

# Actualisatie ammonium

Inventarisatie bron vs. overschrijdingen in beheergebied

Periode 2015-2020



# Colofon

---

**Datum:**

1 december 2021

**Opdrachtgever:**

Carlo Rutjes  
afdeling Onderzoek & Monitoring

**Auteur:**

Hanneke van Zuilichem  
afdeling Onderzoek & Monitoring

**Co-lezers**

Wim van der Hulst  
afdeling Onderzoek Advies Zuiveren

Luuk van Gerven  
afdeling Onderzoek & Monitoring

**Met bijdrage van:**

Koen Dorn & GIS-afdeling t.b.v. analyse relatie met riooloverstorten

*Rapportnummer 207736*

*Deze rapportage en gerelateerde documenten zijn terug te vinden in registratiesysteem DJUMA onder zaaknummer 207559*

Waterschap Aa en Maas  
Pettelaarpark 70  
5216 PP 's-Hertogenbosch  
tel 088-17 88 000

info@aaenmaas.nl  
www.aaenmaas.nl

# Samenvatting

## Aanleiding

Het oppervlaktewater in het beheergebied van waterschap Aa en Maas bevat op veel plekken te veel ammonium, zoals blijkt uit overschrijdingen van de ammonium-normen, zoals gesteld door het Rijk voor specifiek verontreinigende stoffen. Deze normen richten zich op ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), het gasvormige deel van ammonium ( $\text{NH}_4$ ), dat in hoge concentraties schade kan toebrengen aan het onderwaterleven. De norm wordt overschreden wanneer het jaargemiddelde (JGM) groter is dan 0,0041 mg  $\text{NH}_3$ -N/l of de maximale jaarwaarde (MAX) groter is dan 0,0082 mg  $\text{NH}_3$ -N/l. De ammoniakconcentratie neemt toe met toenemende ammoniumconcentratie, een hogere pH en/of een hogere watertemperatuur. Alle drie deze parameters worden daarom meegewogen in de normering.

De problematiek van normoverschrijdingen waren voor waterschap Aa en Maas aanleiding de meetresultaten van het gehele beheergebied over de periode 2008-2013 te evalueren naar bronnen/locatietypes (interne memo 12 november 2013). Uit deze analyse bleek dat de zuiveringen de belangrijkste rol spelen. Op de tweede plaats stond het stedelijk watersysteem en op de derde plaats de landbouw. Natuur bleek geen belangrijke bron van ammonium te zijn.

Kanttekening is dat de groep van meetpunten in het stedelijk watersysteem bestond uit een mix van geïsoleerde vijvers en leggerwaterlopen, al dan niet onder invloed van overstorten. Er is toen niet specifiek gekeken of er een koppeling met type watersysteem of overstorten is te leggen. Op basis van de studie is aanbevolen om de rol van de zuiveringen nader te onderzoeken. Dit is in diverse studies daarna gedaan met in 2021 de start van een meetnet ammoniumsensoren bij rwzi Dinther.

Afdeling O&M heeft ruim 2 jaar geleden een kennisagenda opgesteld, waarin thema-gericht kennisvragen zijn geformuleerd waarop de afdeling op basis van verwachte toekomstige ontwikkelingen zich de komende jaren wil richten. Ammonium is zo'n thema. Daarnaast is ammonium opgenomen in het dossierplan waterkwaliteit van afdeling Beleid & Advies en onder 'need to know' als volgt geformuleerd: '*Ammonium aanpak (grootschalige KRW-norm overschrijdingen!)*'.

Deze gaat breder dan de zuiveringen, waar tot nu toe de meeste aandacht naar uit is gegaan.

Aan de basis van dit ammoniumvraagstuk is behoefte aan een geactualiseerde bronnenanalyse, soortgelijk aan die in 2013 is uitgevoerd, en zal input zijn voor een nadere verdieping in de ammoniumproblematiek en -dynamiek bij andere bronnen dan de zuiveringen.

De conclusies uit voorliggende analyse zijn vooral op hoofdlijnen en richtinggevend aan eventueel nadere vervolgstudies, aangezien deze analyse is uitgevoerd op steekmonsters genomen in het kader van verschillende meetdoelen en is gemeten in verschillende meetfrequenties.

Hierdoor kunnen locaties die niet (regelmatig) in projecten voorkomen mogelijk niet (goed) in beeld komen, oftewel: een onder-, of overschatting geven van de problematiek.

Zowel in de inventarisatie 2008-2013 als in de voorliggende analyse 2015-2020 is een behoorlijk omvangrijke dataset meegenomen. Aangezien de recente inventarisatie in hoofdlijnen op dezelfde conclusies uitkomt (met aanvullende nadere nuanceringen) geeft dit voldoende vertrouwen dat de onderzochte meetpuntengroep voldoende representatief is voor ons beheergebied voor dit type analyse.

## Informatiebehoefte

De hoofdvraag ten aanzien van deze actualisatie is wederom: Wat zijn de belangrijkste emissiebronnen voor ammonium in het beheergebied van waterschap Aa en Maas?, met als deelvragen: 1) Om welke type normoverschrijding gaat het dan? De MAX of de JGM? en 2) In welke mate wordt de norm overschreden?

De analyse is ten opzichte van de versie uit 2013 uitgebreid met een nadere analyse van het type watersysteem in relatie tot ammoniumoverschrijdingen en de rol van inlaatwater en riooloverstorten. Daarnaast is steekproefsgewijs ingezoomd op de achterliggende meetresultaten en opmerkingen bij monsters om inzicht te krijgen waarom de norm voor ammonium wordt overschreden.

## Conclusies

Net als in de analyse over periode 2008-2013 bleek ook nu weer (periode 2015-2020) dat het merendeel van de meetlocaties vooral in door landbouw beïnvloed gebied ligt. Dit is niet verwonderlijk,

gezien het grote aandeel landbouwareaal in ons beheergebied. Om een uitspraak te kunnen doen over de belangrijkheid van een bepaald brongebied (categorie) voor de ammoniumoverschrijdingen, is daarom binnen elke categorie gekeken naar aandeel, type en mate van overschrijdingen.

Op basis van deze nadere detaillering is de top 3 opnieuw bepaald:

1. Rwzi (incl. mix),
2. Stad
3. Landbouw

De categorieën 'stad' en 'landbouw' verschillen niet veel van elkaar. En of het echt om een verschil in plek 2 en 3 gaat, is maar de vraag gezien het relatief lage aantal beschikbare locaties in stedelijk gebied. In elk geval staan ze in de top 3 en boven 'inlaat' en 'natuur'.

Tabel 0: Aandeel meetlocaties binnen een categorie met bepaalde (mate van) overschrijding

Categorie	Locaties met $\geq 50\%$ meetjaren overschrijding in periode 2015-2020		Aandeel locaties met normoverschrijding $\geq 4x$ norm	
	NH4 JGM	NH4 MAX	NH4 JGM	NH4 MAX
rwzi	70%	90%	38%	78%
mix (met rwzi)	44%	67%	17%	63%
stad	36%	36%	25%	31%
<i>geïsoleerd</i>	50%	42%	25%	29%
<i>niet-geïsoleerd</i>	20%	30%	25%	33%
landbouw	20%	36%	19%	36%
inlaat	18%	35%	13%	23%
natuur	21%	37%	0%	29%
<i>geïsoleerd</i>	40%	60%	0%	33%
<i>niet-geïsoleerd</i>	0%	11%	0%	0%



Figuur 0: Procentuele verdeling van type (JGM of MAX) en mate (0,  $\geq 1$ ,  $\geq 2$ ,  $\geq 4$ ,  $\geq 8$ ,  $\geq 16x$ ) van normoverschrijding voor ammonium binnen meetreeksen in eenzelfde groep van meetpunten (categorie)

Zoals in de aanleiding geschetst is, is vooral ammoniak giftig voor het onderwaterleven. De ammoniak concentratie neemt toe met toenemende ammoniumconcentratie, een hogere pH en/of een hogere watertemperatuur. De ammoniumnormering houdt met al deze drie parameters rekening.

Bij de categorie 'rwzi' en meetlocaties die grotendeels door effluent worden beïnvloed (mix) worden de normoverschrijdingen veelal veroorzaakt door de hoge concentratie ammonium (waardoor zowel de JGM als MAX wordt overschreden). Dit bleek al uit eerdere studie en de jaarlijkse toestand en trend analyse van waterkwaliteit rondom effluentlozingspunten: daaruit blijkt dat er benedenstrooms effluentlozingen structureel hogere concentraties worden aangetroffen ten opzichte van incidentele piekwaarden bovenstrooms.

Bij de categorie 'stad' is niet zozeer dat de ammoniak overschrijdingen veroorzaakt worden door hoge concentraties ammonium, maar door een hoge pH (als gevolg van overmatige algengroei) en/of een hoge watertemperatuur in met name de geïsoleerde wateren. Dit in tegenstelling tot categorie 'rwzi', waar de overschrijdingen voornamelijk door hoge concentraties ammonium worden bepaald.

Ook voor 'landbouw' geldt dit, alhoewel de concentraties over het algemeen gemiddeld lager liggen dan bij 'rwzi'. De achterliggende processen binnen categorie 'landbouw' (bv. rol van neerslag en grondwater) zijn niet goed uit de dataset te herleiden.

Ondanks het relatief grote aandeel overschrijdingen binnen de categorie 'inlaatwater' komt deze niet in de top 3, aangezien de mate van overschrijding van de normen binnen deze groep lager ligt. De invloed van natuur blijkt in deze actualisatie beperkt te zijn. Het aandeel locaties met overschrijdingen is weliswaar relatief hoog, de mate van overschrijding is beperkt. Binnen de categorie 'natuur' wordt, evenals bij 'stad', ammonium vooral overschreden in geïsoleerde wateren.

Op basis van de beschikbare gegevens kwam geen relevante rol van overstorten naar voren, hooguit vijf waterlopen met een vermoeden, namelijk Dungense Loop, Schijndelse Loop, Leijgraaf, Stads-Aa en waterslinger Geerpark / Vlijmen Noord. Dit wil niet zeggen dat deze er in de praktijk (lokaal) niet is, maar het ontbreekt momenteel aan voldoende geschikte data om dit te bepalen.

## Aandachtsgebieden

Binnen ons beheergebied zijn er de volgende clusters met structurele hoge normoverschrijdingen:

- Waterlopen benedenstrooms de rwzi's,
- Enkele geïsoleerde plassen in de stad/bebouwd gebied (vijver in Geffen en in Helmond) en in een aantal zwemplassen (Oosterplas, Geffense Plas, Radioplas), Kleine Vilt,
- Waterlopen:
  - Beekerloop
  - Dungense Loop,
  - Diepenhoekse Loop,
  - Eeuwselse Loop,
  - Kievitsloop,
  - Schijndelse Loop,
  - Snelle Loop,
  - Voordeldonkse Broekloop
  - Waterslinger Geerpark / Vlijmen Noord.

Voor een aantal van deze clusters is een duidelijke oorzaak aan te wijzen als effluent of overmatige algengroei met bijkomende pH-stijging (met name in geïsoleerde watersystemen). Voor andere clusters is het minder duidelijk (zoals bij de uitgelichte waterlopen). Op basis van de geografische ligging wijzen de bronnen veelal richting landbouw, al dan niet vermengd met een grondwaterinvloed. Laatste wordt vooral relevant geacht in het zuidelijke deel van ons beheergebied, waar nog resten van veen in de ondergrond zitten. Bij mineralisatie van veen kan ook veel ammonium vrijkomen.

