	190	11,0	86
21-09 - 22/09	22-09-2017	695560	250245		491,5	650	91,8	3.504	180		160	10,0	88
22-09 - 23/09	25-09-2017	697335	251056		487,6	850	84,5	4.018	300		260	9,5	88
23-09 - 24/09	26-09-2017	698276	252772		531,3	1.050	94,3	5.246	380		260	11,0	93
24-09 - 25/09	25-09-2017	697339	251066		587,4	900	91,0	5.153	390		230	10,0	93
25-09 - 26/09	26-09-2017	698287	252808		506,0	830	95,0	4.264	460	410	270	10,0	85
26-09 - 27/09	28-09-2017	699967	256927		500,0	730	78,9	3.635	270		210	9,1	84
27-09 - 28/09	28-09-2017	699973	256940		511,2	820	83,9	4.101	310	400	210	10,0	94
28-09 - 29/09	29-09-2017	700917	259169		485,2	810	84,3	3.866	250		180	10,0	92
29-09 - 30/09	02-10-2017	702993	261530		497,2	1.270	90,8	5.585	440		360	11,0	92
30-09 - 01/10	02-10-2017	702998	261532		551,7	840	87,4	4.558	270		250	9,6	86
01/10 - 02/10	02-10-2017	702999	261534		620,3	1.480	96,2	7.938	410		340	11,0	95
02/10 - 03/10	03-10-2017	703881	263380		525,0	770	89,3	4.123	270	360	190	10,0	87
03/10 - 04/10	04-10-2017	704767	265335		485,5	790	81,1	3.757	1.100		170	9,1	85

AMERSFOORT, VATHORST



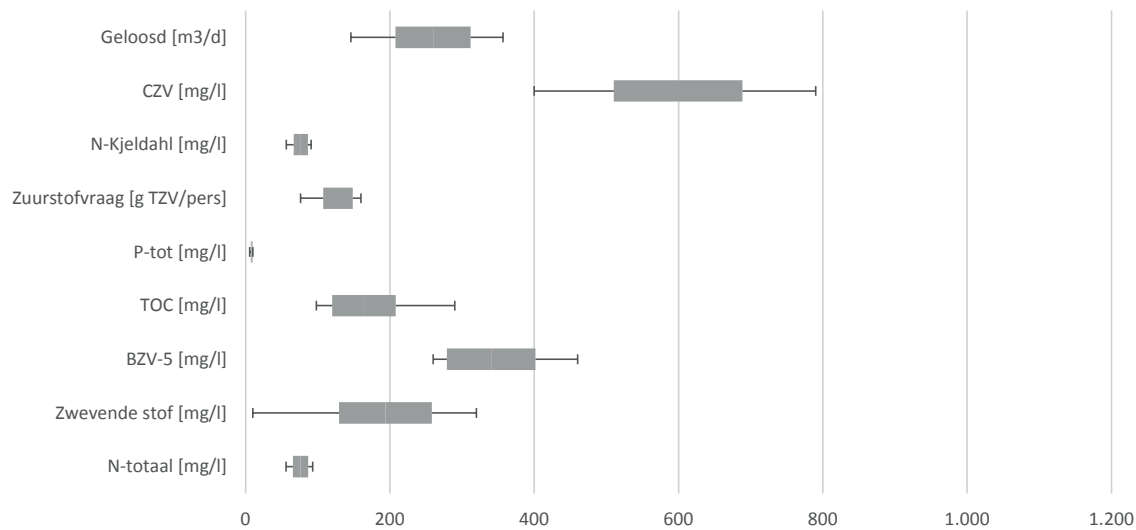
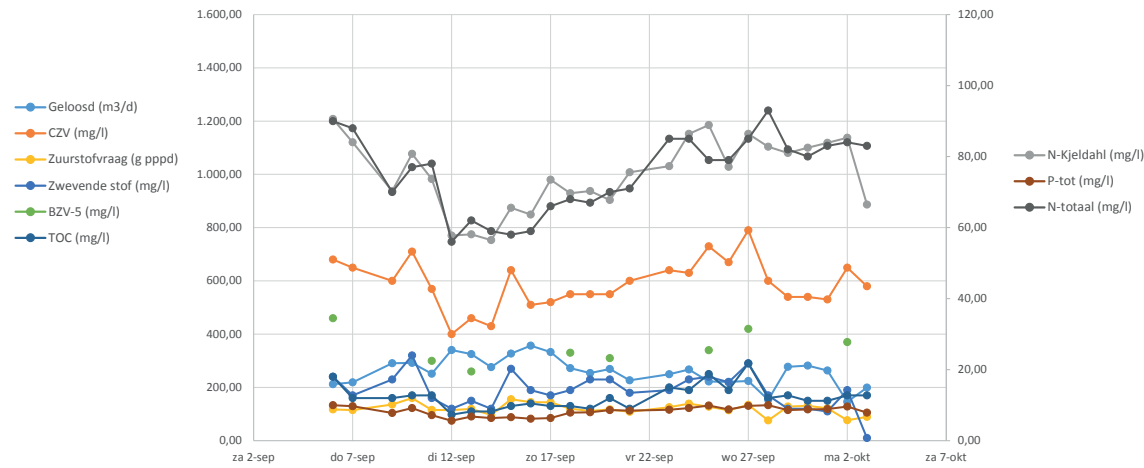
Periode	Datum monstername	Opdrachtnummer	Monsternummer	Parameter Labcode Eenheid factor	Geloosd m³/per. factor	CZV mg/l	N-Kjeldahl mg/l	Vervuilingswaarde 1847/5 v.e.	Zwevende stof mg/l	BZV-5 mg/l	TOC mg/l	Fosfaat mg/l	N-totaal mg/l
06/09 - 20/09	07-09-2017	683447	229383	Lozingseis	143,2	1.180	95,5	1.543	660	550	300	12,0	93
07/09 - 08/09	08-09-2017	684361	231242		155,9	870	90,2	1.333	320		200	11,0	93
08/09 - 09/09	09-09-2017	684912	231617		183,6	790	76,6	1.395	310		220	9,2	77
09/09 - 10/09	10-09-2017	685533	231748		195,7	780	88,0	1.542	320		230	9,8	86
10/09 - 11/09	11-09-2017	686240	232576		136,7	860	85,6	1.140	330		220	10,0	86
11/09 - 12/09	12-09-2017	687159	234233		152,1	930	92,1	1.370	400	460	240	10,0	98
12/09 - 13/09	13-09-2017	688130	236364		180,2	700	84,7	1.306	270		160	9,1	83
13/09 - 14/09	14-09-2017	689055	238331		34,8	870	108,0	316	440	480	190	14,0	120
14/09 - 15/09	15-09-2017	689933	240826		116,1	1.050	68,2	1.054	490		310	9,8	75
storing	18-09-2017				62,7							11,0	94
16/09 - 17/09	18-09-2017	691896	242485		135,9	1.350	88,0	1.587	600		310	11,0	94
17/09 - 18/09	18-09-2017	691874	242455		273,2	840	97,2	2.339	350		210	10,0	90
18/09 - 19/09	19-09-2017	692732	243757		226,9	860	88,1	1.910	350	420	170	11,0	85
19/09 - 20/09	20-09-2017	693628	245731		90,9	970	92,3	843	630		210	11,0	87
storing	21-09-2017				58,6							10,0	80
storing	22-09-2017				67,8							9,6	80
storing	24-09-2017				63,4							10,0	92
storing	24-09-2017				10,2							10,0	92
storing	25-09-2017				11,2							9,5	90
storing	26-09-2017				0,0							10,0	85
storing	27-09-2017				31,1							9,8	88
27/09 - 28/09	28-09-2017	699968	256930		125,1	890	84,8	1.065	450	410	290	10,0	85
28/09 - 29/09	29-09-2017	700912	259162		143,2	920	85,6	1.252	280		260	10,0	96
29/09 - 30/09	30-09-2017	703011	261572		104,9	810	87,0	845	320		180	9,9	87
storing	01-10-2017				16,0							10,0	89
storing	02-10-2017				22,8							8,9	83
02/10 - 03/10	03-10-2017	703876	263350		151,1	960	86,7	1.366	430	480	240	9,9	85
03/10 - 04/10	04-10-2017	704765	265330		85,1	860	74,1	680	460		170	8,8	77

AMSTERDAM, GEIN



Periode	Datum monstername	Opdrachtnummer	Monsternummer	Parameter Labcode Eenheid factor	Geloosd 18476 m³/per.	CZV 1416 mg/l	N-Kieldahl 1710 mg/l	Vervuilingswaarde 18475 v.e.	Zwevende stof 1685 mg/l	BZV-5 1360 mg/l	TOC 1408 mg/l	Fosfaat 5179 mg/l	N-totaal 46389 mg/l
				Lozingseis									
06/09 - 07/09	07-09-2017	683441	229373		496	700	77,2	3.481	250	480	170	7,6	75
07-09 - 08/09	08-09-2017	684362	231245		483	710	73,9	3.374	330		160	8,1	74
08-09 - 09/09	11-09-2017	686247	232581		464	740	72,9	3.320	280		180	8,3	72
09-09 - 10/09	11-09-2017	686250	232583		528	690	75,6	3.645	230		200	7,6	74
10-09 - 11/09	11-09-2017	686251	232585		524	730	76,2	3.767	320		190	7,8	74
11-09 - 12/09	12-09-2017	687165	234237		515	720	73,4	3.624	300	370	180	7,3	76
12-09 - 13/09	13-09-2017	688135	236390		484	740	75,0	3.494	300		140	7,9	71
13-09 - 14/09	14-09-2017	689058	238340		497	730	70,1	3.480	310	440	160	7,8	69
14-09 - 15/09	15-09-2017	689940	240878		498	720	67,8	3.419	490		190	8,1	73
15-09 - 16/09	18-09-2017	691887	242468		483	760	75,7	3.561	300		190	7,1	68
16-09 - 17/09	18-09-2017	691883	242465		527	740	76,8	3.833	300		170	7,3	72
17-09 - 18/09	18-09-2017	691864	242442		589	810	80,7	4.629	330		190	7,7	73
18-09 - 19/09	19-09-2017	692731	243755		497	640	61,0	3.044	330	320	140	8,1	68
19-09 - 20/09	20-09-2017	693647	245766		511	610	68,7	3.148	300		120	7,7	65
20-09 - 21/09	21-09-2017	694549	247713		504	560	71,2	2.975	290	300	120	8,1	65
21-09 - 22/09	22-09-2017	695560	250246		485	670	66,0	3.142	290		150	7,3	65
22-09 - 23/09	25-09-2017	697335	251057		479	710	71,6	3.312	280		220	7,3	70
23-09 - 24/09	26-09-2017	698276	252773		536	620	70,9	3.373	220		250	7,5	69
24-09 - 25/09	25-09-2017	697339	251067		582	740	78,8	4.268	270		200	8,0	77
25-09 - 26/09	26-09-2017	698287	252809		529	730	74,4	3.774	320	390	180	8,7	72
26-09 - 27/09	28-09-2017	699967	256928		507	680	69,4	3.370	320		190	7,5	70
27-09 - 28/09	28-09-2017	699973	256941		502	740	67,0	3.501	300	250	180	7,8	73
28-09 - 29/09	29-09-2017	700917	259170		285	750	71,7	2.048	260		88	8,7	70
29-09 - 30/09	02-10-2017	702993	261531		440	750	67,0	3.098	280		200	7,9	63
30-09 - 01/10	02-10-2017	702998	261532		519	840	87,4	4.288	270		250	9,6	86
01/10 - 02/10	02-10-2017	702999	261535		592	750	75,9	4.329	240		210	8,1	73
02/10 - 03/10	03-10-2017	703881	263381		511	740	76,8	3.717	320	310	140	8,0	70
03/10 - 04/10	04-10-2017	704767	265335		505	790	81,1	3.907	1.100		170	9,1	85

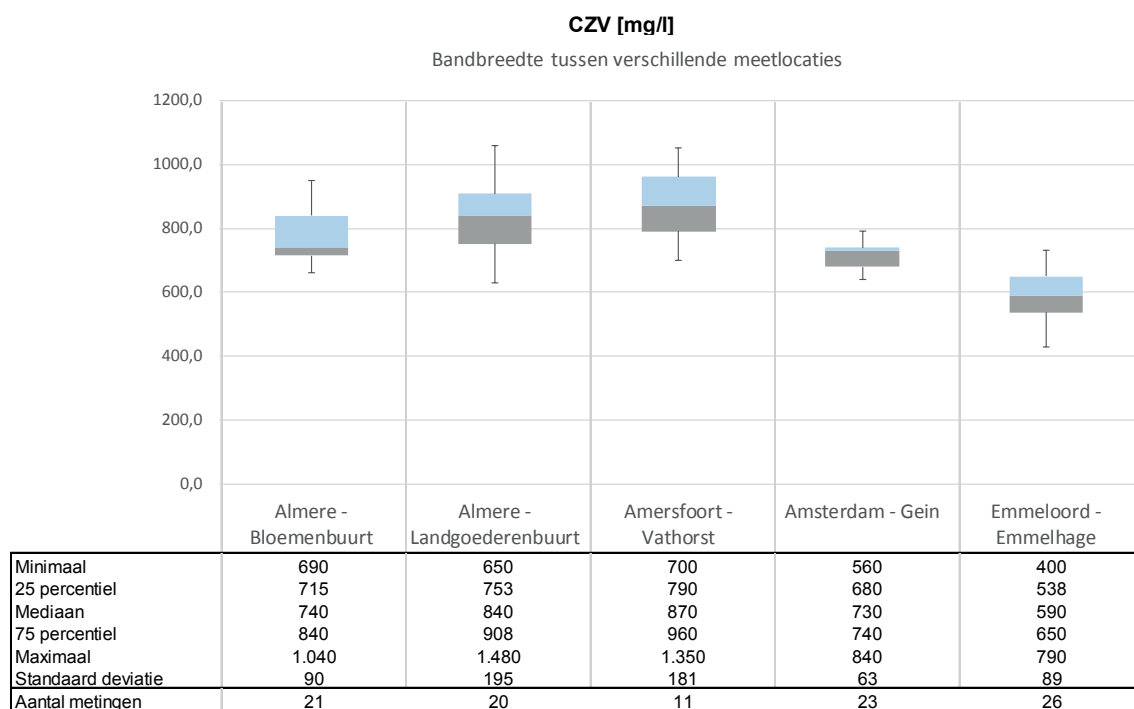
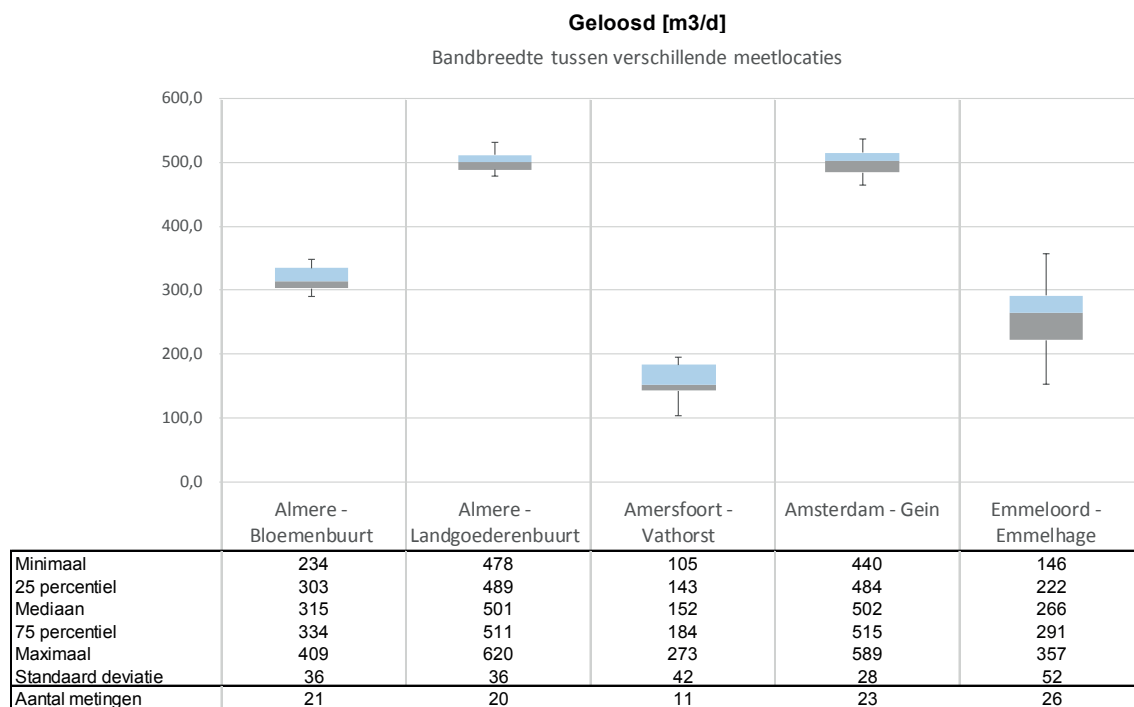
EMMELOORD, EMMELHAGE



Periode	Datum monstername	Opdrachtnummer	Monsternummer	Parameter Eenheid Lozingseis	Geloosd m ³ /per.	CZV mg/l	N-Kieldahl mg/l	Vervuilingswaarde v.e.	Zwevende stof mg/l	BZV-5 mg/l	TOC mg/l	Fosfaat mg/l	N-totaal mg/l
06/09 - 07/09		683447	229384		212,4	680	90,6	1.549	240	460	240	10,0	90
07/09 - 08/09		684361	231243		219,2	650	84,0	1.511	170		160	9,7	88
08/09 - 09/09		684912	231618		294,2	530	71,2	1.678	190		150	7,8	68
09/09 - 10/09		685533	231749		290,9	600	70,3	1.787	230		160	7,8	70
10/09 - 11/09		686240	232577		292,3	710	80,8	2.103	320		170	9,2	77
11/09 - 12/09		687159	234234		251,8	570	73,7	1.522	160	300	170	7,2	78
12/09 - 13/09		688130	236365		340,7	400	57,8	1.508	120		98	5,6	56
13/09 - 14/09		689055	238332		325,5	460	38,1	1.574	150	260	110	6,8	62
14/09 - 15/09		689933	240827		276,4	430	56,5	1.268	120		110	6,4	59
15/09 - 16/09		691895	242483		327,0	640	65,6	2.049	270		130	6,6	58
16/09 - 17/09		691896	242486		356,8	510	63,7	1.906	190		140	6,2	59
17/09 - 18/09		691874	242456		332,8	520	73,5	1.899	170		130	6,4	66
18/09 - 19/09		692732	243758		272,3	550	69,7	1.577	190	330	130	7,9	68
19/09 - 20/09		693628	245732		253,8	550	70,3	1.474	230		120	8,0	67
20/09 - 21/09		694550	247715		269,6	550	67,8	1.545	230	310	160	8,6	70
21/09 - 22/09		695559	250244		226,6	600	75,6	1.428	180		120	8,5	71
22/09 - 23/09		697342	251075		183,6	910	90,6	1.621	410		460	11,0	91
23/09 - 24/09		697345	251085		249,9	640	77,3	1.655	190		200	8,7	85
24/09 - 25/09		697349	251096		267,4	630	86,4	1.827	230		190	9,2	85
25/09 - 26/09		698288	252811		222,1	730	88,9	1.682	240	340	250	9,9	79
26/09 - 27/09		699320	255698		221,1	670	77,1	1.507	220		190	8,8	79
27/09 - 28/09		699968	256931		223,9	790	86,4	1.769	290	420	290	9,8	85
28/09 - 29/09		700912	259163		153,5	600	82,8	1.001	170		160	10,0	93
29/09 - 30/09		703011	261573		277,5	540	81,0	1.684	120		170	8,6	82
30/09 - 01/10		703012	261575		281,7	540	82,5	1.722	120		150	8,8	80
01/10 - 02/10		703000	261537		263,8	530	83,9	1.606	110		150	8,9	83
02/10 - 03/10		703876	263351		145,8	650	85,3	1.011	190	370	170	9,6	84
03/10 - 04/10		704765	265331		199,4	580	66,5	1.175	10		170	7,9	83

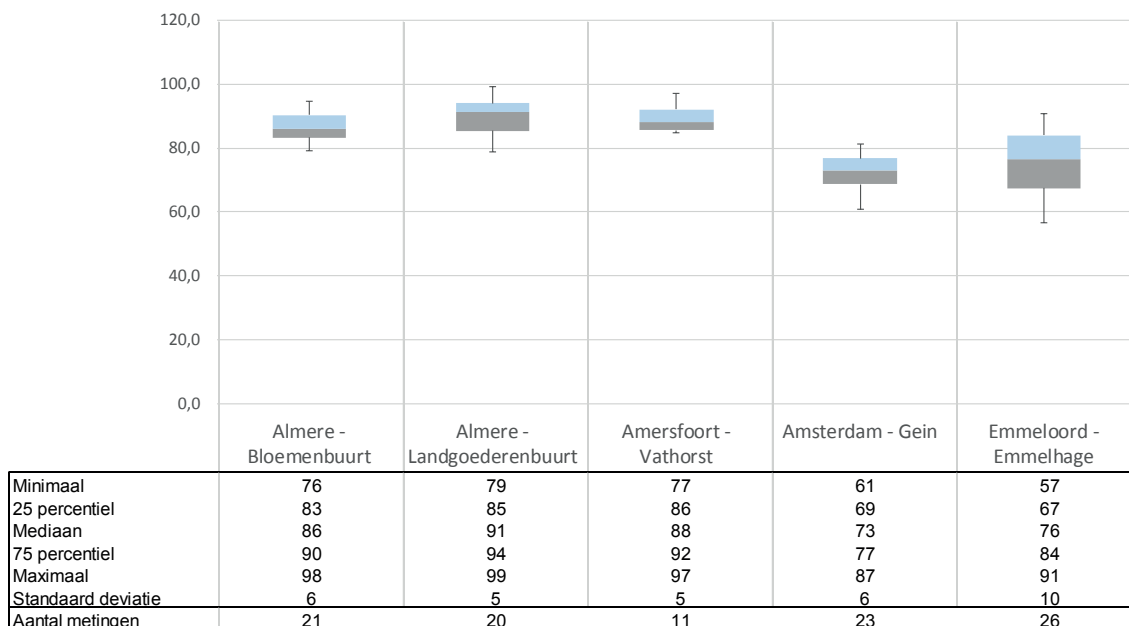
BIJLAGE 2

DEBIETEN EN CONCENTRATIES PER MEETLOCATIE

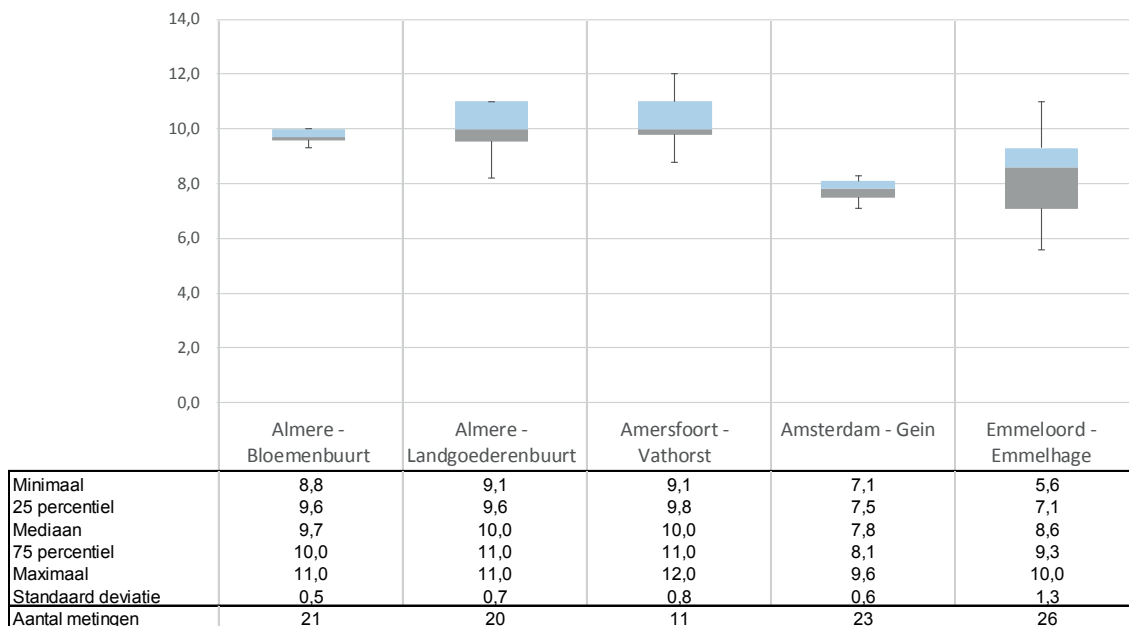


N-Kjeldahl [mg/l]