## Aanbeveling

Om een beter inzicht in de rol van rwzi's, landbouw, overstorten, beheer en onderhoud te krijgen, wordt aanbevolen om hier doelgerichte meetnetten voor in te richten waarin hoogfrequent wordt gemonitord. Hier is deels al invulling aan gegeven via het project Sensor Gestuurd Boeren, het meten achter overstorten, en metingen in het oppervlaktewatersysteem rondom rwzi Dinther. Tevens geven dergelijke hoogfrequente metingen een idee van de duur van ammoniumpieken. Deze duur is van belang voor de schade die ammonium kan aanrichten, en kan niet worden bepaald met de maandelijkse steekmonsters die we veelal tot nu toe hanteren.

# Inhoudsopgave

Colofon

Samenvatting

Hoofdstuk 1 Inleiding .....	7
1.1 Aanleiding .....	7
1.2 Informatiebehoefte .....	8
1.3 Onderzoeksvragen .....	8
1.4 Afbakening .....	8
1.5 Reikwijdte en beperking van deze studie .....	9
Hoofdstuk 2 Beoordelingswijze .....	10
2.1 Methode van meetpunt- en monsteselectie .....	10
2.2 Methode van categorisering brongebieden .....	10
2.3 Methode analyse overstorten .....	11
2.4 Methode van totaalbeoordeling .....	11
Hoofdstuk 3 Resultaten .....	12
3.1 Selectie geschikte meetreeksen .....	12
3.2 Kaarten met toetsresultaten ammonium .....	13
3.3 Nadere brontoekenning via categorisering .....	17
3.4 Relatie normoverschrijding met categorie .....	18
3.5 Relatie concentraties met categorie .....	22
3.6 Bevindingen steekproefanalyse meetwaarden .....	23
Hoofdstuk 4 Relatie overstorten met ammonium .....	24
4.1 Resultaat wijze van beoordelen .....	24
4.2 Clusters van aandacht .....	24
Hoofdstuk 5 Discussie .....	26
5.1 Geschiktheid metingen .....	26
5.2 Geschiktheid meetlocaties .....	26
5.3 Oorzaak ammoniumoverschrijdingen .....	26
5.4 Ecologische effecten normoverschrijdingen .....	27
Hoofdstuk 6 Conclusies .....	28
6.1 Type en mate van overschrijding per categorie .....	28
6.2 Belangrijkste emissiebronnen voor ammonium .....	28
6.3 Aandachtsgebieden .....	29
Hoofdstuk 7 Aanbevelingen .....	30
7.1 Rol rwzi's .....	30
7.2 Rol landbouw .....	30
7.3 Rol overstorten .....	30
7.4 Rol beheer en onderhoud .....	30
BIJLAGE 1: Kaarten met toetsresultaten ammonium per jaar .....	32
BIJLAGE 2: Lijst meetlocaties met mate van normoverschrijdingen ammonium .....	38
BIJLAGE 3: Kaarten met mate van normoverschrijding ammonium per jaar .....	42
BIJLAGE 4: Overzicht per categorie van meetlocaties met overschrijdingen .....	48
BIJLAGE 5: Boxplots i.v.m. inzicht spreiding van gemeten waarden en toetswaarden .....	52
BIJLAGE 6: Analyse clusters met aandacht t.a.v. overstorten .....	56
BIJLAGE 7: Beperkingen steekproefanalyse .....	60
BIJLAGE 8: Invloed grondwater .....	61

# Hoofdstuk 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Vanuit het Rijk zijn binnen de specifiek verontreinigende stoffen voor ammonium normen opgesteld. Deze normen richten zich op ammoniak (NH<sub>3</sub>), het gasvormige deel van ammonium (NH<sub>4</sub>), dat in hoge concentraties schade kan toebrengen aan het onderwaterleven. De norm wordt overschreden wanneer het jaargemiddelde (JGM) groter is dan 0,0041 mg NH<sub>3</sub>-N/l of de maximale jaarwaarde (MAX) groter is dan 0,0082 mg NH<sub>3</sub>-N/l. De ammoniakconcentratie neemt toe met toenemende ammoniumconcentratie, een hogere pH en/of een hogere watertemperatuur. Alle drie deze parameters worden daarom meegewogen in deze normering.

Recente studies met de landelijk ontwikkelde KRW-verkenner laten zien dat er een substantieel effect op de ecologie is van ammonium en ammoniak bij waterschap Aa en Maas. In ons beheergebied worden vrij veel overschrijdingen worden aangetroffen ten aanzien van ammonium: zowel de norm voor de jaargemiddelde als de maximaal toelaatbare concentratie, resp. JGM en MAX.<sup>1</sup> De problematiek van normoverschrijdingen waren voor waterschap Aa en Maas aanleiding de meetresultaten van het gehele beheergebied over de periode 2008-2013 te evalueren naar bronnen/locatietypes (interne memo 12 november 2013). Uit deze analyse bleek dat de zuiveringen een belangrijke rol spelen (tabel 1).

Tabel 1: Inventarisatie bronnen\* ammonium (interne memo 2008-2013 waterschap Aa en Maas)

Mogelijke (belangrijkste) bron	Totaal aantal locaties per categorie	Locatie met meerjarige overschrijding			
		NH4 JGM		NH4 MAX	
		aantal	%	aantal	%
Rwzi	20	5	25	11	55
Mix (maar vermoeden rwzi belangrijkste)	41	7	17	10	24
Watersysteem - stad	65	7	11	10	15
Landbouw	166	7	4	13	8
Watersysteem - natuur	21	1	5	1	5

\*: Belangrijk hierbij is om te realiseren dat bij locatietype 'Watersysteem - stad' niet specifiek gekeken is of er een koppeling met overstorten is te leggen, maar dat gaat het om een mix van geïsoleerde vijvers, leggerwaterlopen, al dan niet onder invloed van overstorten.

Daarom zijn in resp. 2014 en 2017 de meetresultaten van de rwzi's verder uiteengegemaakt (resp. over periode 2008-2013 en latere over periode 2014-2016). Deze analyse ging op aspecten zoals:

- type normoverschrijdingen (JGM en/of MAX),
- mate van normoverschrijdingen (hoe vaak en hoe sterk wordt de norm overschreden),
- relatie tussen hoogste waarden en piekevents (regen),
- is ammonium hoog of eigenlijk meer de pH,
- zit er verschil zomer/winter,
- tot hoe ver benedenstrooms zijn overschrijdingen van een rwzi terug te meten.

Tevens wordt sinds 2021 in de jaarrapportages omtrent de ontwikkeling van de waterkwaliteit nabij in oppervlaktewater en effluent van onze rwzi's uitgebreid de ontwikkelingen in ammonium en ammoniak besproken in relatie tot normoverschrijdingen voor ammonium.<sup>2</sup> Daaruit bleek dat er benedenstrooms effluentlozingen structureel hogere concentraties worden aangetroffen ten opzichte van incidentele piekwaarden bovenstrooms.

Agendering van de bevindingen uit bovenstaande inventarisaties bij Beleid & Advies (B&A) c.q. Advies Zuiveren (AZ) heeft ertoe geleid dat ammonium genoemd wordt als aandachtspunt. Doorpakken naar maatregelen, emissiereductiedoelen o.i.d. heeft nog niet plaats gevonden. Ammonium wordt dus wel benoemd tot prioriteit maar er wordt nog niet gehandeld alsof het prioriteit heeft. Voor de prioritering van de problematiek hebben B&A / AZ aan O&M gevraagd om de normstelling te bezien, oftewel: dit landelijk aan te kaarten. "Eerste globale indrukken" van mogelijk resultaat is niet dat er een forse versoepeling van normen erin zit (persoonlijke inschattingen eind 2019 van V.d. Wal (STOWA), Evers (RHDHV), Maas (RWS) en Osté (Deltares)).

<sup>1</sup> Overigens dient een water aan beide normen te voldoen (principe one out = all out)

<sup>2</sup> Zuilichem, H. van & K. Bertens-Zorzano, 2021. Ontwikkeling van de kwaliteit van oppervlaktewater en effluent bij rwzi's, periode 2011 -2020, interne rapportage Waterschap Aa en Maas

In februari 2021 is een 'Actieplan Ammonium' opgesteld door (Deltares, 15 februari 2021) om de ammoniumproblematiek weer landelijk op de kaart te zetten, aangezien alle waterbeheerders hier mee te maken hebben. Najaar 2021 wordt er nog een prioriterings- en concretiseringslag uitgevoerd op dit actieplan. Dat moet duidelijker maken wie wat wanneer gaat doen en betalen. Daarvoor is opdracht gegeven aan Arcadis. In de begeleidingsgroep zitten diverse waterschappen en STOWA (mededeling J. Hin, 19 augustus 2021). Vanuit Aa en Maas zit Wim van der Hulst in deze begeleidingscommissie (met als vervanger Luuk van Gerven).

## 1.2 Informatiebehoefte

Afdeling O&M heeft ruim 2 jaar geleden een kennisagenda opgesteld, waarin thema-gericht kennisvragen zijn geformuleerd waarop de afdeling op basis van verwachte toekomstige ontwikkelingen zich de komende jaren op wil richten. Ammonium is ook benoemd, onder meer via de kennisvragen:

*'Wat zijn emissiebronnen van ammonium in ons beheergebied?'*

*'Welke bronnen moeten gesaneerd worden om ammoniumoverschrijdingen te voorkomen?'*

Daarnaast is ammonium opgenomen in het dossierplan waterkwaliteit van afdeling Beleid & Advies en onder 'need to know' als volgt geformuleerd: *'Ammonium aanpak (grootschalige KRW-norm overschrijdingen!)*'.

Aan de basis van dit ammoniumvraagstuk is behoefte aan een geactualiseerde bronnenanalyse, soortgelijk aan die in 2013 is uitgevoerd. Deze eerder uitgevoerde analyse is namelijk alweer gedateerd, de opdeling naar bronnen is soms te grof (bv. bron 'overstorten' ontbreekt) en alleen de bron 'zuiveringen' is nader uitgewerkt en geprioriteerd. Deze actualisatie zal input zijn voor prioritering van en richting geven aan nader onderzoek en/of acties.

## 1.3 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag is: Wat zijn de belangrijkste emissiebronnen voor ammonium in ons beheergebied?

In voorliggende analyse wordt antwoord gegeven op de volgende deelvragen:

- 1) In welke mate spelen de volgende bron(gebieden) een rol in de overschrijding van ammonium in het oppervlaktewater van waterschap Aa en Maas:
  - a. Rwzi,
  - b. Landbouw,
  - c. Stad,
  - d. Natuur,
  - e. Inlaatwater
  - f. Overstorten.
  