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

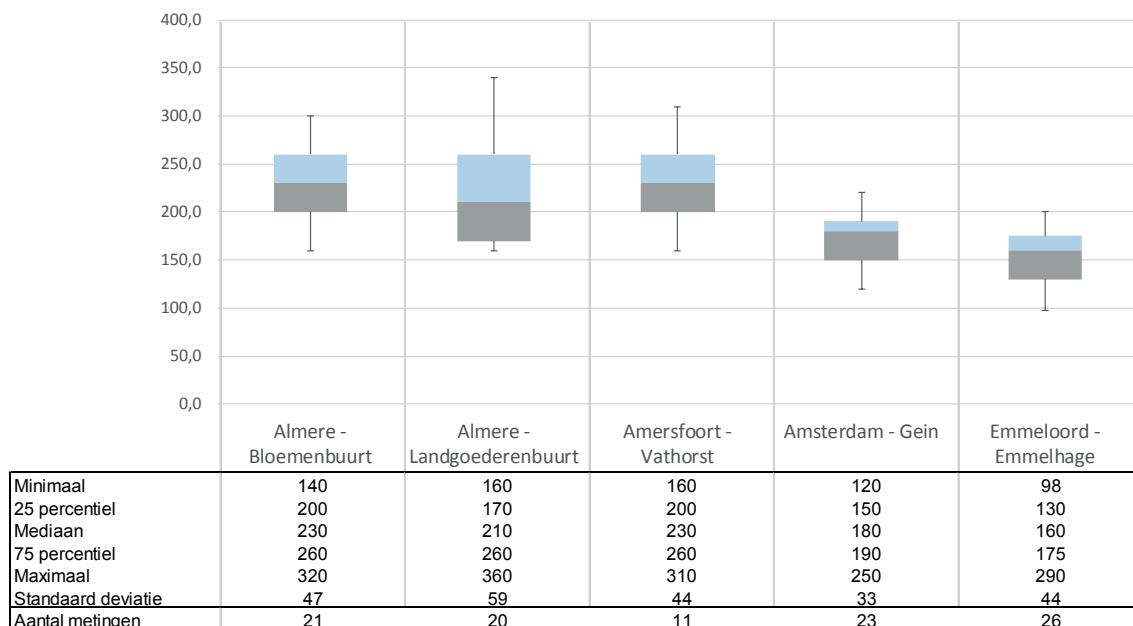
**P-tot [mg/l]**

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

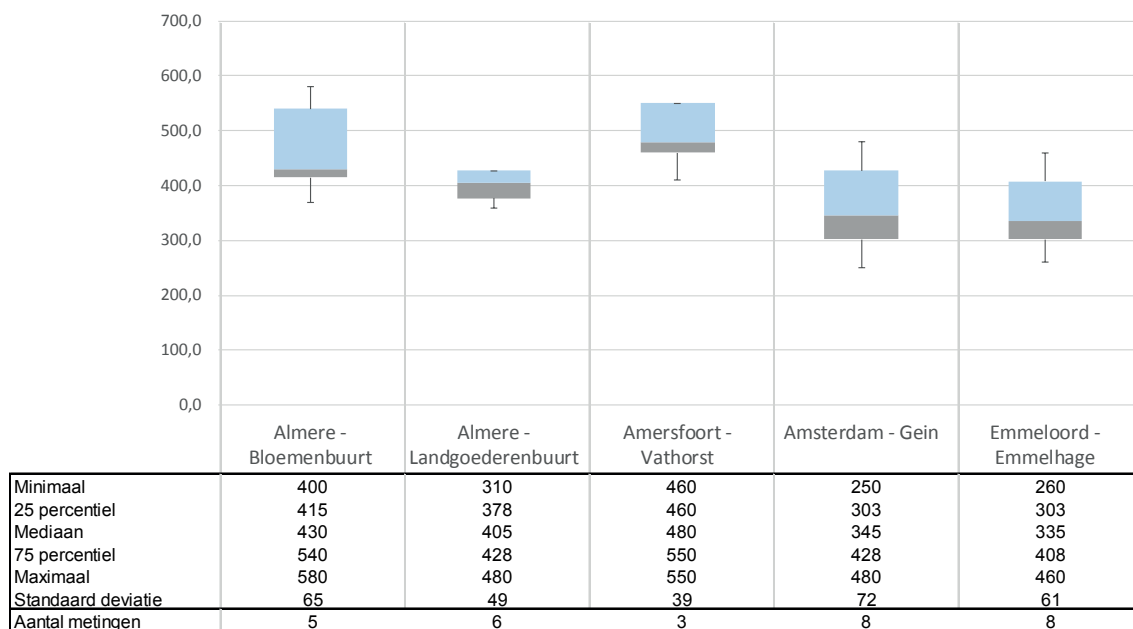


TOC [mg/l]

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

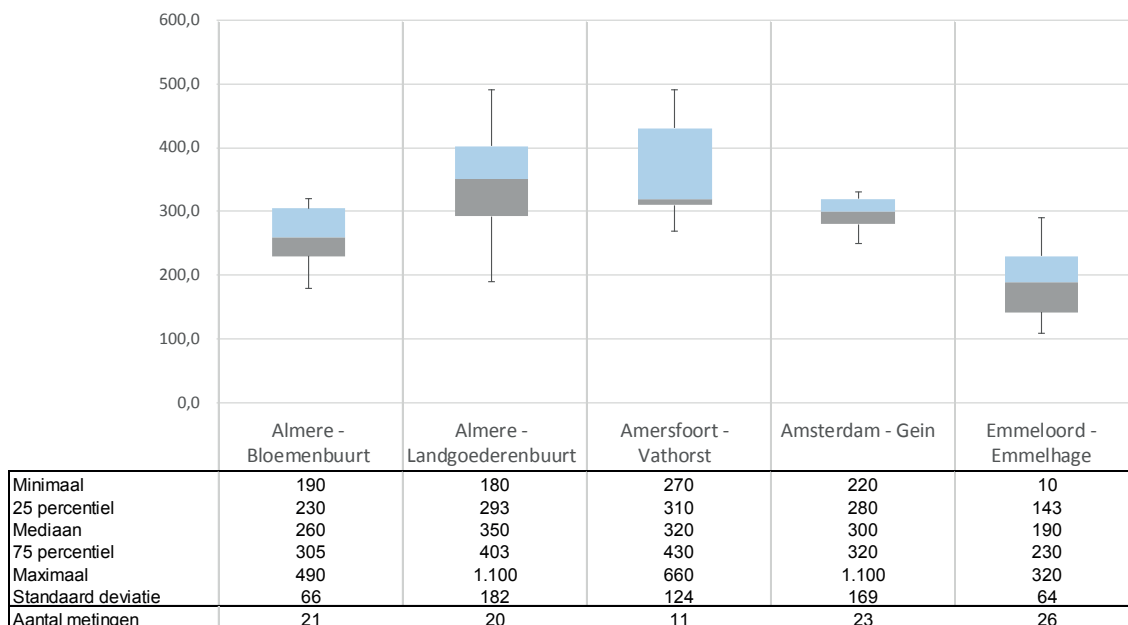
**BZV-5 [mg/l]**

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

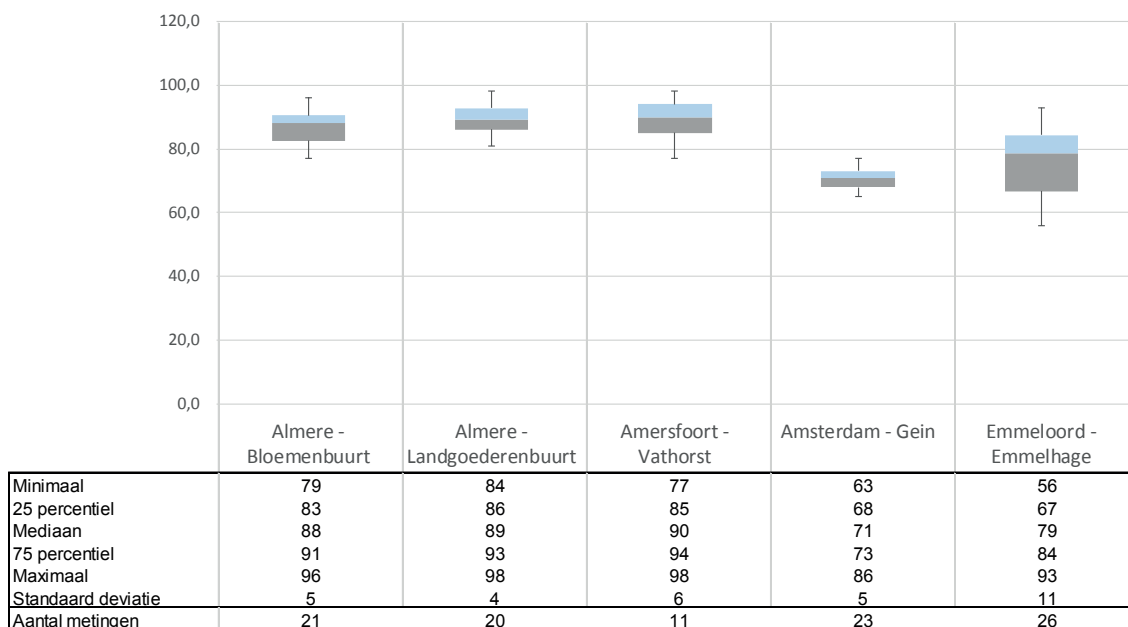


Zwevende stof [mg/l]

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

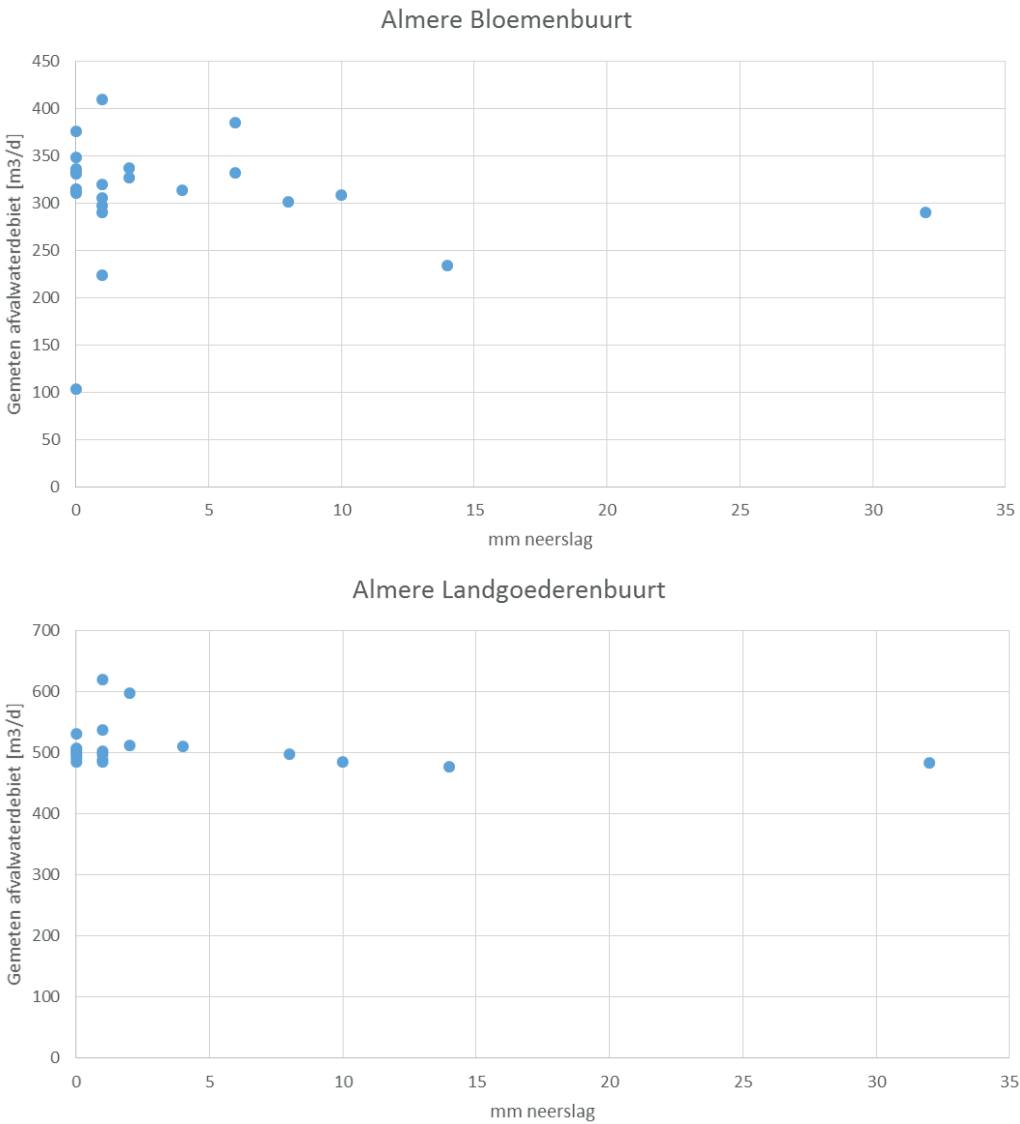
**N-totaal [mg/l]**

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties

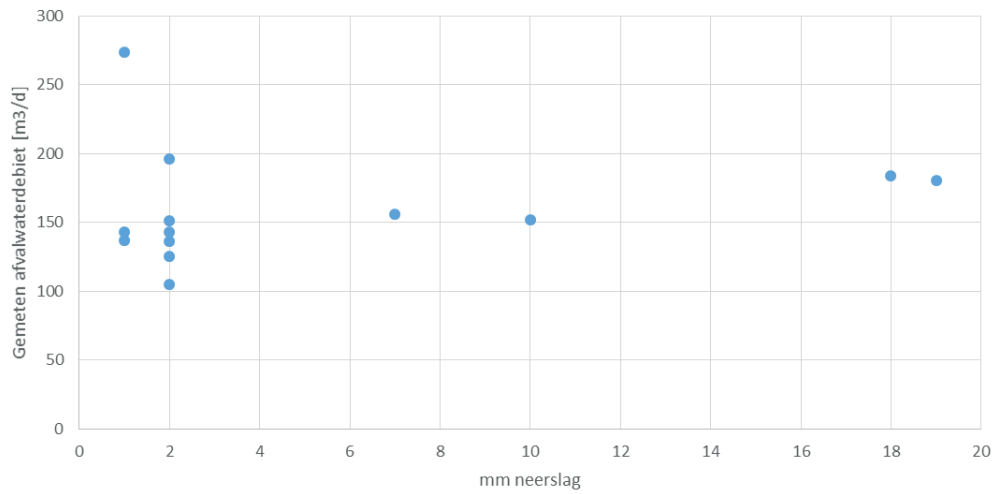


BIJLAGE 3

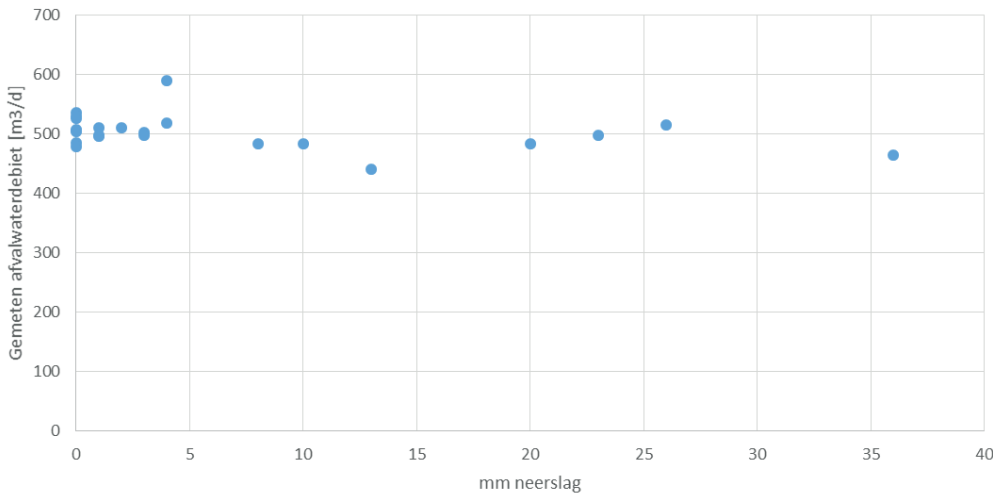
NEERSLAG VERSUS GEMETEN AFVALWATERDEBIET