- 2) Per categorie nader gespecificeerd:
  - a. Om welk type overschrijding het gaat (vooral JGM of vooral MAX),
  - b. In welke mate de ammoniumnorm overschreden wordt,

## 1.4 Afbakening

- Er wordt gekeken naar de geografische ligging van een meetlocatie ten opzichte van een bepaalde bron (of brongebied) van ammonium. Dit zegt niet altijd iets over de exacte emissiebron van ammonium of de oorzaak van de ammoniumoverschrijding, maar geeft wel een hoofdrichting;
- Er wordt in de basis alleen gekeken naar de parameters ammonium en de norm-gerelateerde parameters pH en watertemperatuur gemeten via steekmonsters<sup>3</sup>;
- Er wordt gekeken naar het optreden van normoverschrijdingen uitgaande van de normen gesteld door het Rijk voor specifiek verontreinigende stoffen. Deze normen richten zich op ammoniak (NH<sub>3</sub>), het gasvormige deel van ammonium (NH<sub>4</sub>), dat in hoge concentraties schade kan toebrengen aan het onderwaterleven. De norm wordt overschreden wanneer het jaargemiddelde (JGM) groter is dan 0,0041 mg NH<sub>3</sub>-N/l of de maximale jaarwaarde (MAX) groter is dan 0,0082 mg

<sup>3</sup> pH en watertemperatuur bepalen de normwaarde voor ammonium op dat moment



NH<sub>3</sub>-N/l. De ammoniakconcentratie neemt toe met toenemende ammoniumconcentratie, een hogere pH en een hogere watertemperatuur. Deze normering is gebaseerd op steekmonsters;

- Uitgangspunt is alle waterkwaliteitsmeetpunten in het beheergebied bemeten in de periode 2015-2020 (laatste 6 jaar) beschikbaar via de waterkwaliteitsdatabase ZICHT;
- Alleen meetlocaties die in de afgelopen 6 jaar in minimaal twee meetjaren gemonitord zijn, zijn meegenomen. Per meetjaar dient per meetlocatie minimaal 3 metingen beschikbaar te zijn en is vooral bedoeld om hiermee nog voldoende water bebouwd gebied mee te krijgen in de dataset (deze worden namelijk veelal alleen in een deel van het zomerhalfjaar bemonsterd);
- Bekend is dat bepaalde onderhoudsmaatregelen ook kunnen leiden tot ammoniumpieken, zoals baggeren en maaiwerkzaamheden (o.a. ervaring bij online meten bij waterschap De Dommel). Deze oorzaken van ammoniumpieken kunnen niet goed worden meegenomen (vanwege de basis van willekeurig genomen steekmonsters en onvoldoende data beschikbaar per specifiek 'event'), maar wordt verder opgepakt binnen de kennisvraag 'Effect van maaien en baggeren op ecologie en fysisch-chemische waterkwaliteit' onder thema 'Beheer en Onderhoud' op de kennisagenda van de afdeling O&M. Daarbinnen wordt dan kennis opgedaan m.b.t. verschillen tussen situaties, tussen systemen (bv. verschillen in omvang, wijze van maaien). Dat bepaalt ook de prioriteit per systeem.

Soortgelijk geldt voor indirecte effecten op de verhouding ammonium/ammoniak in situaties met kroosdekken of (blauw)algenbloei, waardoor resp. door zuurstofloosheid (kroosdek, stilstaand water) anaerobe situaties kunnen ontstaan of de pH zal stijgen (algenbloei), evenals het effect van neerslag ten tijde of vlak voor een bemonstering.

Wel is in de beschikbare dataset steekproefsgewijs bekeken of dergelijke situaties ten tijde van monsternamen hebben gespeeld en of uit de dataset conclusies of signalen uit te halen zijn voor vervolgstudies;

- In het plan van aanpak werd oorspronkelijk aangegeven dat de wens was om ook uit de dataset antwoord te geven per bron: in welke mate de norm wordt overschreden in detail van frequentie, in hoeverre er een seizoenpatroon is te herkennen en er een relatie is tussen regenval of maaien van waterlopen en piekmetingen.

Zoals bij voorgaande punt al benoemd, is gezien de samenstelling van de dataset (zie ook hierna bij 'Aandachtspunten') dit een te grofmazige dataset is om momenten van regenval of maaien te kunnen analyseren. Dit type vragen zijn daarom beter geschikt voor de latere verdieping in vervolgprojecten (zoals in de al gestart sensorenprojecten nabij overstorten, agrarische activiteiten (Sensor Gestuurd Boeren) en effluentlozingen van onze rwzi's (met als eerste rwzi Dinther).

Wel zal op basis van steekproef op locaties met overschrijdingen nader ingezoomd worden op de individuele bemonsteringsmomenten (bv. gericht op locaties en meetreeksen die er opvallend negatief uitspringen).

## 1.5 Reikwijdte en beperking van deze studie

De conclusies uit voorliggende analyse zijn vooral op hoofdlijnen zijn en richtinggevend aan eventueel nadere vervolgstudies, aangezien:

- deze analyse is uitgevoerd op locaties waar voor verschillende meetdoelen op willekeurige momenten van de dag en in verschillende frequenties is gemeten;
- een groot deel van de waterlopen intensiever gemonitord wordt dan andere waterlopen (oftewel: meer meetreeksen beschikbaar), waardoor de trefkans voor normoverschrijdingen hoger wordt en waardoor bepaalde locaties die niet (regelmatig) in projecten voorkomen (maar mogelijk wel normoverschrijdingen kennen) niet (goed) in beeld kunnen komen;
- er een aantal kanttekeningen, aannames en beperkingen te plaatsen zijn bij de wijze van meetpuntencategorisering en bepaling van (potentiële) bronnen voor ammonium. Zie details verderop in dit verslag (met name onderdeel 'Discussie').

# Hoofdstuk 2 Beoordelingswijze

## 2.1 Methode van meetpunt- en monsterselectie

De volgende stappen zijn doorlopen bij het verkrijgen van de basisdataset voor analyse:

- Export maken van alle beschikbare meetlocaties uit de waterkwaliteitsdatabase ZICHT van NH<sub>4</sub>, pH en T voor de toetsing in Aquokit van ammonium gemeten in de periode 2015-2020;
- Selectie maken van meetlocaties en meetreeksen die voldoen aan de criteria benoemd in de afbakening, oftewel:
  - meetlocaties die in de afgelopen 6 jaar in minimaal twee meetjaren gemonitord zijn,
  - meetreeksen van deze meetlocatie moeten binnen een jaar minimaal 3 monsters hebben;
- De toetstabel van Aquokit doornemen welke meetlocaties dan nog afvallen (in verband met niet toetsbare reeksen, te weinig monsters);
- Op basis van de verkregen meetpuntenlijst een databestand maken met daarin alle individuele resultaten van bruikbare meetreeksen van pH, zuurstof en ammonium voor de steekproefanalyse.

## 2.2 Methode van categorisering brongebieden

Allereerst zijn aan alle meetpunten enkele basiseigenschappen toegekend, namelijk: KRW-type en type watersysteem.

Vervolgens is op basis van de lijst van de geselecteerde meetlocaties met behulp van relevante kaartlagen in GIS en Geoweb een overheersende bron/invloed voor ammonium toegekend voor het betreffende watersysteem waarin het meetpunt ligt. Daarbij zijn de hoofdcategorieën gehanteerd, zoals benoemd bij de onderzoeksvragen en in hoofdlijnen de werkwijze aangehouden, zoals die bij de vorige studie is uitgevoerd, met als extra categorieën 'inlaat' en 'overstorten'.

De volgende randvoorwaarden en aannames zijn gemaakt om tot een zo objectief mogelijke wijze meetlocaties te categoriseren ten aanzien van potentiële bronnen/invloeden:

1. Bij geïsoleerd water worden alle geografisch gerelateerd bronnen genoteerd die direct in de omgeving van de plas liggen,
2. Bij niet-geïsoleerd water worden de geografische bronnen ('rwzi', 'natuur', 'stad', 'landbouw' en 'inlaat') genoteerd die direct in de omgeving van de meetlocatie ligt én wordt het bovenstrooms gebied ook mee beoordeeld.

Tot hoever worden bovenstroomse zaken dan meegerekend?

Daarvoor zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:

- Categorie telt pas mee wanneer deze minimaal 50% van totale aangrenzend oppervlakte betreft, waarbij bovenstrooms wordt meegerekend tot de instroom van een grotere zijwatergang,
- Indien twee categorie toegekend kunnen worden, dan proberen aangeven welke van de twee overheersend wordt verwacht, zoals bv.: mix landbouw-natuur of mix rwzi-landbouw. Dit is gebaseerd op expert-judgement en is een combinatie van ligging en mate van aangetroffen overschrijdingen. Deze volgorde blijft arbitrair en is later gekeken in de verdere analyse in hoeverre hier nog rekening mee gehouden zou worden,
- Bij het maken van 'mix-groepen' is erop gelet of dit vergelijkbaarheid was met methode in verleden. Gedurende het proces bleek dat het beter was om een nadere verfijning te maken en zijn er meerdere combinaties ontstaan, zoals: 'rwzi-landbouw', 'landbouw-natuur' en 'inlaat-landbouw',
- Bedenk dat de categorie 'stad' alleen aangeeft of er een bebouwd gebied ligt. Of dat gebied wel of niet een gescheiden regenwaterriool kent, rechte, harde taluds of niet, e.d. is allemaal niet bekeken. Een eventuele invloed van overstorten is op een andere manier toegekend en is niet gekoppeld aan het feit of een locatie al dan niet in de stad ligt. Er spelen hier nog andere factoren (zoals type overstort), die het maken dat een extra slag nodig is om een overstort al dan niet te koppelen is aan een bepaalde meetlocatie. Voor overstorten is daartoe een aanvullende analyse gemaakt (zie volgende paragraaf).

## 2.3 Methode analyse overstorten

Ten behoeve van het kunnen leggen van een relatie tussen overstorten en overschrijdingen voor de normen van ammonium is een aparte analyse gemaakt. Aanname/uitgangspunt hierbij waren:

- Alleen overstorten van vuilwater of gemende stelsels zijn meegenomen, omdat hier de grootste invloed van wordt verwacht op het oppervlaktewatersysteem ten opzichte van hemelwater overstorten.
- Het effect van een overstort is opgesplitst in twee werkingsmechanismen in relatie tot ammonium:
  - $\text{NH}_4$  komt direct vrij als ion tijdens een overstortgebeurtenis,
  - $\text{NH}_4$  komt later vrij via bezonken materiaal (bij anaerobe afbraak in slib).

Over vrije  $\text{NH}_4$  is niet een algemene regel te geven tot hoe ver je dat zou terug kunnen meten. Dit hangt van verschillende andere factoren af (zoals type waterloop, stroomsnelheid, debiet, seizoen etc.). Oftewel: er is geen zinnige, simplistische afbakening te geven wanneer je een overstort nog wel of niet kan toekennen als mogelijk relevante factor voor een meetlocatie. Dit staat nog los van het feit dat het ontbreekt aan gebiedsdekkende gegevens ten tijde van een overstortgebeurtenis.

Het ammonium dat in tweede instantie vrij kan komen uit bezonken slib, daar kun je op basis van enkele uitgangspunten en aannames wel een afbakening voor geven in het kader van deze bronneninventarisatie. Deze zijn als volgt:

- Op basis van de overstort- en mengschatter<sup>4</sup> is bepaald bij welke overstorten (in theorie) veel bezinksel zou moeten liggen,
- Alleen overstorten van gemengde en verbeterd gemengde stelsels zijn meegenomen,
- Een waterkwaliteitsmeetpunt is aan een overstort gekoppeld indien deze tot maximaal 5 km benedenstreams deze overstort ligt.

Aan de overstorten is als een wegingsfactor meegegeven om een inschatting te maken van de mate van belasting van het oppervlaktewater: In totaal zijn ruim 400 overstorten beschouwd. Via de volgende methoden is de vuiluitstoot berekend.

- Overstortschatter neerslag uit 2017 t/m 2019 → bepalen top 100 van grootste overstort,
- Scenario 40 mm neerslag doorgerekend door overstortschatter → bepalen top 100,

De vuiluitstoot binnen elke methode is gesorteerd van groot naar klein en voorzien van een rangnummer. Daarna is per overstort geteld binnen hoeveel van de gebruikte methoden de bewuste overstort in de top 100 viel. Door optelling van de rangnummers heeft elke overstort een totaalscore gekregen (0, 1, 2, of 3), waarbij het hoogste nummer de grootste kans op een grote vuilvracht aangeeft. Er is hierbij geen rekening gehouden met op welk type watersysteem de overstort in uitkomt. Bijvoorbeeld als deze uitkomt op een groot kanaal dan zal de uiteindelijke invloed geringer zijn dan wanneer deze uitkomt op een sloot. Hierop kan bij de nadere analyse gecorrigeerd worden bij de interpretatie en duiding van de gevonden relaties.

## 2.4 Methode van totaalbeoordeling

Er is op twee niveaus gekeken om oorzaken/bronnen te koppelen aan ammoniumoverschrijdingen:

1<sup>e</sup> analyse op alle locaties uit de basisdataset met geschikte meetreeksen in relatie tot wel of niet overschrijding van de normen voor ammonium en in welke mate. Dit is gebeurd op basis van een vergelijkbare methode als bij de analyse over periode 2008-2013, maar met een aanvulling voor categorie 'inlaatwater' en een nadere nuancering ten aanzien van riooloverstorten.

Het bepalen van de volgorde van belangrijkheid van de gedefinieerde meetpuntgroepen (oftewel: categorieën/bronnen) is een combinatie van het aandeel overschrijdingen binnen een categorie uitgesplitst naar JGM en MAX en de mate van overschrijding.

2<sup>e</sup> analyse binnen een groep van locaties met overschrijdingen door specifiek in te zoomen op de meetreeksen die hebben geleid tot een normoverschrijdingen. Hierbij is op basis van de beschikbare informatie de meest waarschijnlijke bron of oorzaak van de overschrijding aangeven met als doel om de theorie achter de potentiële bronnen/brongebieden te checken. Daarbij is bijvoorbeeld gekeken naar de watertemperatuur, de pH, of er sprake was van blauwalg, maaierkzaamheden, neerslag (i.v.m. uitspoeling landbouw). Neerslag is gecheckt via de radark kaart in Hydronet.

---

<sup>4</sup> Overstortschatter = A&M-tool in beheer bij datalab / Mengschatter = A&M-tool in beheer bij Koen Dorn

## Hoofdstuk 3 Resultaten

### 3.1 Selectie geschikte meetreeksen

In totaal bleek dat er op 342 verschillende meetlocaties in afgelopen 6 jaar ammonium gemeten te zijn. Na selectie op tegelijkertijd beschikbaar zijn van T en pH, minimaal 2 meetjaren en minimaal 3 metingen per jaar, bleven er 190 geschikte meetlocaties over.<sup>5</sup> Tabel 2 geeft aan hoe deze verdeeld zijn over type watersysteem.

Tabel 2: Verdeling van aantal geschikte locaties over de verschillende watersysteem typen

Watersysteem	Totaal
Geïsoleerde wateren (9 stadswateren, 11 meren en 2 vennen)	22
Relicten en oude meanders (De Vilt oost en west, Kleine Vilt en Meander Assendelft)	4
Sloten en kanalen	83
Stromend water	81
<b>TOTAAL</b>	<b>190</b>

In totaal leverde dit 1463 beschikbare jaarlijkse meetreeksen op voor toetsen en verdere analyse voor JGM (737) en/of MAX (726).<sup>6</sup> Dat het aantal meetreeksen voor JGM en MAX niet aan elkaar gelijk is, wordt veroorzaakt doordat bij de toetsing aan de MAX geen waarden meegenomen worden die onder de rapportagegrens lagen (<). Voor toetsing aan de JGM worden deze waarden wel meegenomen (zie de specificatie voor toetsing op [www.aquokit.nl](http://www.aquokit.nl)).

Tabel 2 geeft weer hoeveel locaties per jaar zijn onderzocht en bij welk aandeel van deze locaties een normoverschrijding voor NH<sub>4</sub> is aangetroffen. Gemiddeld gezien voldoet op 75% van de locaties aan de norm voor JGM en 25% niet. Voor de MAX norm is voldoet 61% wel en 39% niet.

Omdat geldt 'One out = All out' kan dus geconcludeerd worden dat op ca. 40% van de meetreeksen niet aan de norm voor ammonium wordt voldaan, ongeacht watertype. Van alle 190 meetlocaties in de periode 2015-2020 bemeten, lieten 127 verschillende locaties één of meerdere jaren een overschrijding voor JGM en/of MAX zien (= 66% van alle meetlocaties). Daarvan hadden er 85 locaties in één of meerdere jaren een overschrijding voor de JGM (= 67%) en 125 voor de MAX (= 98%).

Tabel 2: Aantal getoetste locaties en procentueel aandeel met bepaald toetsresultaat NH<sub>4</sub> per jaar en over 6 jaar

Norm	Beoordeling	Jaar						TOTAAL
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	
JGM	Voldoet	78%	81%	72%	73%	75%	74%	75%
	Voldoet niet	22%	19%	28%	27%	25%	26%	25%
<b>TOTAAL</b>	<b>JGM</b>	<b>115</b>	<b>113</b>	<b>116</b>	<b>118</b>	<b>136</b>	<b>139</b>	<b>737</b>
MAX	Voldoet	65%	72%	63%	55%	53%	62%	61%
	Voldoet niet	35%	28%	37%	45%	47%	38%	39%
<b>TOTAAL</b>	<b>MAX</b>	<b>113</b>	<b>112</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>726</b>

Dit geeft hetzelfde beeld voor JGM ten opzichte van de inventarisatie in 2008-2013. Voor MAX is toename te zien naar procentueel meer locaties die niet voldoen (verschuiving van 24 naar 39%).

Wanneer bekeken wordt hoe dat zich verhoudt wanneer meetreeksen van M- en R-typen van de afgelopen 6 jaar samen met elkaar vergeleken worden, dan is deze verhouding hetzelfde is. Oftewel: in zowel M- als R-typen worden vergelijkbare aantallen overschrijdingen aangetroffen (tabel 3).

<sup>5</sup> Er bleken 31 meetlocaties te zijn met 0 geschikte meetreeksen (bv. door wel NH<sub>4</sub> gemeten maar geen T en/of pH) en 121 meetlocaties met 1 meetjaar (m.n. in 2015 veel locaties afgevallen, specifieke projectlocaties): daarmee 342 – 31 – 121 = 190

<sup>6</sup> Ter vergelijking met de inventarisatie in 2008-2013 zijn in totaal 335 verschillende meetlocaties meegenomen en in totaal 1822 meetreeksen voor JGM en MAX gezamenlijk (911 per type toetsing afzonderlijk).

Tabel 3: Aantal getoetste meetreeksen en procentueel aandeel 'voldoet' of 'voldoet niet' over de R- en M-type

Norm	Beoordeling	KRW-hoofdtype		TOTAAL
		M	R	
JGM	Voldoet	75%	77%	75%
	Voldoet niet	25%	23%	25%
<b>TOTAAL</b>		<b>420</b>	<b>317</b>	<b>737</b>
MAX	Voldoet	60%	63%	61%
	Voldoet niet	40%	37%	39%
<b>TOTAAL</b>		<b>410</b>	<b>316</b>	<b>726</b>

Binnen de groep van locaties met overschrijdingen kan de situatie dat komen door:

- een structureel hogere concentratie NH<sub>4</sub> en/of
- meerdere hogere piekwaarden, waarbij de norm voor MAX wordt overschreden en/of
- één of twee extreem hoge concentraties voor ammonium, waardoor het jaargemiddelde omhoog wordt getrokken en de norm voor JGM overschreden wordt.

Deze patronen kunnen wijzen in een bepaalde richting van een bron (bv. incidenteel extreem hoge waarde door calamiteit mestverwerker of meer verhoogde waarden door een structurele puntbron).

### 3.2 Kaarten met toetsresultaten ammonium

Op 66% van de locaties niet wordt niet voldaan aan de ammoniumnormen:

- Wat is af te leiden uit deze locatie van deze overschrijdingen in ons beheergebied?
- Zijn ze vooral geconcentreerd in bepaalde gebieden?
- Zijn daarvoor de belangrijkste bronnen te achterhalen?

In figuur 1 zijn twee samenvattende kaarten getoond met alle meetlocaties die getoetst konden worden op ammonium in de afgelopen 6 jaar op JGM en/of MAX voor ammonium met het resultaat. Wat meteen opvalt is dat het gros van de meetlocaties in KRW-lichamen liggen. Dit is omdat het waterschap juist daar de waterkwaliteit goed in de gaten wil houden.

In bijlage 1 zijn de kaarten per jaar getoond. In de loop van de jaren is in enkele regio's op meer locaties gemonitord en zijn er rode stippen (= normoverschrijdingen) bijkomen. Dit wil niet per definitie zeggen dat er meer waterlopen met normoverschrijdingen zijn bijgekomen. Met name vanaf 2019 betreffen deze aanvullende meetlocaties uitbreidingen op bestaande projectmeetnetten, waarbij meer meetpunten in dezelfde waterloop worden bemonsterd. Een goed voorbeeld is het projectmeetnet rondom onze zuiveringen. De locatie van de rwzi's zijn ter oriëntatie opgenomen in de kaarten.

De kaarten in figuur 2 is een nadere specificatie van de kaarten uit figuur 1. In figuur 2 zijn alleen de locaties gepresenteerd waar normoverschrijdingen zijn geconstateerd. De toetswaarden zijn hier afgezet tegen de normwaarde van 1 (= 'Voldoet'): hoe groter de bollen, des te hoger de toetswaarde en des te sterker is de mate van overschrijding van de norm. Op deze wijze is te zien waar de grootste knelpunten op het gebied van ammoniumoverschrijdingen zich bevinden in ons beheergebied.

Deze kaarten geven een totaalbeeld over 2015-2020 en er is niet uit te halen welke rode stippen incidenteel overschrijden en welke structureel.

In bijlage 2 is een overzichtstabel getoond met daarin alle locaties benoemd waar in één of meerdere meetjaren in de periode 2015-2020 sprake was van een overschrijding. Daarbij is onderscheid gemaakt in JGM en MAX en is te zien hoe sterk de overschrijding was en in welk jaar. Op basis van deze tabel is te zien dat clusters met structurele hoge overschrijdingen zich vooral concentreren in:

- Waterlopen benedenstrooms de rwzi's,
- Enkele geïsoleerde plassen in de stad/bebouwd gebied (vijver in Geffen en in Helmond) en in een aantal zwemplassen (Oosterplas, Geffense Plas, Radioplas), Kleine Vilt,
- Waterlopen:
  - Beekerloop
  - Dungense Loop,
  - Diepenhoekse Loop,
  - Eeuwselse Loop,
  - Kievitsloop,
  - Schijndelse Loop,
  - Snelle Loop,
  - Voordeldonkse Broekloop
  - Waterslinger Geerpark / Vlijmen Noord.