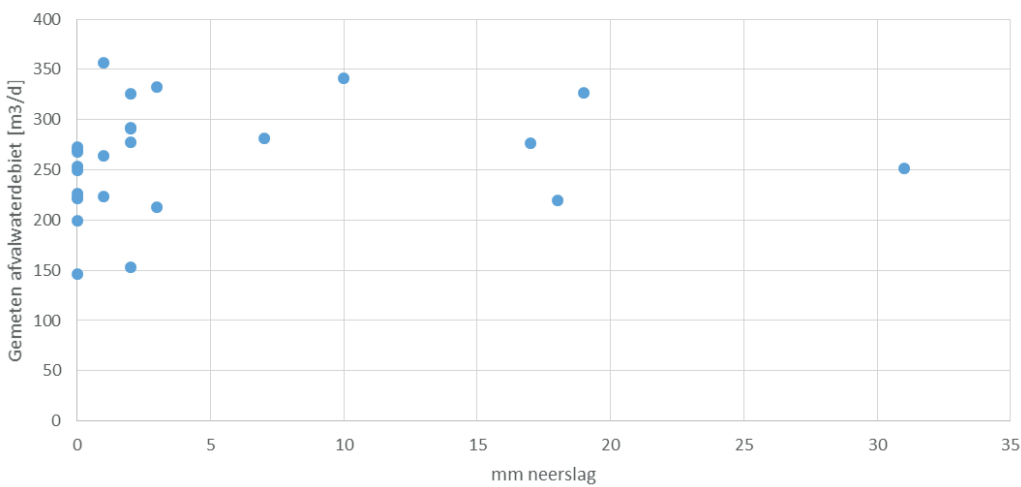
Amersfoort - Vathorst



Amsterdam - Gein



Emmeloord - Emmelhage



BIJLAGE 4

BEREKENING TOTALE GEMIDDELTE VRACHT PER PERSOON

Noot: Het doel van deze notitie is om de aanpak van de statistische verwerking van de meetresultaten toe te lichten. In deze bijlage wordt enkel ingegaan op TZV en is geen correctie opgenomen voor ringonderzoek en uithuizigheid. De gepresenteerde waarden in onderliggende notitie wijken daarom af van de waarden in rapport/hoofddekt. De waarden in rapport/hoofddekt zijn leidend.

VERWERKING RESULTATEN STEEKPROEF ZUURSTOFVRAAG 2017

Paul K. Baggelaar (Icastat)

4 december 2017

DIMENSIES EN DATA STEEKPROEF

De steekproef omvatte vijf wijken, waarbij per wijk vier weken dagelijks het afvalwater is bemeaten op een aantal fysische en chemische variabelen, van woensdag 6 september t/m dinsdag 3 oktober 2017. De achtergronden van het ontwerp van deze steekproef zijn beschreven in [Bagelaar, 2017]⁶.

De beschouwde wijken zijn (met tussen haakjes code, aantal inwoners en aantal huishoudens):

1. Almere – Bloemenbuurt (AlmBb – 2.645 - 988)
2. Almere – Landgoederenbuurt (AlmLb – 4.161 – 1.561)
3. Amersfoort – Vathorst (AmeVh – 1.538 - 509)
4. Amsterdam – Gein (AmsGe – 3.340 – 1.615)
5. Emmeloord – Emmelhage (EmmEh – 1.973 - 641)

De belangrijkste resultaten zijn de dagmetingen van de hoofdelijke zuurstofvraag. Van 11 van de 140 meetdagen (5 x 4 x 7) ontbreken de resultaten, door storingen of fouten en verder zijn er door Tauw op basis van consistentiechecks 22 resultaten geklasseerd als Fout en 6 als Twijfelachtig (zie tabel 1). De consistentiechecks beoordeelden de overstort en het verschil tussen TLM en PLM.⁷

TABEL 1

VERDELING VAN DE 140 DAGMETINGEN VAN DE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG OVER VIER KLASSEN

Wijk	Goed	Twijfel	Fout	Leeg	Totaal
AlmBb	21	3	4	0	28
AlmLb	20	1	6	1	28
AmeVh	11	2	5	10	28
AmsGe	23	0	5	0	28
EmmEh	26	0	2	0	28
Totaal	101	6	22	11	140

⁶ Steekproefontwerp om hoofdelijke zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater te schatten. Icastat-rapport, P.K. Baggelaar, 28 februari 2017, 29 blz. (niet openbaar)

⁷ Er is door Tauw geen verdere toelichting verstrekt op deze consistentiechecks.

Het uitvalpercentage van de steekproef is relatief groot, namelijk 27,9% (39 van de 140 metingen). De uitval is het hoogst bij Amersfoort-Vathorst (60,7%) en het laagst bij Emmeloord-Emmenhage (7,1%).

Tabel 2 vermeldt per combinatie van wijk en meetweek het aantal meetwaarden van de klasse Goed en het daaruit bepaalde weekgemiddelde van de hoofdelijke zuurstofvraag.

TABEL 2

PER COMBINATIE VAN WIJK EN MEETWEEK HET AANTAL MEETWAARDEN VAN DE KLASSE GOED EN HET DAARUIT BEPAALDE WEEKGEMIDDELDE VAN DE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG (G PPPD). OMDAT DE METINGEN ZIJN GESTART OP EEN WOENSDAG, BETREFT DE WEEKNUMMERING EEN WEEK DIE LOOPT VAN WOENSDAG T/M DINSDAG

Aantal meetwaarden - Week loopt van wo t/m di

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Totaal
37	4	6	6	5	6	27
38	5	4	2	7	7	25
39	6	6	0	6	6	24
40	6	4	3	5	7	25
Totaal	21	20	11	23	26	101

Gemiddelde O2-vraag - Week loopt van wo t/m di

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Gemidd
37	129	158	138	155	126	141
38	134	148	191	161	128	153
39	145	150		149	122	142
40	155	193	113	166	108	147
Gemidd	141	162	147	158	121	146

In overleg met Tauw is besloten de 6 meetwaarden van de klasse Twijfelachtig toe te voegen aan de bij de verwerking te gebruiken meetwaarden, aangezien de betreffende meetwaarden niet duidelijk afwijkend waren. Tabel 3 vermeldt de verdeling van de aldus resulterende 107 meetwaarden over de combinaties van wijk en meetweek, evenals het daaruit bepaalde weekgemiddelde van de hoofdelijke zuurstofvraag. Uit vergelijking met tabel 2 blijkt dat de toevoeging van deze 6 meetwaarden weinig effect heeft op de gemiddelden.

TABEL 3

PER COMBINATIE VAN WIJK EN MEETWEEK HET AANTAL MEETWAARDEN VAN DE KLASSEN GOED EN TWIJFELACHTIG EN HET DAARUIT BEPAALDE WEEKGEMIDDELDE VAN DE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG (G PPPD)

Aantal meetwaarden - Week loopt van wo t/m di

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Totaal
37	5	6	7	5	6	29
38	6	4	2	7	7	26
39	7	6	0	6	6	25
40	6	5	4	5	7	27
Totaal	24	21	13	23	26	107

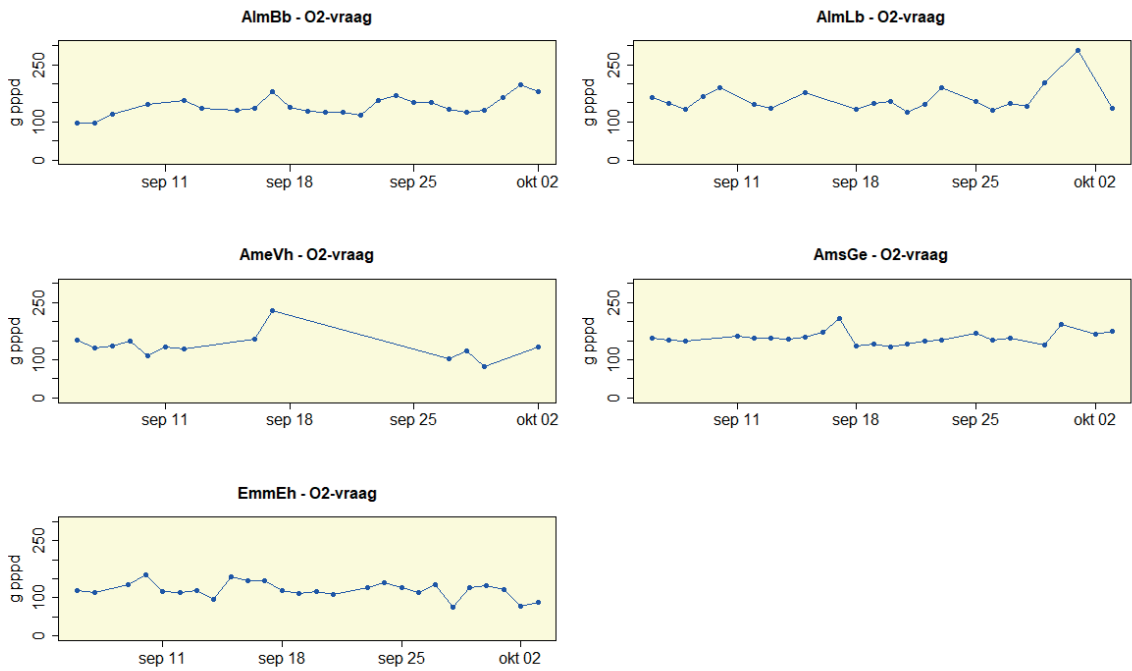
Gemiddelde O2-vraag - Week loopt van wo t/m di

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Gemidd
37	123	158	134	155	126	139
38	142	148	191	161	128	154
39	142	150		149	122	141
40	155	182	110	166	108	144
Gemidd	140	159	145	158	121	145

Opvallend is het grote bereik van de wijkgemiddelden van de hoofdelijke zuurstofvraag, namelijk van 121 g pppd (EmmEh) tot 159 g pppd (AlmLb).

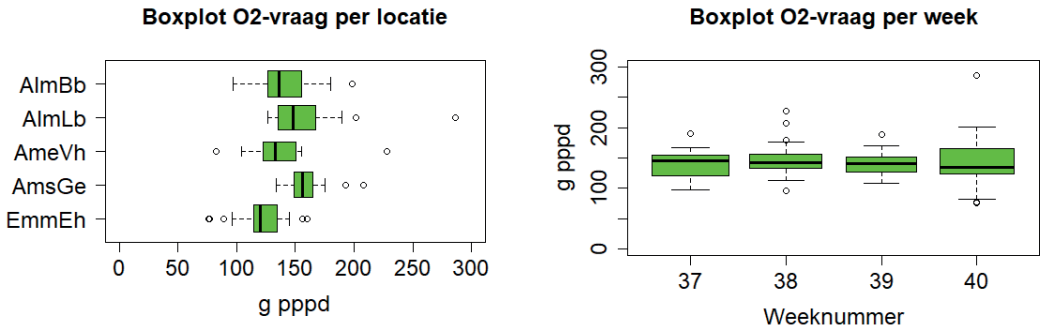
Figuur 1 toont voor elk van de vijf wijken het verloop van de meetreeks van de hoofdelijke zuurstofvraag.

FIGUUR 1 VOOR ELK VAN DE VIJF WIJKEN HET VERLOOP VAN DE MEETREEKS VAN DE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG



Figuur 2 toont zowel de boxplots van de zuurstofvraag per wijk, als per week. Bijlage 4B toont voor elke wijk de boxplots van de zuurstofvraag per week.

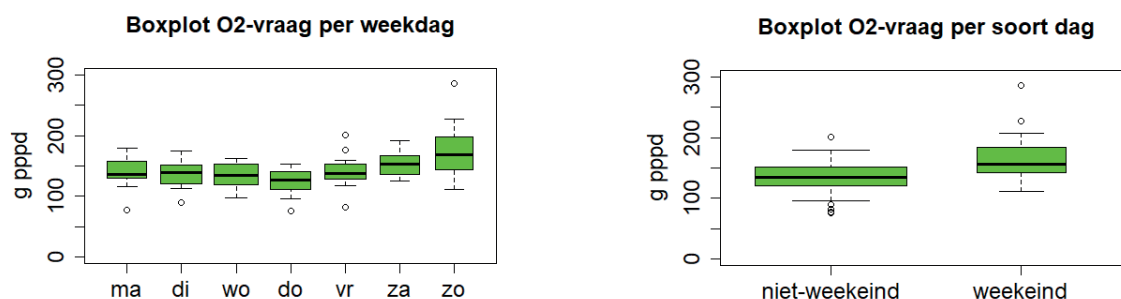
FIGUUR 2 BOXPLOTS VAN DE ZUURSTOFVRAAG PER WIJK (LINKS) EN PER WEEK (RECHTS)



Figuur 3 toont zowel de boxplots van de zuurstofvraag per weekdag, als per soort dag (niet-weekend en weekend). Er blijkt duidelijk sprake van een hogere zuurstofvraag in het weekend.