In figuur 2 is te zien waar in ons beheergebied in de afgelopen 6 jaar de normen voor ammonium het sterkst worden overschreden en in figuur 3 is te zien hoeveel meetreeksen dit betreffen. In bijlage 3 zijn de kaarten per jaar getoond

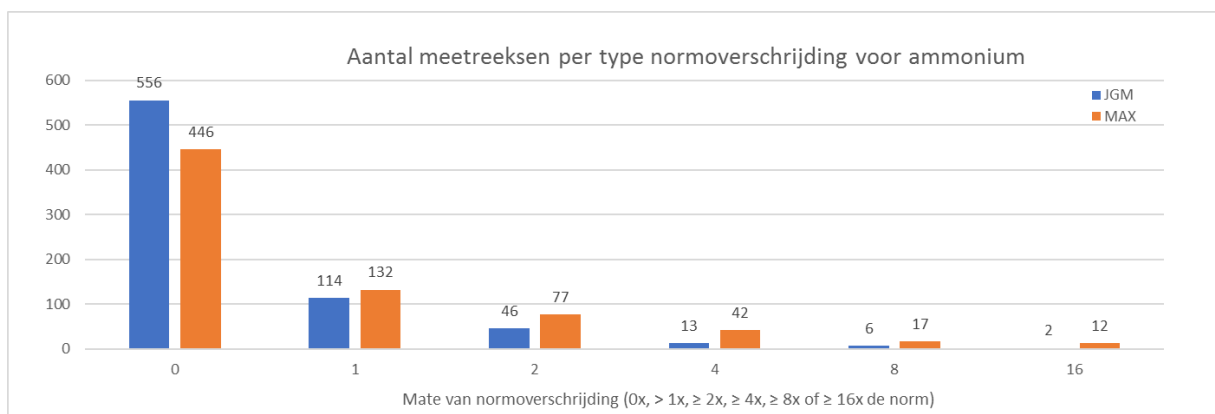
De grafiek in figuur 3 toont dat de meest extreme overschrijdingen (> 8x) slechts een klein deel is van het totaal aantal meetreeksen (< 5%). Dit wijst erop dat deze uitschieters door incidenten worden veroorzaakt. Wat voor incidenten het betroffen, is niet altijd meer terug te herleiden. Voor twee situaties is dat wel duidelijk, namelijk:

- in de groep van > 16x: 7 van de 12 meetreeksen betroffen meetlocaties in de Beekgraaf, Aa en Leijgraaf in augustus 2017 ten tijde van een lekkage van een opslagtank voor een vloeibare meststof op het riool, waardoor de zuivering tijdelijk niet meer functioneerde;
- in de groep van > 8x: 2 meetreeksen in de Voordeldonkse Broekloop bij een calamiteit met een mestverwerker bovenstrooms in augustus 2016.

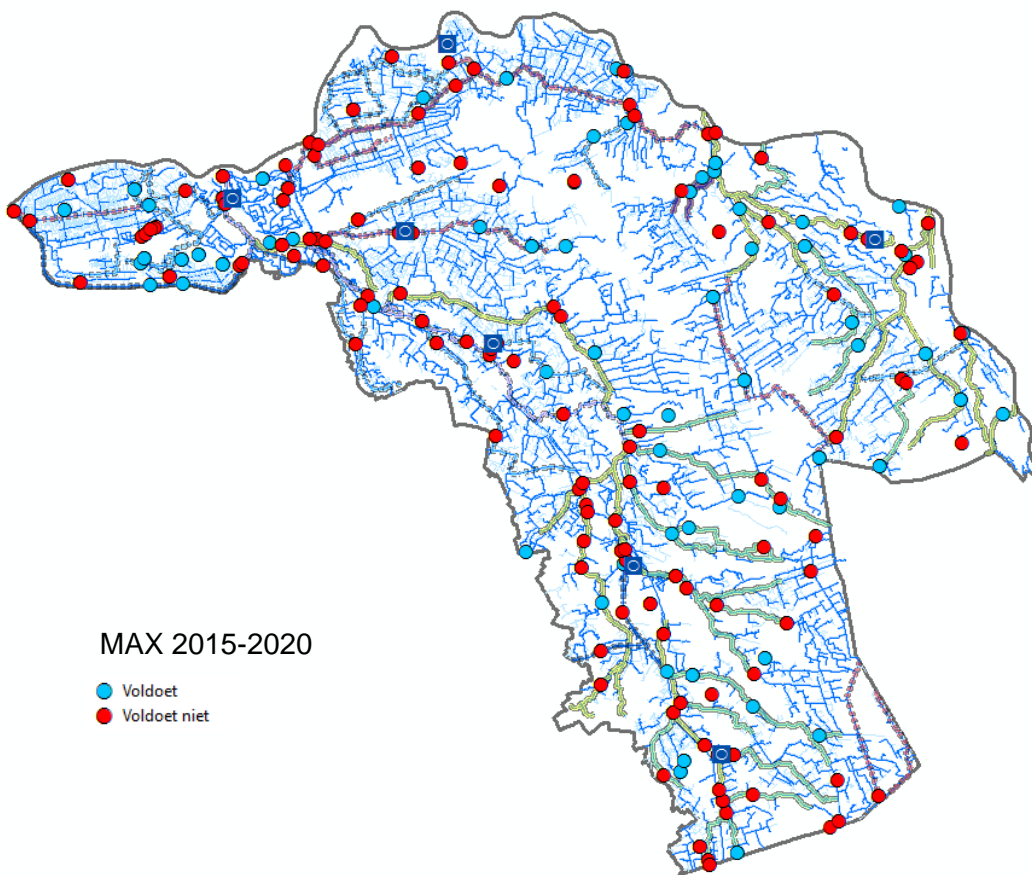
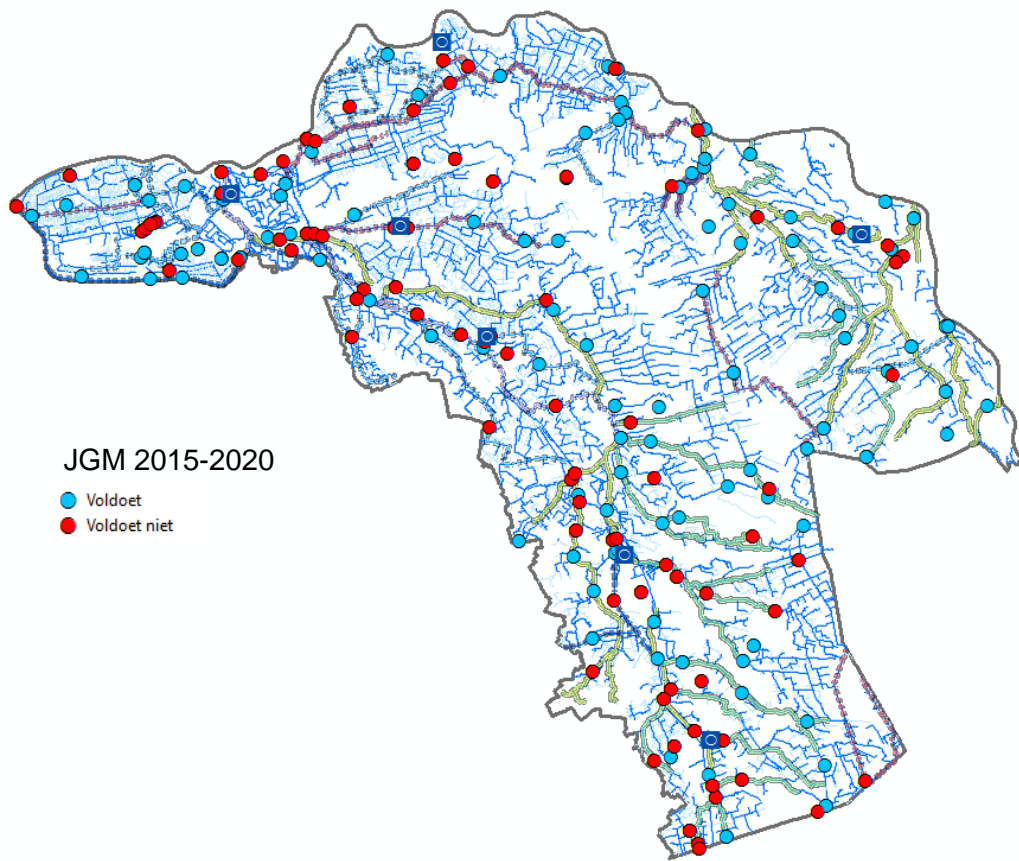
Ander type incidenten kunnen bijvoorbeeld de werking van een overstort of het afspoelen vanuit niet bemeste percelen na een hevige regenbui zijn. Dit soort zaken zijn niet meer met terugwerkende kracht terug te vinden en te koppelen aan de data in deze dataset.

Verder moet erop bedacht zijn dat alle metingen gebaseerd zijn op steekmonsters en het beeld uit figuur 3 een onderschatting kan zijn van de werkelijkheid.

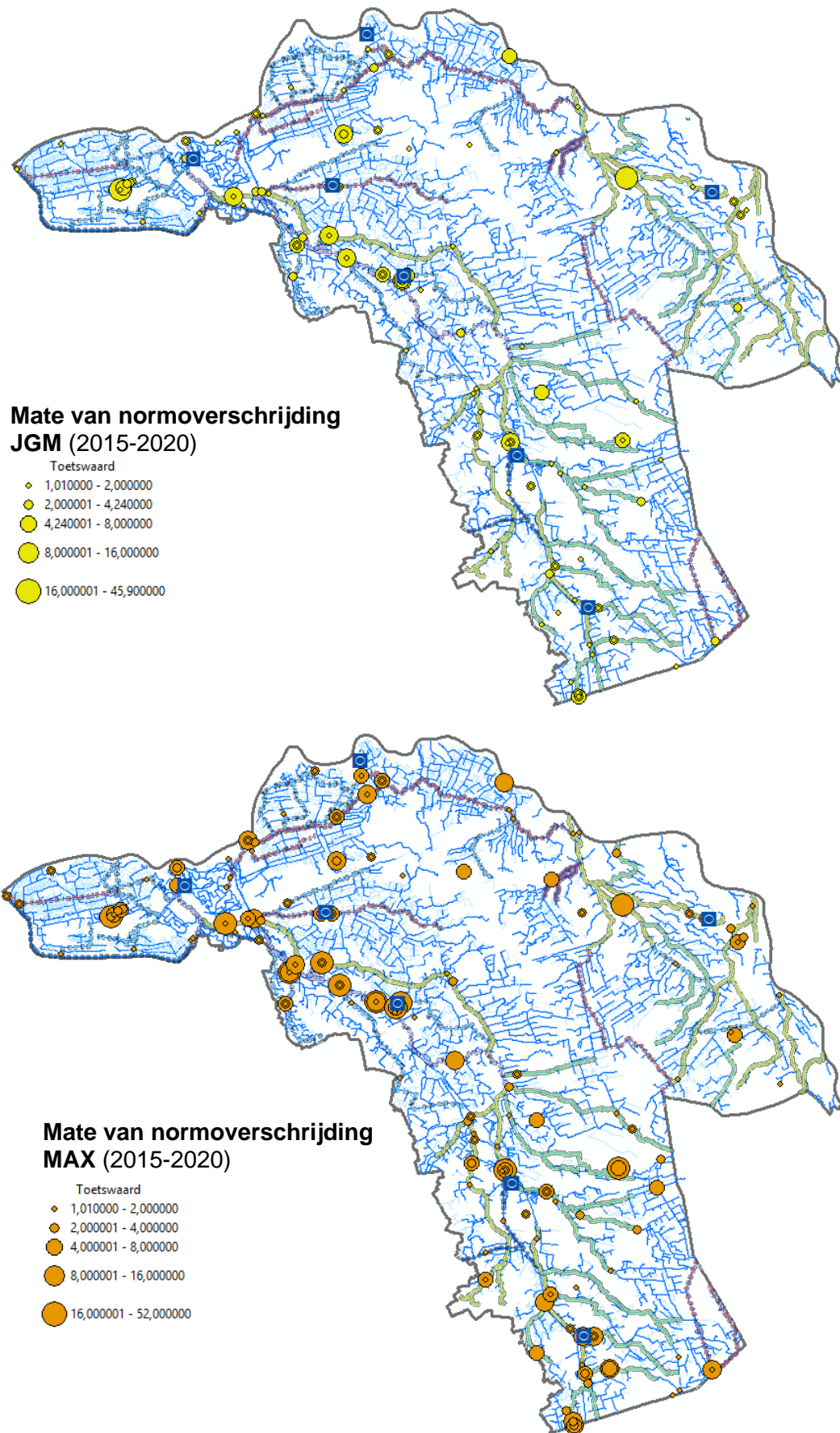
Desalniettemin ligt er toch een omvangrijke dataset waar wel inzichten en richtingen uit verkregen kunnen worden voor nader onderzoek.



Figuur 3: Aantal meetreeksen met bepaalde mate van overschrijding van de normen voor ammonium



Figuur 1: Kaarten met alle locaties waar in de afgelopen 6 meetjaren ammonium getoetst kon worden op ammonium: overschreden (rood) of niet (blauw), opgesplitst naar deelnorm JGM en deelnorm MAX. Er geldt 'One out = All out'.



Figuur 2: Kaarten met alle locaties waar in de afgelopen 6 meetjaren één of meerdere jaren de norm voor ammonium wordt overschreden en dan met name de mate van overschrijding opgesplitst naar deelnorm JGM en deelnorm MAX. Ter oriëntatie: dikke gekleurde waterlopen = KRW-lichamen en blauwe vierkantjes met witte cirkel = rwzi's



### 3.3 Nadere brontoekenning via categorisering

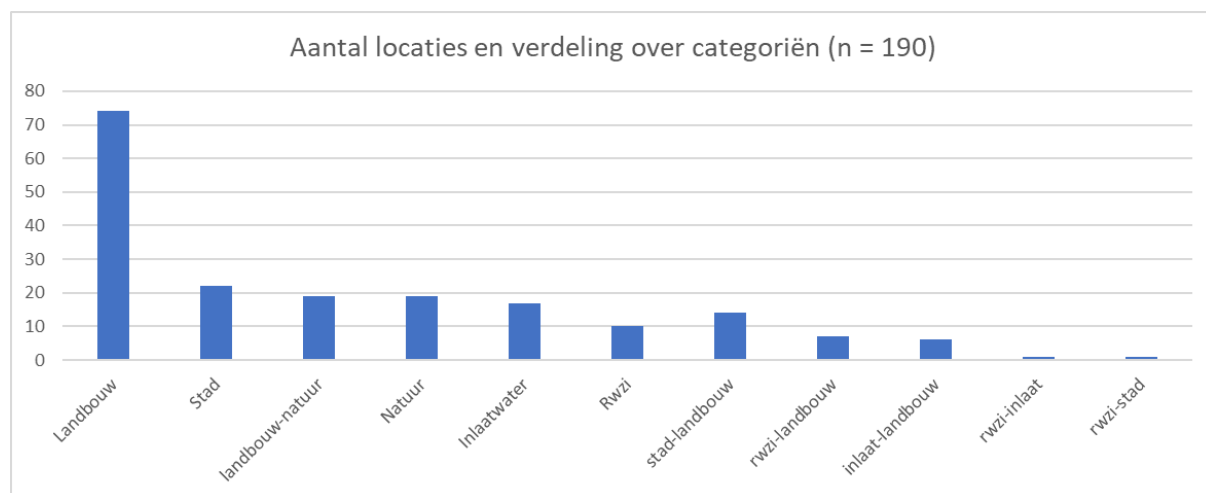
Op basis van de beschreven werkwijze in paragraaf 2.2 zijn alle 190 meetlocaties verdeeld over de categorieën 'landbouw', 'stad', 'natuur', 'rwzi' en 'inlaatwater'. Daarnaast zijn gedurende dit proces enkele mixgroepen ontstaan van twee categorieën. Het resultaat is getoond in tabel 4. Net als in de analyse over periode 2013-2018 bleek ook nu weer dat het merendeel van de meetlocaties vooral in landbouwgebied ligt. Dit is niet verwonderlijk, gezien het relatief grote areaal landbouw in ons beheergebied.

Enkele categorieën zijn zo klein (< 10 locaties) dat bevindingen binnen deze groepen zeer indicatief zijn. Deze mixgroepen kunnen, net als de wat grotere mixgroepen, wel richting geven aan conclusies over de vijf hoofdcategorieën.

In bijlage 4 is de lijst van de meetlocaties met overschrijdingen in één of meerdere jaren uit bijlage 2, maar dan gesorteerd naar categorie.<sup>7</sup> Hierin is al door de oogharen te zien in welke categorie van meetpuntgroepen de meeste en hoogste overschrijdingen voor ammonium worden aangetroffen. Daarover in de volgende paragraaf meer.

Tabel 4: Verdeling meetpunten over categorieën ten behoeve van bronnenanalyse ammonium 2015-2020 (incl. grafisch beeld)

Categorie	Totaal aantal locaties	Aandeel	Aantal meetreeksen in periode 2015-2020	Aandeel binnen totaal	Aantal meetreeksen per toets in periode 2015-2020	
					JGM	MAX
Landbouw	74	39%	616	42%	310	306
Stad	22	12%	149	10%	75	74
landbouw-natuur	19	10%	119	8%	60	59
Natuur	19	10%	117	8%	59	58
Inlaatwater	17	9%	130	9%	66	64
Rwzi	10	5%	96	7%	48	48
stad-landbouw	14	7%	97	7%	49	48
rwzi-landbouw	7	4%	76	5%	38	38
inlaat-landbouw	6	3%	43	3%	22	21
rwzi-inlaat	1	1%	8	1%	4	4
rwzi-stad	1	1%	12	1%	6	6
<b>TOTAAL</b>	<b>190</b>	<b>100%</b>	<b>1463</b>	<b>100%</b>	<b>737</b>	<b>726</b>



<sup>7</sup> Voor de toekomst en reproduceerbaarheid van dergelijke analyse is het noodzakelijk om van alle 190 te tonen welke categorie eraan is toebedeeld. Daartoe is de complete Excel met aantekeningen opgeslagen in het digitale archief MyCorsa onder dossiernummer 21.D03249.

### 3.4 Relatie normoverschrijding met categorie

In tabellen 5a en b is het resultaat getoond van de verdeling van type normoverschrijding over de categorieën, zodat het beter te vergelijken is met de tabel uit de interne memo 2008-2013 (zie tabel 1 Hoofdstuk 1). Daartoe is zijn enkele categorieën, zoals genoemd in tabel 4, weggelaten (= inlaat, en enkele mix groepen) en samengevoegd (mix rwzi). Let erop dat dit gaat over het aandeel van locaties met meerjarige overschrijdingen. De aanduiding 'meerjarig' kan verschillend opgepakt worden en is in de voorliggende studie in eerste instantie geformuleerd

In tabel 6a is gekeken naar het aandeel meetpunten binnen een categorie waarbij in 50% of meer van de meetjaren sprake is van een overschrijding. Dit is een iets andere methode dan in de inventarisatie 2008-2013 is toegepast, waar 'meerjarig' als twee of meer is bestempeld. Daarom is ook een tabel 6b bijgevoegd waarin deze methode is toegepast.

Het verschil in de getallen ontstaat doordat bijvoorbeeld bij meetlocaties twee beschikbare meetjaren en in één ervan is een overschrijding te zien, bij 6a wel wordt meegenomen en bij 6b niet. Daar staat tegenover dat bij bijvoorbeeld bij meetlocaties met 6 beschikbare meetjaren en twee jaren met overschrijding bij 6a niet en bij 6b wel worden meegerekend.

Welke methode ook gebruikt is, het eindbeeld is hetzelfde.

Op basis van beide tabellen blijkt dat net als bij de inventarisatie in 2013 ook nu weer de top 3 in de categorieën er als volgt uit ziet:

1. Rwzi,
2. Rwzi mix,
3. Stad.

Aanvullend laat deze recente analyse zien dat binnen stedelijk water vooral in de geïsoleerde wateren het aandeel normoverschrijdingen hoog is, voor zowel JGM als MAX. Dit is werd ook al geconstateerd in de inventarisatie uit 2013.

De factor 'stad' heeft volgens deze analyse een grotere invloed op de ammonium overschrijdingen in ons beheergebied dan 'landbouw'. Oftewel: binnen de categorie 'stad' worden procentueel meer overschrijdingen aangetroffen. Bedenk dat landbouw een groter deel uitmaakt van ons beheergebied en drukt in zijn totaal daarmee wel zwaarder op het totale aantal overschrijdingen, namelijk 14 tot 18% van het totaal aantal overschrijdingen tegenover 3 tot 5% voor 'stad' (de spreiding wordt bepaald door verschil in methode a en b). Kanttekening hierbij is dat het er relatief weinig locaties uit stedelijk gebied in de dataset beschikbaar waren, zeker wanneer binnen de groep naar type watersysteem wordt gekeken.

Nieuw is de rol van 'inlaatwater'. Deze komt weliswaar niet in de top 3 voor, maar lijkt een grotere rol te spelen als 'natuur' (zie tabel 5b).

De invloed van natuur blijkt in deze actualisatie beperkt te zijn. Het aandeel locaties met overschrijdingen is weliswaar relatief hoog, de mate van overschrijding is beperkt. Binnen de categorie 'natuur' wordt, evenals bij 'stad', ammonium vooral overschreden in geïsoleerde wateren.