FIGUUR 3

BOXPLOTS VAN DE ZUURSTOFVRAAG PER WEEKDAG (LINKS) EN PER SOORT DAG (RECHTS)



Bijlage 4C toont voor elke wijk de boxplots van de zuurstofvraag per weekdag en bijlage 4D toont deze per soort dag.

AFLEIDEN SCHATTING HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG UIT DE STEEKPROEFRESULTATEN

De gehanteerde steekproefopzet is statisch-synchroon, aangezien op vaste locaties regelmatig gelijktijdig metingen zijn verricht. In deze paragraaf leiden we uit de steekproefresultaten schattingen af van de populatiegemiddelde hoofdelijke zuurstofvraag en de bijbehorende onzekerheid. De achterliggende formules zijn beschreven in bijlage 4A.

De verwerking dient uit te gaan van een meetmatrix met weekgemiddelden die min of meer vergelijkbaar zijn voor wat informatieinhoud. Maar uit de in tabel 3 weergegeven meetmatrix van de geselecteerde 107 meetwaarden blijkt het aantal meetwaarden van de matrixcellen nogal uiteen te lopen. Het zal daarbij ook veel uitmaken hoe die meetwaarden verdeeld zijn over het soort dag (doordeweekse dag of weekenddag), vanwege het doorgaans duidelijke onderscheid tussen deze dagsoorten voor wat betreft de hoofdelijke zuurstofvraag (zie daarvoor figuur 3). We kiezen er daarom voor om per combinatie van wijk en meetweek het weekgemiddelde hoofdelijk zuurstofgebruik te bepalen als: $5/7 \times$ het gemiddelde hoofdelijk zuurstofgebruik van de doordeweekse dagen + $2/7 \times$ het gemiddelde hoofdelijk zuurstofgebruik van de weekenddagen⁸, zij het met de restrictie dat er van een week meetwaarden van minstens vier doordeweekse dagen en van beide weekenddagen beschikbaar moeten zijn. Tabel 4 vermeldt per combinatie van wijk en meetweek het aantal meetwaarden van niet-weekenddagen en van weekenddagen. En tabel 5 vermeldt voor elke combinatie van wijk en meetweek het gemiddelde van de niet-weekenddagen en dat van de weekenddagen, mits het aantal meetwaarden voldoet aan het criterium.

⁸ Als van een week zeven meetwaarden beschikbaar zijn (één voor elke dag) is het resultaat van deze berekening identiek aan het gemiddelde van de zeven meetwaarden.

TABEL 4

PER COMBINATIE VAN WIJK EN MEETWEEK HET AANTAL MEETWAARDEN VAN NIET-WEEKENDDAGEN (BOVEN) EN WEEKENDDAGEN (ONDER)

Aantal meetwaarden niet-weekenddagen

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Totaal
37	4	4	5	5	4	22
38	4	4	0	5	5	18
39	5	5	0	5	4	19
40	4	4	4	4	5	21
Totaal	17	17	9	19	18	80

Aantal meetwaarden weekenddagen

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Totaal
37	1	2	2	0	2	7
38	2	0	2	2	2	8
39	2	1	0	1	2	6
40	2	1	0	1	2	6
Totaal	7	4	4	4	8	27

TABEL 5

PER COMBINATIE VAN WIJK EN MEETWEEK DE GEMIDDELDE HOOFDELIJK ZUURSTOFVRAAG (G PPPD) VAN DE NIET-WEEKENDDAGEN (BOVEN) EN DAT VAN DE WEEKENDDAGEN (ONDER), MITS HET AANTAL MEETWAARDEN VOLDOET AAN HET CRITERIUM (ZIE TEKST). ANDERS IS DE CEL GEEL GEKLEURD

Gemiddelde O2-vraag - niet weekenddagen

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Gemidd
37	117	147	136	155	116	134
38	134	148		150	121	138
39	134	142		149	117	135
40	142	156	110	160	101	134
Gemidd	132	148	123	153	114	135

Gemiddelde O2-vraag - weekenddagen

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Gemidd
37		179	131		148	152
38	158		191	190	145	171
39	162				132	147
40	182				127	154
Gemidd	167	179	161	190	138	159

Door bijschatten (imputeren) van enkele ontbrekende waarden hebben we de gaten in de matrices van tabel 5 opgevuld, omdat er anders rekentechnische problemen ontstaan. Daarbij hebben we de volgende regels gehanteerd (in volgorde van prioriteit):

1. als een meetwaarde van een weekenddag ontbreekt door afkeur bij de check op het verschil tussen TLM en PLM is deze alsnog toegevoegd, mits het geen uitschieter betreft, anders is daarvoor de meetwaarde genomen van dezelfde dag (za of zo) van een week eerder of later;
2. als de meetwaarden van beide weekenddagen van een week ontbreken is het weekendgemiddelde gesteld op het gemiddelde van de weekendgemiddelden van die wijk;
3. als de meetwaarden van alle niet-weekenddagen van een week ontbreken is het niet-weekendgemiddelde gesteld op het gemiddelde van de niet-weekendgemiddelden van die wijk.

Tabel 6 toont de matrix van de uiteindelijk resulterende gemiddelden, die dient als uitgangspunt voor de berekeningen. Door het verdisconteren van de verschillen tussen de dagsoorten is het bereik van de wijkgemiddelden van de hoofdelijke zuurstofvraag enigszins toegenomen en loopt het nu van 121 g pppd (EmmEh) tot 164 g pppd (AlmLb).

TABEL 6

DE GEMIDDELDE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG (G PPPD) PER COMBINATIE VAN WIJK EN MEETWEEK, DIE DIENT ALS UITGANGSPUNT VOOR HET SCHATTEN VAN DE POPULATIEGEMIDDELDE HOOFDELIJKE ZUURSTOFVRAAG EN DE BIJBEHORENDE ONZEKERHEID

Wknrwo	AlmBb	AlmLb	AmeVh	AmsGe	EmmEh	Gemidd
37	127	156	134	162	125	141
38	141	168	143	161	128	148
39	142	155	134	155	121	142
40	154	176	125	169	108	146
Gemidd	141	164	134	162	121	144

Aangezien de meeste imputaties nodig waren voor de wijk Amersfoort-Vathorst, hebben we de berekeningen zowel gedaan mét, als zónder die wijk. De resultaten zijn vermeld in tabel 7. Ter vergelijking zijn daarbij ook de resultaten vermeld van het toepassen van onze verwerkingsmethode op de steekproefdata van 1984.

TABEL 7

RESULTATEN VAN DE IN BIJLAGE A BESCHREVEN VERWERKINGSMETHODE OP DE RESULTATEN VAN DE HUIDIGE STEEKPROEF (ZOWEL MÉT ALS ZÓNDER AMERSFOORT-VATHORST) EN OP DIE VAN DE STEEKPROEF IN 1984.

Kengetal	Eenheid	Mét AmeVh 2017	Zónder AmeVh 2017	1984
Gemiddelde	g pppd	144	147	130
Onzekerheid	g pppd	19	24	7
Bovengrens 95%-bi	g pppd	163	171	137
Ondergrens 95%-bi	g pppd	125	123	124
Temporele variantie	(g pppd) ²	13	20	21
Ruimtelijke variantie	(g pppd) ²	344	414	65
Residuele variantie	(g pppd) ²	79	81	61

Toelichting: 95%-bi: 95%-betrouwbaarheidsinterval

Uit tabel 7 blijkt dat op basis van de steekproef in 2017 de hoofdelijke zuurstofvraag wordt geschat op 144 g pppd, met een onzekerheid van 19 g pppd, zodat het 95%-betrouwbaarheidsinterval loopt van 125 tot 163 g pppd. Bij het ontwerp van deze steekproef was gemikt op een onzekerheid van hooguit 10 g pppd, maar daarbij werd nog uitgegaan van een ruimtelijke variantie van 65 (g pppd)², zoals resulteerde uit de steekproef van 1984. Bij de huidige steekproef bleek de ruimtelijke variantie echter beduidend groter, namelijk 344 (g pppd)², wat leidde tot de grotere onzekerheid.

Uit tabel 7 blijkt verder dat de schatting van de hoofdelijke zuurstofvraag slechts weinig verandert als we Amersfoort-Vathorst weglaten, namelijk van 144 naar 147 g pppd. Maar de onzekerheid neemt daarbij wel toe, namelijk van 19 naar 24 g pppd.

CORRECTIES VOOR EXTRA UITHUIZIGHEID

De uit de steekproef resulterende schatting van de hoofdelijke zuurstofvraag dient nog een correctie te ondergaan, namelijk:

- voor de extra-uithuizigheid in de grote vakanties (een correctie naar beneden).

De extra-uithuizigheid door vakanties is geraamd op circa 5% (door LeAF, op basis van CBS-cijfers). Maar de onzekerheid van de schatting van de hoofdelijke zuurstofvraag neemt toe, al is niet aan te geven hoeveel, omdat de onzekerheden omtrent de extra-uithuizigheid onbekend zijn.

KANTTEKENING BIJ DEZE RESULTATEN

Het is niet mogelijk om objectief te stellen dat het steekproefresultaat (en bijbehorende onzekerheid) ook van toepassing mag worden verklaard voor de populatie van 17 miljoen Nederlanders. Dit komt doordat we door praktische belemmeringen gebruik moesten maken van een gemakssteekproef van woonwijken. We kunnen de steekproefresultaten dus hooguit opvatten als afkomstig uit de populatie van woonwijken die voldoen aan de daarvoor gehanteerde selectiecriteria. Er kan dan alleen nog subjectief worden beredeneerd in hoeverre de steekproefresultaten ook bruikbare informatie kunnen verschaffen over de hoofdelijke zuurstofvraag van de gemiddelde inwoner van Nederland. Een dergelijke redenering dient dan te worden gebaseerd op expertise over hoofdelijk lozingsgedrag en mogelijke verschillen tussen hoofdelijke lozingen in woonwijken en niet-woonwijken.

BIJLAGE 4A

VERWERKEN RESULTATEN

STATISCH-SYNCHRONE STEEKPROEF

De hier gehanteerde steekproef is volgens de terminologie van [De Gruijter et al., 2006]⁹ een statisch-synchrone steekproef. Het betrof namelijk vaste locaties, waar regelmatig gelijktijdig metingen zijn verricht. In deze bijlage lichten we toe hoe daaruit schattingen kunnen worden afgeleid van de populatiegemiddelde hoofdelijke zuurstofvraag en de bijbehorende onzekerheid.

We duiden de basiswaarde (in ons geval de hoofdelijke zuurstofvraag) van week i op locatie j aan met X_{ij} . We gaan uit van n weken met metingen op m locaties, dus totaal $n \cdot m$ metingen. De steekproefopzet en symbolen zijn ook toegelicht in onderstaand schema.

	Loc_1	...	Loc_j	...	Loc_m	Gem.
Week_1	X_{11}	...	X_{1j}	...	X_{1m}	$\bar{X}_1$
...	...	...	...	...	...	...
Week_i	X_{i1}	...	X_{ij}	...	X_{im}	$\bar{X}_i$
...	...	...	...	...	...	...
Week_n	X_{n1}	...	X_{nj}	...	X_{nm}	$\bar{X}_n$
Gem.	$\bar{X}_1$	...	$\bar{X}_j$	...	$\bar{X}_m$	$\bar{\bar{X}}$

$\xleftrightarrow{s_r^2(X)}$

$\updownarrow s_t^2(X)$

Het gemiddelde van alle X_{ij} duiden we aan als $\bar{\bar{X}}$, het spatiotemporeel gemiddelde (ook wel aangeduid als het algemeen gemiddelde).

De standaardfout van het met een statisch-synchroon meetnet geschatte spatiotemporele gemiddelde kan worden benaderd als (zie bijvoorbeeld [Van Herpen et al, 2009]¹⁰):

$$s(\bar{\bar{X}}) = \sqrt{\frac{s_t^2(X)}{n} + \frac{s_r^2(X)}{m} + \frac{s_e^2(X)}{m}} \quad [1]$$

9 De Gruijter, J.J., Brus, D.J., Bierkens, M.F.P. and Knotters, M. (2006): *Sampling for natural Resource Monitoring*. Springer, Berlin, 2006, 332 blz.

10 Van Herpen, F., Van Tongeren, O., Knoben, R., Baggelaar, P. en Van Loon, W. (2009): *Quickscan precisie en betrouwbaarheid KRW-monitoringsprogramma's*. Rapport Rijkswaterstaat Water-dienst, 9V0539/R00002/902795/AH/DenB, 27 februari 2009, 68 blz. plus zes bijlagen.

waarin $s(\bar{X})$ de standaardfout¹¹ van het spatiotemporele gemiddelde, $s_t^2(X)$ de temporele variantie¹², $s_r^2(X)$ de ruimtelijke variantie en $s_e^2(X)$ de residuele variantie. De standaardfout is dus de wortel uit de som van drie variantiecomponenten.

Met de standaardfout kan het 95%-betrouwbaarheidsinterval van het spatiotemporele gemiddelde worden bepaald als:

$$\bar{X} \pm t_{97,5\%,nm-n-m+1} \cdot s(\bar{X}) \quad [2]$$

waarin $\bar{X}$ het spatiotemporeel gemiddelde en $t_{97,5\%,nm-n-m+1}$ het 97,5-percentiel van de Student-t-verdeling met $nm-n-m+1$ vrijheidsgraden. Het formuledeel achter '±' zullen we hier aanduiden als de (schattings)onzekerheid van het spatiotemporele gemiddelde.