Tabel 5: Verdeling meetpuntgroepen (categorieën) over type normoverschrijding i.r.t. bronnenanalyse ammonium

a)

Categorie	Totaal aantal locaties per categorie	Locaties met $\geq 50\%$ meetjaren overschrijding in periode 2015-2020			
		NH4 JGM		NH4 MAX	
		aantal	aandeel binnen categorie	aantal	aandeel binnen categorie
rwzi	10	7	70%	9	90%
mix (met rwzi)	9	4	44%	6	67%
stad	22	8	36%	8	36%
<i>geïsoleerd</i>	12	6	50%	5	42%
<i>niet-geïsoleerd</i>	10	2	20%	3	30%
landbouw	74	15	20%	27	36%
inlaat	17	3	18%	6	35%
natuur	19	4	21%	7	37%
<i>geïsoleerd</i>	10	4	40%	6	60%
<i>niet-geïsoleerd</i>	9	0	0%	1	11%

b)

Categorie	Totaal aantal locaties per categorie	Locaties met 2 of meer jaren met overschrijding in periode 2015-2020			
		NH4 JGM		NH4 MAX	
		aantal	aandeel binnen categorie	aantal	aandeel binnen categorie
rwzi	10	6	60%	9	90%
mix (met rwzi)	9	5	56%	7	78%
stad	22	6	27%	5	23%
<i>geïsoleerd</i>	12	6	50%	4	33%
<i>niet-geïsoleerd</i>	10	0	0%	1	10%
landbouw	74	10	14%	21	28%
inlaat	17	3	18%	7	41%
natuur	19	1	5%	2	11%
<i>geïsoleerd</i>	10	1	10%	1	10%
<i>niet-geïsoleerd</i>	9	0	0%	0	0%

In aanvulling op de inventarisatie uit 2013 is binnen elke categorie per locatie meer in detail gekeken naar het aandeel meetjaren waarin een overschrijding voor ammonium is aangetroffen (tabel 6).

Locaties onder invloed van effluent van rwzi's hebben het vaakste een overschrijding voor zowel JGM als MAX. Het resultaat van de mixgroepen met 'rwzi' doet sterk vermoeden dat de invloed van 'rwzi' hier de overhand neemt op de andere, gezien de hogere percentages in de mixgroepen).

Verder valt op dat de mixgroepen 'stad-landbouw' hoger scoort dan de categorieën 'stad' en 'landbouw' afzonderlijk. Het is op basis van deze cijfers niet te zeggen welke van de twee de grootste rol speelt.

Wat verder opvalt is dat meetlocaties binnen de categorie 'inlaatwater' ruim 75% in één of meerder meetjaren een overschrijding laten zien.

Tabel 6: Mate van overschrijding uitgedrukt in aandeel meetjaren binnen een categorie (bezien op niveau van meetlocaties)

*Aandeel locaties met overschrijdingen over periode 2015-2020 met overschrijding JGM*

Categorie	overschrijding	≥ 50% meetjaren	≥ 75% meetjaren	100% meetjaren	waarvan ≥ 4x norm
Landbouw	35%	20%	5%	5%	19%
Stad	55%	36%	14%	5%	25%
landbouw-natuur	42%	32%	21%	5%	13%
Natuur	21%	21%	5%	0%	0%
Inlaatwater	47%	18%	0%	0%	13%
Rwzi	80%	70%	40%	30%	38%
stad-landbouw	71%	64%	21%	14%	30%
rwzi-landbouw	71%	43%	14%	14%	20%
inlaat-landbouw	50%	50%	17%	17%	0%
rwzi-inlaat	0%	0%	0%	0%	0%
rwzi-stad	100%	100%	100%	0%	0%

*Aandeel locaties met overschrijdingen over periode 2015-2020 met overschrijding MAX*

Categorie	overschrijding	≥ 50% meetjaren	≥ 75% meetjaren	100% meetjaren	waarvan ≥ 4x norm
Landbouw	64%	36%	12%	8%	36%
Stad	59%	36%	9%	5%	31%
landbouw-natuur	58%	53%	21%	5%	45%
Natuur	37%	37%	11%	0%	29%
Inlaatwater	76%	35%	6%	0%	23%
Rwzi	90%	90%	70%	50%	78%
stad-landbouw	93%	79%	29%	14%	38%
rwzi-landbouw	86%	71%	57%	14%	67%
inlaat-landbouw	67%	67%	17%	17%	25%
rwzi-inlaat	100%	0%	0%	0%	0%
rwzi-stad	100%	100%	100%	0%	100%

Naast op niveau van meetlocatie is binnen elke categorie (en mixgroep) gekeken op niveau van individuele meetreeksen. Ook hier is weer per categorie bepaald welk aandeel van de meetreeksen over de periode 2015-2020 een overschrijding laat zien en in welke mate. Figuur 3 laat hier het resultaat van zien.

Voor alle categorieën is het aandeel overschrijdingen voor MAX groter dan voor JGM. Dit geldt vooral voor de categorieën 'rwzi' en 'inlaat' en de mixgroepen 'stad-landbouw' en 'rwzi-landbouw'.

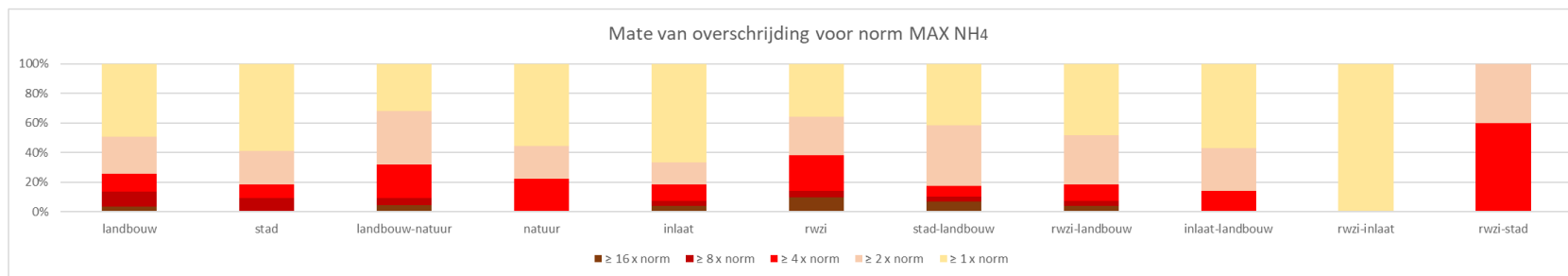
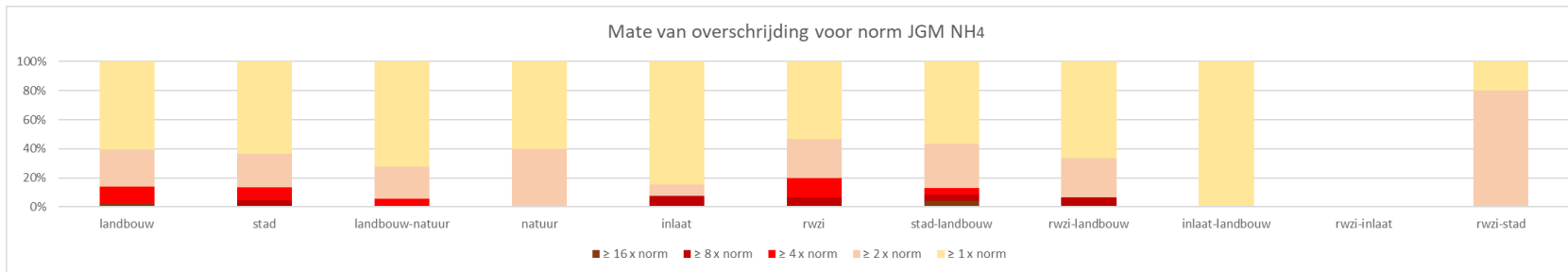
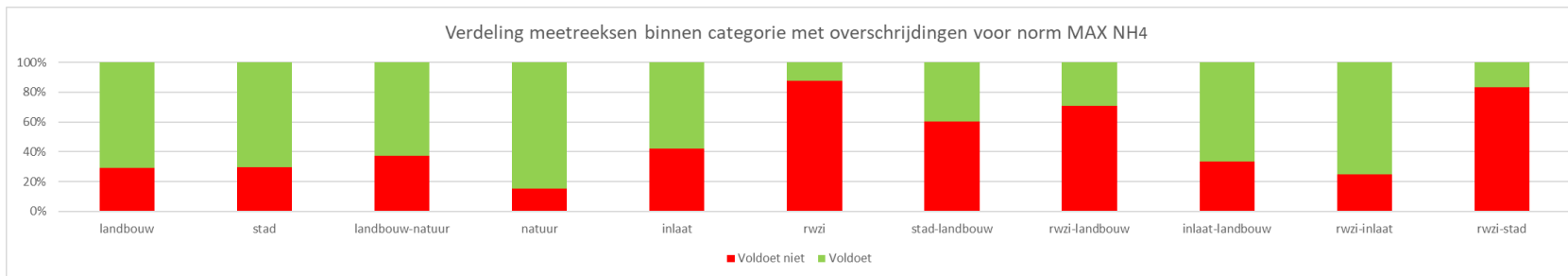
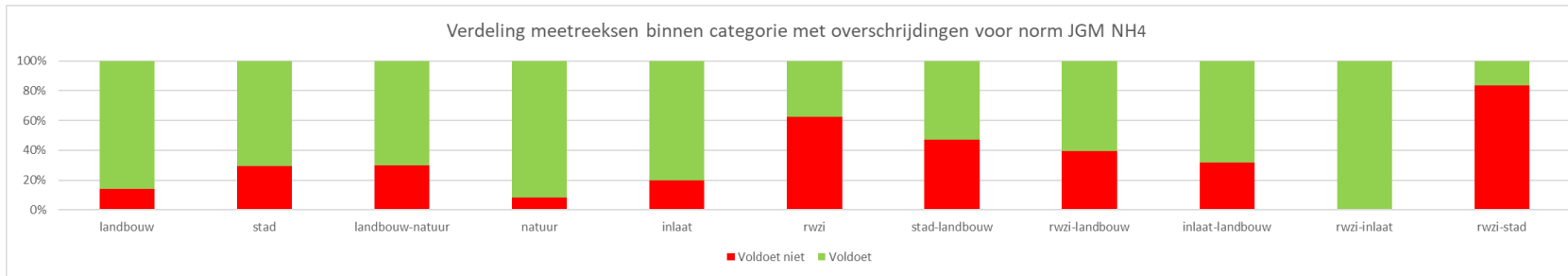
Ook de mate van overschrijding van de norm is voor MAX sterker vergeleken met de norm voor JGM. Verder is onder meer te zien dat er binnen de categorie 'inlaatwater' de norm vaak minder sterk wordt overschreden vergeleken met de andere categorieën.

Op basis van deze nadere detaillering van het aandeel meetlocaties met overschrijding binnen een categorie gecombineerd met de mate van de overschrijding is de top 3 opnieuw bepaald:

1. Rwzi (incl. mix),
2. Stad,
3. Landbouw.

De categorieën 'stad' en 'landbouw' verschillen niet veel van elkaar. Bij categorie 'landbouw' is de mate van overschrijding gezien over de meetreeksen relatief iets hoger dan bij 'stad'. Ondanks het relatief grote aandeel overschrijdingen binnen de categorie 'inlaatwater' komt deze niet in de top 3, aangezien de mate van overschrijding van de normen binnen deze groep relatief lager ligt.

Wanneer naar verschil tussen geïsoleerd en niet-geïsoleerd water werd gekeken (deze komen voor binnen categorie 'stad' en 'natuur'), dan bleek het optreden van overschrijding in geïsoleerde wateren over het algemeen hoger te liggen. De mate van overschrijding is over het algemeen vergelijkbaar (ter referentie is gekeken naar aandeel meetlocaties met ≥ 4x norm).