De **temporele variantie** $s_t^2(X)$ is de variantie van het per week bepaalde ruimtelijk gemiddelde over alle locaties. Deze variantie volgt uit:

$$s_t^2(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad [3]$$

waarin $\bar{X}_i$ het ruimtelijk gemiddelde van week i (het gemiddelde van X_{ij} over $j=1\dots m$) en $\bar{X}$ het spatiotemporeel gemiddelde (het gemiddelde van alle X_{ij}).

De **ruimtelijke variantie** $s_r^2(X)$ is de variantie van het per locatie bepaalde temporele gemiddelde over alle weken. Deze variantie volgt uit:

$$s_r^2(X) = \frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{m-1} \quad [4]$$

waarin $\bar{X}_j$ het temporele gemiddelde van locatie j (het gemiddelde van X_{ij} over $i=1\dots n$).

De **residuele variantie** $s_e^2(X)$ ¹³ volgt uit:

$$s_e^2(X) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (X_{ij} - \hat{X}_{ij})^2}{m-n-m+1} \quad [5]$$

waarin $\hat{X}_{ij}$ de verwachting van X_{ij} (de waarde van week i op locatie j), volgens:

$$\hat{X}_{ij} = \bar{X} + (\bar{X}_i - \bar{X}) + (\bar{X}_j - \bar{X}) = \bar{X}_i + \bar{X}_j - \bar{X} \quad [6]$$

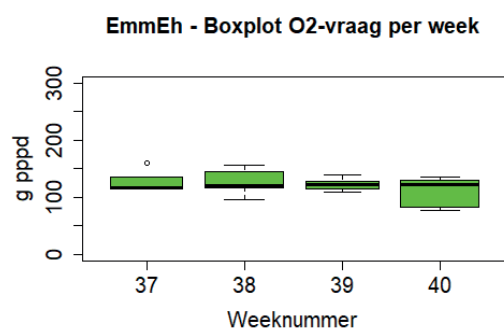
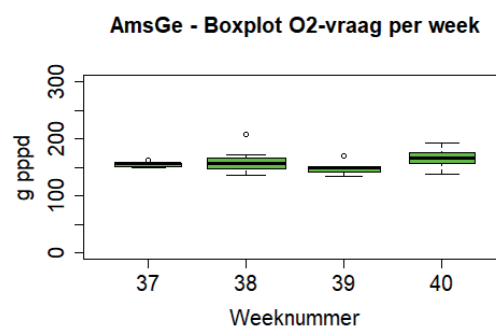
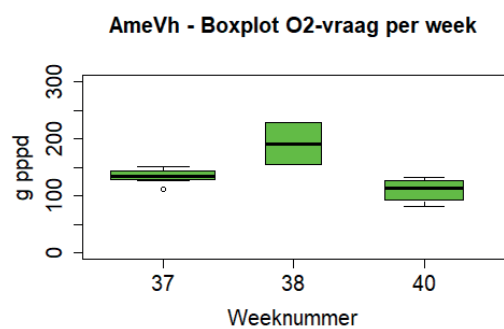
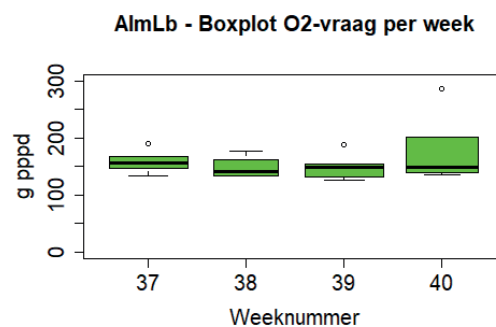
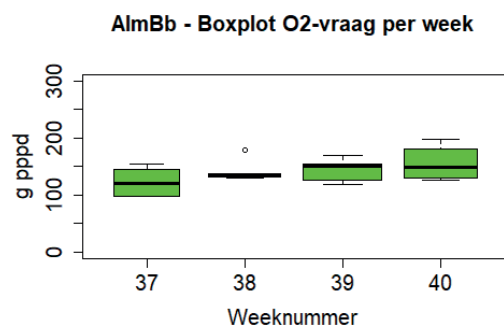
11 De standaardfout is een maat voor de onzekerheid van een geschatte waarde (bijvoorbeeld een gemiddelde). Als de schatting is gebaseerd op veel meetwaarden, dan zal de werkelijke waarde zich met ongeveer 95% betrouwbaarheid bevinden in het interval $\text{schatting} \pm 2\text{standaardfout}$.

12 De variantie is een maat voor de variatie (spreiding) van een variabele. Het is de gekwadrateerde standaardafwijking van de waarden van de betreffende variabele.

13 De subscript e staat hier voor *error*. De residuele variantie is gelijk aan de *mean squared error* van tweeweg-variantie-analyse.

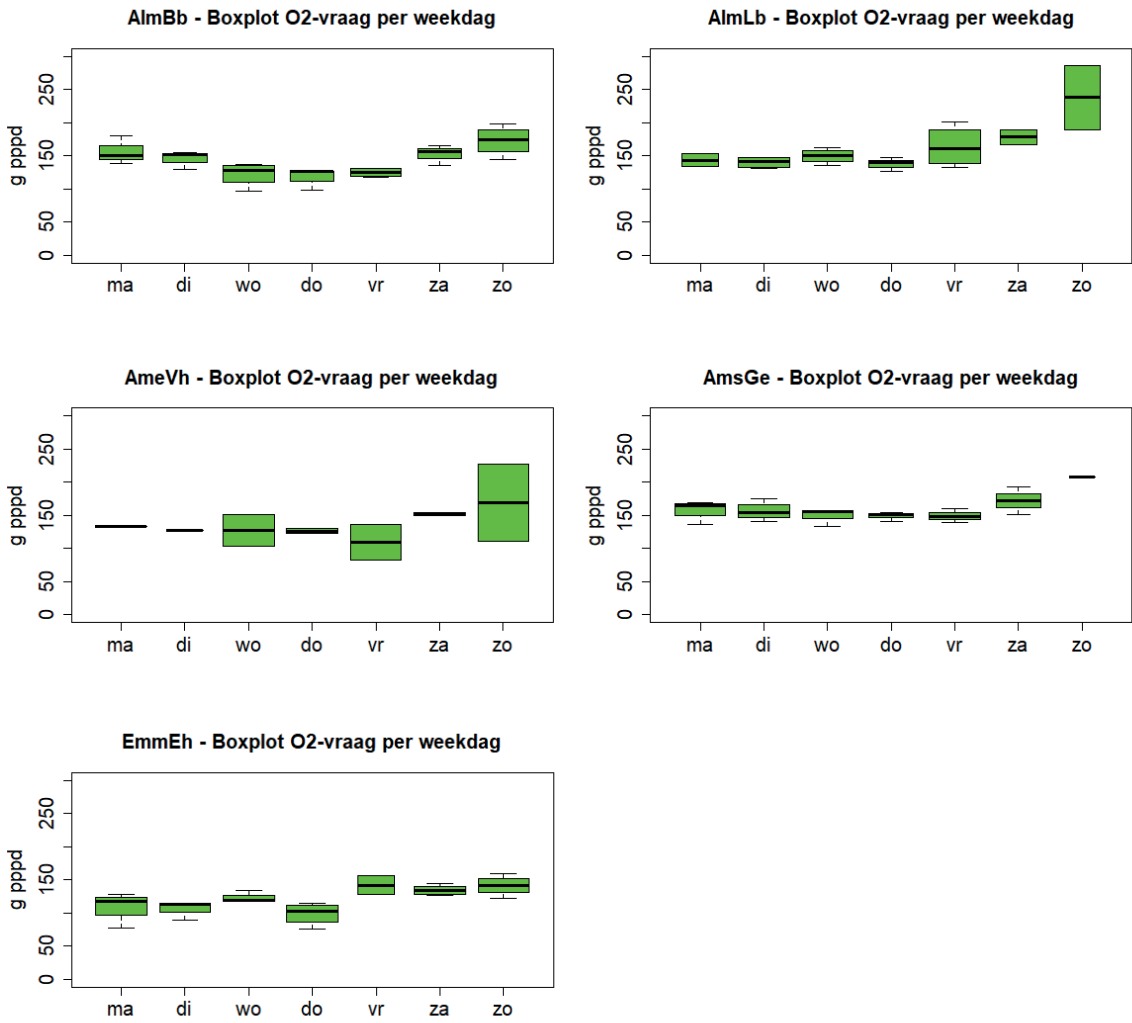
BIJLAGE 4B

VOOR ELKE WIJK DE BOXPLOTS VAN DE ZUURSTOFVRAAG PER WEEK



BIJLAGE 4C

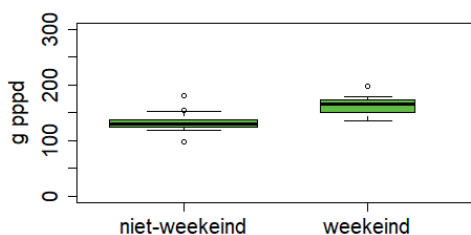
VOOR ELKE WIJK DE BOXPLOTS VAN DE
ZUURSTOFVRAAG PER WEEKDAG



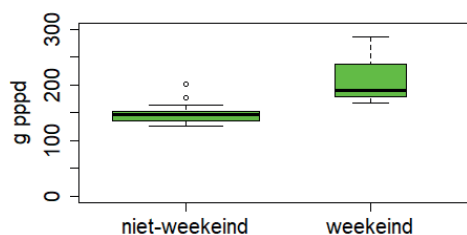
BIJLAGE 4D

VOOR ELKE WIJK DE BOXPLOTS VAN DE ZUURSTOFVRAAG PER SOORT DAG

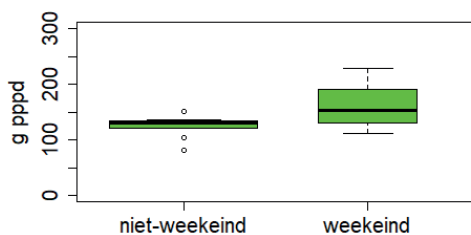
AlmBb - Boxplot O2-vraag per soort dag



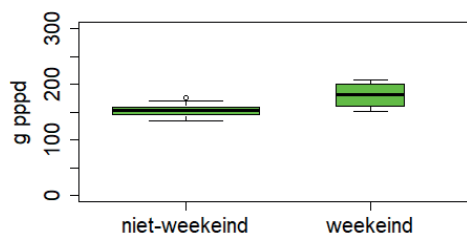
AlmLb - Boxplot O2-vraag per soort dag



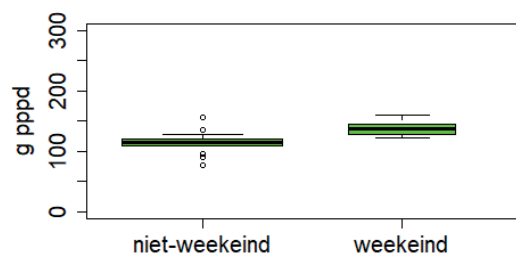
AmeVh - Boxplot O2-vraag per soort dag



AmsGe - Boxplot O2-vraag per soort dag



EmmEh - Boxplot O2-vraag per soort dag



BIJLAGE 5

STAPPENPLAN TEN BEHOEVE VAN REPETEERBAARHEID ONDERZOEK ZUURSTOFVRAAG

STAP 1 BEPALEN MEETNAUWKEURIGHEID

- Bepalen van gewenste onzekerheid meetonderzoek in gram TZV per persoon per dag (Bijvoorbeeld 10 gram TZV per persoon per dag)
- Hieruit volgt het aantal meetlocaties en de meetduur (bijvoorbeeld 5 meetlocaties en meetduur van 4 weken bij onzekerheid van 10 gram TZV per persoon per dag)

STAP 2 SELECTEREN MEETLOCATIES

Inventariseren van meetlocaties die voldoen aan de selectiecriteria (**Let op:** inventariseer ruim voldoende locaties want niet alle locaties zullen uiteindelijk geschikt zijn):

- Afwezigheid (of minimale aanwezigheid) van industrie / bedrijven
- afwezigheid hemelwateraansluitingen
- gesloten rioleringsgebied, geen lozingen van andere gebieden en afvoer via één leiding
- geen 'foute' aansluitingen
- meting zo dicht mogelijk bij de woongemeenschap (minimale afbraak of bezinking)
- bij voorkeur bemalen objecten om tijd tussen lozing en monsternamen zo beperkt mogelijk te houden
- van de locaties dient bekend te zijn hoeveel wooneenheden daarop zijn aangesloten
- grootte meetlocaties 1.700 – 4.300 inwoners (richting gevend)

Doel: selectie van geschikte locaties verspreid over Nederland die voldoen aan bovenstaande criteria

- Op basis van **blinde trekking** worden vervolgens de potentiële meetlocaties getrokken welke genummerd zijn van 1 t/m X (trek bijvoorbeeld 15 potentiële locaties als je er uiteindelijk 5 over wilt houden). De locaties die als eerste getrokken zijn betreffen in principe de locaties waar de metingen uitgevoerd worden.
- Voer vervolgens locatiebezoeken uit om vast te stellen of de gemalen in de wijken geschikt zijn als meetlocatie. Indien een locatie niet geschikt is pak dan de eerstvolgende potentiële locatie.
- Verzamel GBA gegevens van de geselecteerde locaties (aantal inwoners/huishoudens, leeftijdopbouw, huishoudensgrootte, verdeling man/vrouw, aandeel mensen met migratie achtergrond westers/niet westers)

STAP 3 MEET- EN BEMONSTERAPPARATUUR, TE ANALYSEREN PARAMETERS EN MEETFREQUENTIE

- Per meetlocatie: meten op de volledige afvalwaterstroom (geen onderscheid grijs en zwart water) met een meetwagen of monsternamekast bij het gemaal
- Meetperiode niet in vakantieperiode uitvoeren

- Dagelijks verzamelen van volume proportioneel verzamelmonster; gekoelde opslag
- De monsters 7x per week uithalen. Monstername conform NEN-6600-1
- Conservering monsters conform NEN-EN-ISO 5776-3
- Dagelijkse analyse monsters op zwevende stof (NEN-EN 872), CZV (NEN 6633), N-Kj (NEN 6646), P-totaal (NEN-EN-ISO 15681-2), TOC (NEN-EN 1484) en N-totaal (NEN-EN 12260).
- Analyse BZV (NEN-EN-1899-1) 2x per week
- Ter beperking van monstername fouten/afwijkingen; identieke bemonstering van de opstellingen op de locaties en analyse van monsters door hetzelfde (geaccrediteerde) laboratorium. Om de betrouwbaarheid van de analyseresultaten verder te vergroten kan overwogen worden om duplo's of triplo's te laten analyseren en/of een tweede geaccrediteerd laboratorium in te schakelen (niet gedaan in dit onderzoek)

STAP 4: INTERPRETATIE RESULTATEN METINGEN

- Let op: risico op storingen door verstopping van pompen met vezeldoekjes/dweilen/natte doekjes
- Onderverdeling meetdagen in geschikte meetdagen, twijfelachtige meetdagen, afgekeurde meetdagen en dagen zonder monstername
- Eventueel correctie van analyseresultaten indien de resultaten van de ringonderzoeken daartoe aanleiding geven
- Correctie meetresultaten voor uithuizigheid i.v.m. vakantie
- Vaststellen van het gemiddelde debiet en de gemiddelde totale vracht per persoon voor alle meetlocaties gezamenlijk inclusief de onzekerheid aan de hand van statistische analyse (methodiek in bijlage 4)
- Vaststellen dat er geen verband bestaat tussen de gemeten debieten en neerslaggegevens

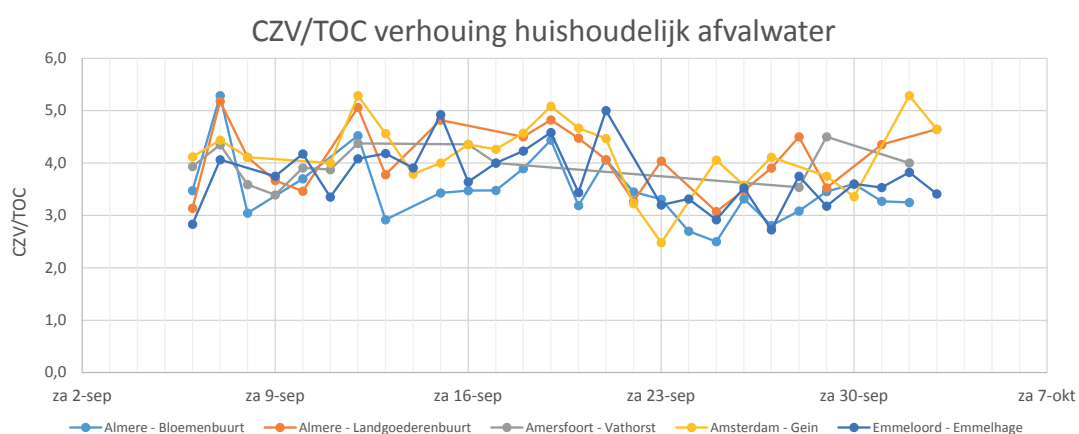
BIJLAGE 6

MEETRESULTATEN AANVULLENDE ANALYSES

HUISHOUDELIJK AFVALWATER

1. CZV/TOC VERHOUDING HUISHOUDELIJK AFVALWATER OP BASIS VAN MEETRESULTATEN

Per meetlocatie en per dag is de samenstelling van het vanuit huishoudens geloosd afvalwater bepaald. Navolgende figuur presenteert van de goedgekeurde meetdagen de CZV/TOC verhouding in huishoudelijk afvalwater.



De spreiding in CZV/TOC verhouding is via een boxplot inzichtelijk gemaakt. Per meetlocatie is een boxplot opgesteld, zie navolgende figuur. De boxplot “alle locaties” geeft de spreiding weer van alle goedgekeurde meetdagen van alle meetlocaties.

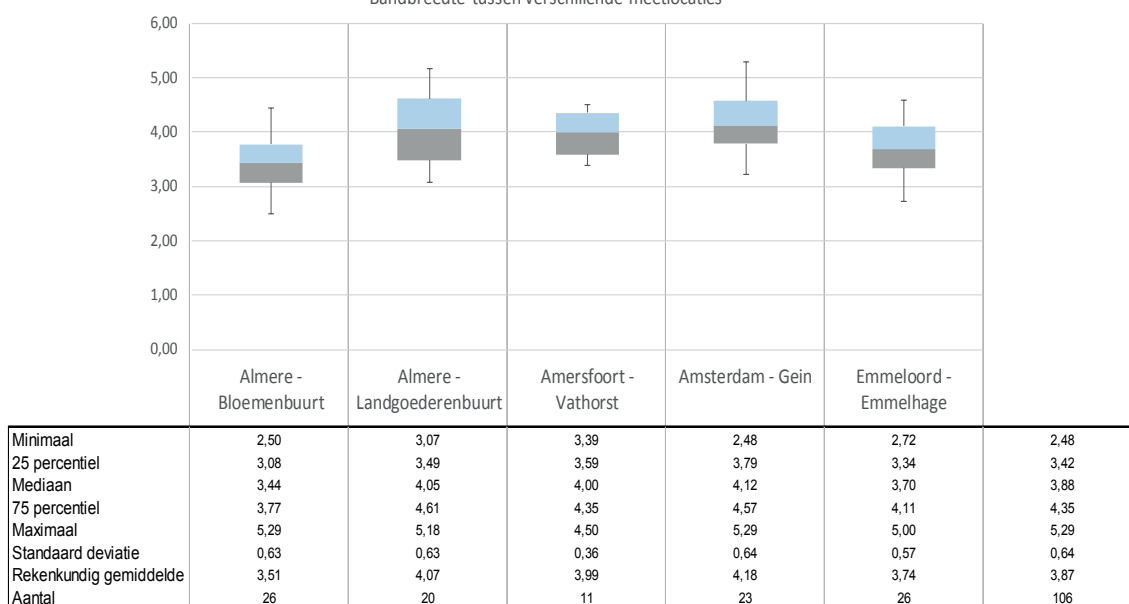
Toelichting boxplot

Een boxplot is een handzame manier om de kenmerken van een onderzochte populatie zo compact mogelijk grafisch samen te vatten. Elk van navolgende boxplots toont de posities van de belangrijkste percentielen van de populatie (kansverdeling). In de hieronder opgenomen figuur is een toelichting gegeven van de opbouw van de boxplot. Waarden die boven/onder de ‘whiskers’ liggen, kunnen als uitschieter worden beschouwd. Deze waarden zijn voor het bepalen van het rekenkundig gemiddelde wel betrokken, maar zijn in navolgende figuren niet opgenomen.



CZV/TOC

Bandbreedte tussen verschillende meetlocaties



In de boxplots is te zien dat de CZV/TOC verhouding per wijk verschilt en de bandbreedten ook onderling (iets) afwijken. De laagste verhoudingen worden gemeten bij de locatie Almere Bloemenbuurt en de hoogste verhouding bij Almere Landgoederenbuurt en Amsterdam Gein. Uit de voorgaande figuren kan worden afgeleid dat de CZV/TOC verhouding van het huishoudelijk afvalwater tussen de 3 en 5 ligt.

Bij de voorgestelde nieuwe formule voor de zuiveringsheffing hanteert men een lagere CZV/TOC verhouding. In navolgend kader is de motivatie van RHDHV samengevat.

Vanuit een onderzoek uit Denemarken blijkt dat de CZV van huishoudelijk afvalwater voor $28 \pm 4\%$ uit eiwitten, $18 \pm 6\%$ uit koolwaterstoffen en $31 \pm 10\%$ uit lipiden bestaat. Representatieve structuurformules hiervoor zijn volgens een handboek afvalwaterzuivering: $C_{16}H_{24}O_5N_4$, CH_2O en $C_8H_{16}O$. CZV/TOC verhoudingen van respectievelijk 2,75 en 2,67 en 3,83. (red. moet zijn 3,08 en 2,67 en 3,83)

Aanname dat het overige aandeel bestaat uit $23 \pm 12\%$ uit vetzuren. En die vervolgens voor 25% uit CH_3CH_2COOH (propionzuur) en 75% uit CH_3COOH (azijnzuur) bestaan.

Op basis van deze gegevens is de CZV/TOC verhouding van huishoudelijk afvalwater $3,08 \pm 0,11$ (op basis van 2000 x loten met de opgegeven verdelingen). Als de vetzuren niet worden meegenomen bedraagt de verhouding $3,16 \pm 0,10$.

Van 6 bemonsteringsdagen per woonwijk (3 dagen waarbij hoge CZV/TOC verhouding is gemeten en 3 dagen waarbij lage CZV/TOC verhouding is gemeten) zijn extra analyses op het huishoudelijk afvalwater uitgevoerd. In navolgende tabel zijn de betreffende dagen opgenomen tezamen met de CZV/TOC verhouding in het afvalwater.

Locatie	Periode		CZV/TOC
	van	tot	
Almere Bloemenbuurt			g/g
	di 12-sep	wo 13-sep	4,52
	di 19-sep	wo 20-sep	4,44
	zo 24-sep	ma 25-sep	2,70
	ma 25-sep	di 26-sep	2,50
	do 21-sep	vr 22-sep	4,06
Almere Landgoederenbuurt	wo 27-sep	do 28-sep	2,81
	wo 6-sep	do 7-sep	3,14
	di 12-sep	wo 13-sep	5,06
	vr 15-sep	za 16-sep	4,82
	di 19-sep	wo 20-sep	4,82
	zo 24-sep	ma 25-sep	3,91
Amersfoort Vathorst	ma 25-sep	di 26-sep	3,07
	vr 8-sep	za 9-sep	3,59
	za 9-sep	zo 10-sep	3,39
	di 12-sep	wo 13-sep	4,38
	za 16-sep	zo 17-sep	4,35
	do 28-sep	vr 29-sep	3,54
Amsterdam Gein	vr 29-sep	za 30-sep	4,50
	di 12-sep	wo 13-sep	5,29
	di 19-sep	wo 20-sep	5,08
	vr 22-sep	za 23-sep	3,23
	za 23-sep	zo 24-sep	2,48
	za 30-sep	zo 1-okt	3,36
Emmeloord Emmelhage	ma 2-okt	di 3-okt	5,29
	wo 6-sep	do 7-sep	2,83
	vr 15-sep	za 16-sep	4,92
	di 19-sep	wo 20-sep	4,58
	do 21-sep	vr 22-sep	5,00
	ma 25-sep	di 26-sep	2,92
	wo 27-sep	do 28-sep	2,72

2. SELECTIE AANVULLEND TE ANALYSEREN PARAMETERS

Navolgende tabel geeft een overzicht van de verwachte stoffen in afvalwater die invloed hebben op de CZV/TOC. De hoofdcomponenten die daarbij zijn aangenomen zijn: Lagere vetzuren, hogere vetzuren, detergënten (geen volledige lijst), olie/vetten en overige stoffen.

	Molmassa	CZV gehalte	TOC gehalte	CZV/TOC	Aantal atomen							
	g/mol	g O2/g	g C/g	g/g	C	H	Cl	N	Na	O	P	S
Lagere vetzuren												
Azijnzuur	60	1,1	0,4	2,7	2	4				2		
Propionzuur	74	1,5	0,5	3,1	3	6				2		
Valeriaanzuur	102	2,0	0,6	3,5	5	10				2		
Boterzuur	88	1,8	0,5	3,3	4	8				2		
Hogere vetzuren												
Hexaanzuur	116	2,2	0,6	3,6	6	12				2		
Heptaanzuur	130	2,3	0,6	3,6	7	14				2		
Octaanzuur	144	2,4	0,7	3,7	8	16				2		
Nonaanzuur	158	2,5	0,7	3,7	9	18				2		
Decaanzuur	172	2,6	0,7	3,7	10	20				2		
Undecaanzuur	186	2,7	0,7	3,8	11	22				2		
Undeceenzuur	184	2,6	0,7	3,6	11	20				2		
Dodecaanzuur	200	2,7	0,7	3,8	12	24				2		
Tetradecaanzuur	228	2,8	0,7	3,8	14	28				2		
Hexadecaanzuur	256	2,9	0,8	3,8	16	32				2		
Linolzuur	280	2,9	0,8	3,7	18	32				2		
Octadecaanzuur	284	2,9	0,8	3,9	18	36				2		
Oliezuur	282	2,9	0,8	3,8	18	34				2		
Eicosaanzuur	312	3,0	0,8	3,9	20	40				2		
Docosaanzuur	340	3,0	0,8	3,9	22	44				2		
Detergenten (zeep)												
Natriumpalmitaat	277	2,7	0,7	3,8	16	31			1	2		
sodium laureth sulfate	287	2,0	0,5	4,0	12	25			1	4		1
cocamidopropyl betaine	396	2,3	0,6	4,0	19	38		2	1	3		1
Olie/vetten (alkanen)												
CnH2n+2	702	3,4	0,9	4,0	50	102						
In afvalwater												
Cellulose	162	1,2	0,4	2,7	6	10				5		
Ureum	76	0,2	0,2	1,3	1	4		2		2		
Eiwitten (C16H24O5N4)	352	1,7	0,5	3,1	16	24		4		5		
Lipiden (C8H16O)	128	2,9	0,8	3,8	8	16				1		
Monosacharides (CH2O)n	30	1,1	0,4	2,7	1	2				1		
Amylase, starch, glycogen (C6H10O5)n	162	1,2	0,4	2,7	6	10				5		
Bilirubin (C33H36N4O6)	584	2,1	0,7	3,1	33	36		4		6		
Creatine (C4H7N3O)	113	1,3	0,4	3,0	4	7		3		1		

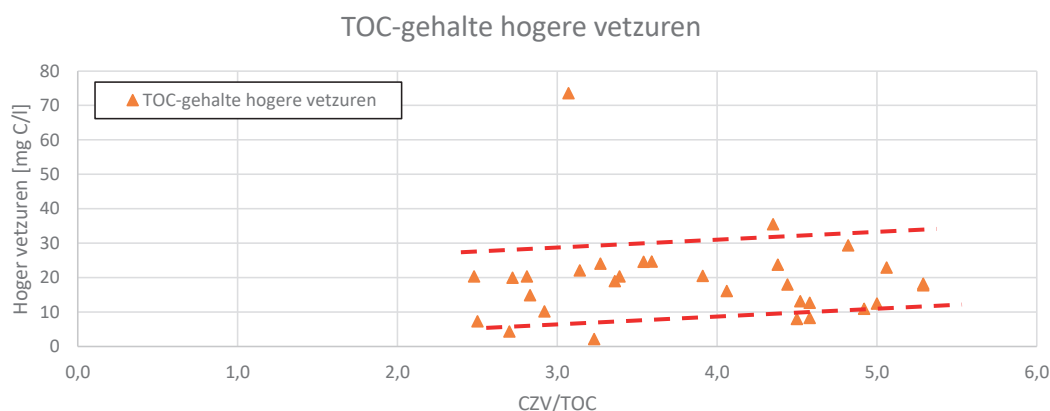
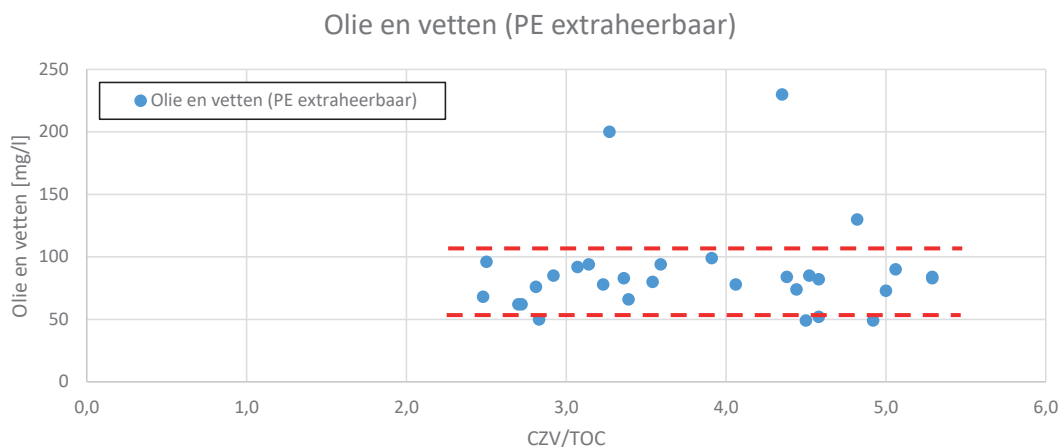
In de tabel is te zien dat de volgende componenten een CZV/TOC hebben van:

- Lagere vetzuren tussen de 2,7 en 3,5
- Hogere vetzuren tussen de 3,6 en 3,9
- Detergënten +/- 4,0
- Olie/vetten +/- 4,0

Uit voorgaande tabel blijkt dat detergënten een relatief hoge CZV/TOC verhouding kunnen hebben. Voor de analyse op (kationisch, anionisch en nonionisch) detergënten is onvoldoende resterend monstermateriaal beschikbaar. Om deze reden zijn detergënten niet geanalyseerd. Olie en vetten (PE extraheerbaar) en hogere vetzuren (koolstofketens: C₆-C₂₂) lijken te kunnen zorgen voor een hogere CZV/TOC verhouding en zijn om deze reden ter analyse aangeboden.

3. RESULTATEN AANVULLENDE ANALYSES

In navolgende figuur zijn van de betreffende meetdagen de olie en vetten tezamen met de TOC van de hogere vetzuren uitgezet tegenover de CZV/TOC verhouding. De parameter hogere vetzuren bestaat uit 15 verschillende parameters (koolstofketens C₆ tot en met C₂₂). Voor de overzichtelijkheid is de som van de TOC-gehalte van al deze parameters berekend. In bijlage 6A zijn de volledige analysesresultaten opgenomen.



Vanuit de voorgaande figuren valt het volgende af te leiden:

- Olie en vetten
 - Concentratie ligt tussen de 50 en 100 mg/l.
 - De spreiding in de gemeten concentraties is relatief groot. Drie bemonsteringsdagen hebben gehalte boven de 100 mg/l, maar hebben geen invloed op de CZV/TOC verhouding. Daarmee kan worden geconcludeerd dat er geen relatie is tussen hoge CZV/TOC en de parameter “olie en vetten”.
- Hogere vetzuren
 - Concentratie ligt tussen de 5 tot 40 mg C/l.
 - De spreiding in de gemeten concentraties is relatief groot. De bemonsteringsdagen met een lage hoeveelheid hogere vetzuren (<10 mg/l) hebben voornamelijk ook een lage CZV/TOC verhouding. Daarmee kan worden gesteld dat de hogere vetzuren een ‘zwakke’ relatie hebben op de CZV/TOC verhouding in huishoudelijk afvalwater. De relatie is echter zo zwak dat de hoge verhouding CZV/TOC hierdoor niet kan worden verklaard.

4. CONCLUSIE

Vanuit het voorgaande kan worden gesteld dat de hoge CZV/TOC verhouding geen verband heeft met de parameters “olie en vetten” en “hogere vetzuren” en dat hiermee dus geen verklaring kan worden gegeven voor de geconstateerde hoge CZV/TOC verhouding bij het meetonderzoek.

BIJLAGE 6A

MEETRESULTATEN VAN PARAMETERS “OLIE EN VETTEN” EN “HOGERE VETZUREN”

		Emmeloord Emmelhage					
Bemonsteringsdag:	Eenheid	6/9 - 7/9	15/9 - 16/9	19/9 - 20/9	21/9 - 22/9	25/9 - 26/9	27/9 - 28/9
Olie en vetten (PE extraheerbaar)	mg/l	50	49	52	73	85	62
Hogere vetzuren							
Hexaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Heptaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Octaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Nonaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Decaanzuur	mg/l	0,14	0,056	< 0,04	0,041	< 0,04	0,089
Undeceenzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Undecaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Dodecaanzuur	mg/l	1,3	0,57	0,42	0,68	2,8	1,6
Tetradecaanzuur	mg/l	2,6	1,5	1,2	1,8	1,3	3,3
Hexadecaanzuur	mg/l	7,9	6,3	4,5	6,7	3,5	11
Octadecaanzuur	mg/l	3,9	3,2	2,7	4,2	3,8	5,4
Oliezuur	mg/l	2,7	2	1,5	2,1	1,4	3,6
Linolzuur	mg/l	0,82	0,58	0,41	0,6	0,41	0,95
Eicosaanzuur	mg/l	0,23	0,14	0,13	0,19	0,16	0,39
Docosaanzuur	mg/l	0,18	0,13	0,11	0,16	0,17	0,22

		Almere Bloemenbuurt					
Bemonsteringsdag:	Eenheid	12/9 - 13/9	19/9 - 20/9	21/9 - 22/9	24/9 - 25/9	25/9 - 26/9	27/9 - 28/9
Olie en vetten (PE extraheerbaar)	mg/l	85	74	78	62	96	76
Hogere vetzuren							
Hexaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Heptaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Octaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Nonaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Decaanzuur	mg/l	< 0,04	0,34	0,08	< 0,04	< 0,04	0,24
Undeceenzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Undecaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,004
Dodecaanzuur	mg/l	0,3	1,7	0,57	0,08	0,19	2
Tetradecaanzuur	mg/l	0,97	2,8	1,6	0,27	0,59	2,9
Hexadecaanzuur	mg/l	6,8	9,7	9,7	2,3	3,7	11
Octadecaanzuur	mg/l	6,6	5,4	5,7	2,3	3,5	6,1
Oliezuur	mg/l	1,2	2,6	2,1	0,36	0,74	2,8
Linolzuur	mg/l	0,82	0,81	1	0,2	0,52	1,1
Eicosaanzuur	mg/l	0,33	0,35	0,37	0,11	0,17	0,63
Docosaanzuur	mg/l	0,29	0,19	0,22	0,13	0,18	0,23

Almere Landgoederenbuurt							
Bemonsteringsdag:	Eenheid	25/9 - 26/9	6/9 - 7/9	12/9 -13/9	15/9 - 16/9	19/9 - 20/9	24/9 - 25/9
Olie en vetten (PE extraheerbaar)	mg/l	92	94	90	130	200	99
Hogere vetzuren							
Hexaanzuur	mg/l	< 0,04	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Heptaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Octaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,68
Nonaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Decaanzuur	mg/l	0,09	< 0,14	0,19	0,33	0,2	0,76
Undeecaanzuur	mg/l	< 0,04	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Undecaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Dodecaanzuur	mg/l	2,4	< 1,5	1,5	2,1	1,7	1,1
Tetradecaanzuur	mg/l	6,2	2,8	3	3,5	3,2	2,2
Hexadecaanzuur	mg/l	61	13	13	17	14	11
Octadecaanzuur	mg/l	15	6,3	6	7,1	6,5	5,8
Oliezuur	mg/l	7,2	4,1	3,7	4,8	3,8	3,4
Linolzuur	mg/l	3,2	2,1	2	3,1	1,6	1,4
Eicosaanzuur	mg/l	1,8	0,6	0,68	0,73	0,67	0,68
Docosaanzuur	mg/l	0,81	0,26	0,28	0,3	0,29	0,23

Amersfoort Vathorst							
Bemonsteringsdag:	Eenheid	8/9 - 9/9	9/9 - 10/9	12/9 - 13/9	16/9 - 17/9	28/9 - 29/9	29/9 - 30/9
Olie en vetten (PE extraheerbaar)	mg/l	94	66	84	230	80	49
Hogere vetzuren							
Hexaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Heptaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Octaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Nonaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Decaanzuur	mg/l	0,07	< 0,04	0,07	0,13	0,08	< 0,04
Undeecaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Undecaanzuur	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Dodecaanzuur	mg/l	1,8	0,66	1,2	2,8	1,9	0,11
Tetradecaanzuur	mg/l	3,3	2,2	2,8	3,6	2,5	0,34
Hexadecaanzuur	mg/l	12	11	12	19	11	3
Octadecaanzuur	mg/l	5,9	6,4	5,9	7,8	7	4,6
Oliezuur	mg/l	5,5	4	6	8,1	6,7	1,2
Linolzuur	mg/l	3,1	2	2,9	3,5	2,3	0,68
Eicosaanzuur	mg/l	0,71	0,34	0,22	1,7	0,75	0,24
Docosaanzuur	mg/l	0,26	0,26	0,28	0,37	0,28	0,27

Amsterdam Gein							
Bemonsteringsdag:	Eenheid	12/9 - 13/9	19/9 - 20/9	22/9 - 23/9	23/9 - 24/9	30/9 - 1/10	2/10 - 3/10
Olie en vetten (PE extraheerbaar)	mg/l	83	82	78	68	83	84
Hogere vetzuren							
Hexaanzuur	mg/l	< 0,004	0,0052	0,0072	0,0045	< 0,004	< 0,04
Heptaanzuur	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,04
Octaanzuur	mg/l	0,015	0,014	0,24	0,12	0,011	< 0,04
Nonaanzuur	mg/l	0,0045	0,0042	0,014	0,0051	< 0,004	< 0,04
Decaanzuur	mg/l	0,11	0,11	0,24	0,29	0,087	0,07
Undeecaanzuur	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,04
Undecaanzuur	mg/l	0,012	0,018	0,018	0,016	0,01	< 0,04
Dodecaanzuur	mg/l	0,93	0,76	0,092	1,5	1,4	1,4
Tetradecaanzuur	mg/l	1,6	1,3	0,16	2,1	1,6	2,1
Hexadecaanzuur	mg/l	8,2	6,9	0,71	9,3	7,7	8,9
Octadecaanzuur	mg/l	3,7	2,9	0,32	4,3	4,5	4
Oliezuur	mg/l	4	2,7	0,28	4,2	6,3	4,3
Linolzuur	mg/l	4,7	1,5	0,15	4,3	2,5	2
Eicosaanzuur	mg/l	0,66	0,46	0,46	0,64	0,77	0,58
Docosaanzuur	mg/l	0,14	0,11	0,12	0,16	0,17	0,18