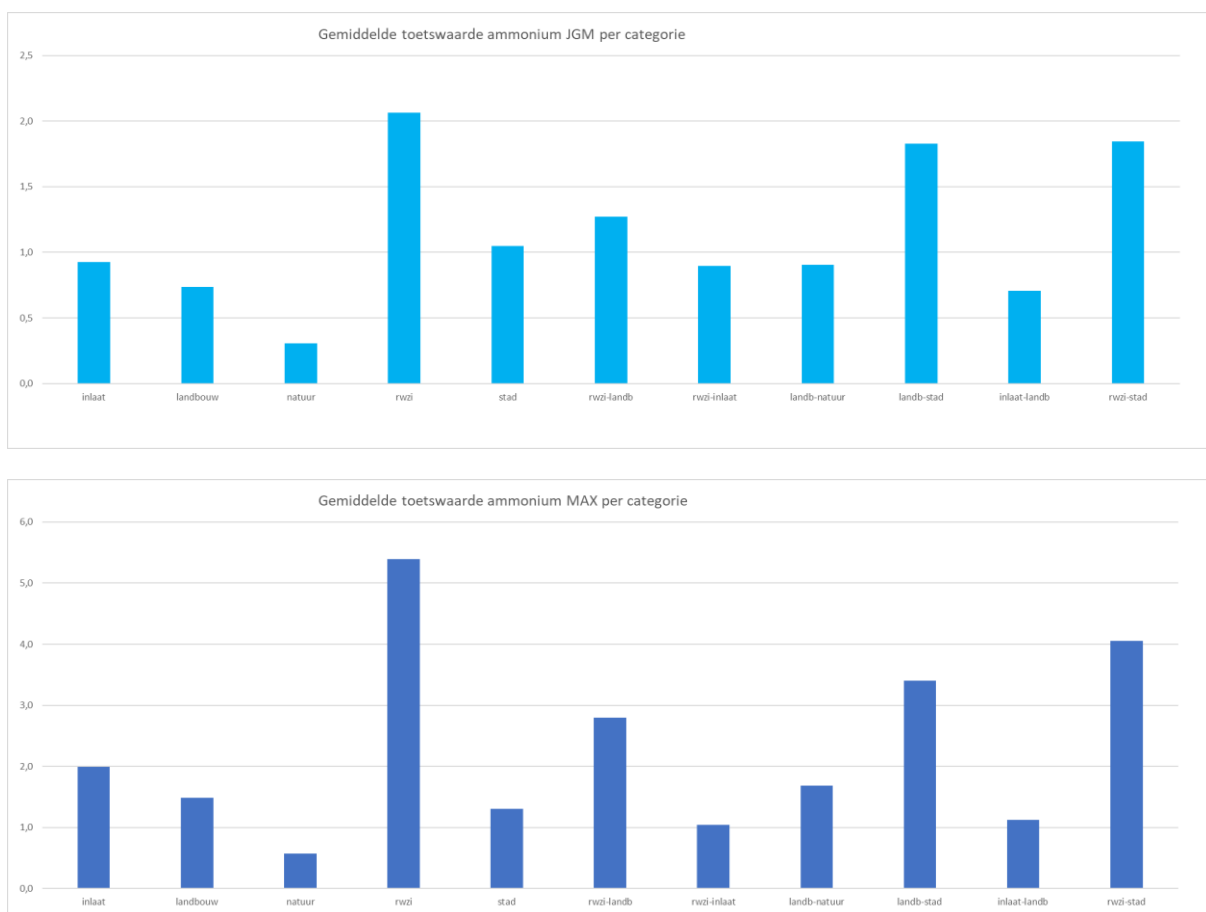
Figuur 3: Procentuele verdeling van type (JGM of MAX) en mate (0, ≥ 1, ≥ 2, ≥ 4, ≥ 8, ≥ 16x) van normoverschrijding voor ammonium binnen meetreeksen in eenzelfde groep van meetpunten (categorie)

### 3.5 Relatie concentraties met categorie

In figuur 4 zijn de grafieken met de gemiddelde toetswaarden uitgelicht. Deze grafieken laten zien dat de toetswaarden binnen de meetpuntengroep die hoofdzakelijk door effluent van rwzi's wordt beïnvloed, het hoogst zijn. Tegelijkertijd is binnen deze groep de gemiddelde concentratie ammonium ook veruit het hoogste.

De gemiddelde toetswaarden in de categorie 'stad' liggen relatief een stuk lager. Tegelijkertijd is de pH en de watertemperatuur gemiddeld wel hoger ten opzichte van de categorie 'rwzi' (zie bijlage 5). Dit duidt erop dat normoverschrijdingen voor ammonium in stadswater vooral veroorzaakt lijken worden door (een combinatie van) hoge watertemperatuur en pH. Dit wordt nader versterkt door de eerder genoemde bevinding dat de meeste overschrijdingen van ammonium plaatsvinden in geïsoleerde stadswateren. Dit zijn juist locaties waar het water makkelijker kan opwarmen en vaker sprake is van overmatige groei van (blauw)algen met een hoge pH tot gevolg.

Deze bevindingen gelden ook wanneer naar de gemiddelde over het zomerhalfjaar worden gekeken in plaats van over hele meetjaren (= waar de normen van toepassing op zijn). Zie bijlage 5 voor details.



Figuur 4: Gemiddelde toetswaarde voor ammonium binnen een categorie van meetpunten, uitgesplitst naar JGM en MAX

### 3.6 Bevindingen steekproefanalyse meetwaarden

Binnen dit project is binnen de groep van meetlocaties met overschrijdingen in detail naar de individuele concentraties ammonium, watertemperatuur en zuurgraad gekeken. Er is gekeken in hoeverre er op basis van deze waarden een verklaring is te vinden voor de overschrijding van de ammonium norm. Deze exercitie levert vooral aanknopingspunten en inzichten op en er kunnen geen harde conclusies aan verbonden worden (zie het hoofdstuk 'Discussie').

In tabel 7 is het resultaat te zien van de meest waarschijnlijke verklaring(en) voor de aangetroffen ammoniumoverschrijding op een specifieke meetlocatie op basis van nadere analyse van de gemeten waarden ten opzichte van elkaar en ten opzichte van andere parameters, zoals neerslag, blauwalg en opmerkingen van monsternemers ten tijde van bemonstering). Bij een meetlocaties zijn soms meerdere oorzaken gevonden (tegelijkertijd bij één meetreeks of in jaar x de ene oorzaak en in jaar y andere oorzaak). E.e.a. leidt ertoe dat daarom in de tabel 7 de totale optelling van locaties > resp. n en 100% is.

Bij 65 tot 75% van de meetpunten was voor één of meerdere bekeken meetreeksen een hoge pH en/of watertemperatuur een meest waarschijnlijke verklaring voor een overschrijding van de norm voor JGM en/of MAX. Bij ca. 40% van de meetpunten kon er een overschrijding in een bepaald jaar niet verklaard worden.

Tabel 7: Meest waarschijnlijke oorzaak van overschrijding NH<sub>4</sub> norm op basis van nadere steekproefanalyse binnen de groep meetpunten met overschrijdingen in één of meerdere meetjaren in 2015-2020

Verklaring normoverschrijding NH <sub>4</sub>	Aantal meetlocaties		Procentueel aandeel (%)	
	JGM (n = 85)	MAX (n = 125)	JGM	MAX
Hoge T (water)	28	38	33	30
Hoge pH*	36	43	42	34
Neerslag	12	19	14	15
Effluent RWZI	18	20	21	16
Maaisel	1	2	1	2
Bekende calamiteit**	11	11	13	9
Onbekende oorzaak/calamiteit	25	35	29	28

\*: Voor 12 locaties was een koppeling met blauwalgbloei te leggen i.r.t. pH en betrof allemaal stilstaande, geïsoleerde wateren.

\*\* : Calamiteit in Voordeldonkse Broekloop in 2016 en uitval RWZI Aarle-Rixtel door lozing op riool in 2017 en

Daarnaast is in de database gekeken naar opmerkingen van monsternemers ten tijde van monsternames, die een verklaring kunnen zijn voor het meten van een verhoogde concentratie ammonium op dat specifieke moment. Tabel 8 geeft een overzicht. De beschikbare informatie is te beperkt om een antwoord te vinden op vragen als: "In hoeverre zorgt maaisel voor ammoniumpieken?", "In hoeverre leiden baggerwerkzaamheden tot ammoniumpieken?"

Tabel 8: Overzicht van relevante opmerkingen van monsternemers tijdens monstername en gemeten concentratie ammonium

Type opmerking	Totaal aantal meetlocaties	Locaties met verhoogde NH <sub>4</sub> waarde (> 1 mg/l)	Locaties met relatief lage NH <sub>4</sub> waarde (< 1 mg/l)	Maximaal gemeten concentratie (mg NH <sub>4</sub> /l)
Kroosdek	9	0	9	0,88
Maaiwerkzaamheden	19	4	15	7,1
Werkzaamheden en veel sediment	5	0	5	0,48
Baggerwerkzaamheden in de buurt	1	0	1	0,10
Geur dode vis	1	1	0	5,0
Twee dode vissen en zwerfafval	1	0	1	< 0,03
Veel rottend plantmateriaal met blauwalgen vermengd	1	0	1	< 0,03
Berekening op aangrenzend perceel	1	0	1	0,089

# Hoofdstuk 4 Relatie overstorten met ammonium

## 4.1 Resultaat wijze van beoordelen

Afdeling GIS heeft gepoogd om de overstorten (met weegfactor) te koppelen aan de meetlocaties waar ammonium is beoordeeld (= alle overstorten tot 5 km benedenstrooms een meetlocatie). Het was niet gelukt om een automatische berekening te maken van een totaalscore van alle relevante overstorten per meetlocatie. Daarom is handmatig een relatie gelegd tussen overstorten en meetlocaties, waarbij de hoogste score van alle relevante overstorten aan het betreffende meetpunt is gekoppeld. Dit heeft (via een join in GIS) drie bestanden opgeleverd met meetpunten die gekoppeld waren aan één of meerdere overstorten met een maximale score. Het idee was om hier vervolgens de volgende groepen van te maken:

- a) locaties met overschrijding, binnen bezinkgebied overstort,
- b) locaties met overschrijding, buiten bezinkgebied overstort,
- c) locaties zonder overschrijding, binnen bezinkgebied overstort,
- d) locaties zonder overschrijding, buiten bezinkgebied overstort en deze te relateren aan gevonden ammoniumconcentraties en normoverschrijdingen.

Na een steekproef bleken er zoveel fouten in deze lijsten te zitten, dat de opgeleverde GIS-analyse niet bruikbaar was voor verdere analyse.

Daarom is deze GIS-actie losgelaten en zijn vervolgens de kaartlagen met mate van overschrijding van de ammoniumnorm (zie figuur 2) gelegd over de kaartlaag met de scores/wegingsfactoren van elke individuele overstort. Vervolgens is visueel op kaart gezocht naar clusters van overstorten met een wegingsfactor en de mate van ammoniumoverschrijding en dan met name waarbij er grote overschrijdingen waren te zien en tegelijkertijd veel overstorten of overstorten met een hoge wegingsfactor. Dit is dus een worst-case benadering. Hiervoor is gekozen, omdat de kans al klein is dat er een betreffende dataset van steekmonsters een relatie te leggen valt en in combinatie met de kanttekeningen die het toekennen van wegingsfactoren heeft. Figuur 5 toont het resultaat.

## 4.2 Clusters van aandacht

In figuur 5 zijn in de twee overzichtskarten met cirkels van clusters van aandacht gemarkeerd. Deze clusters zijn op basis van de volgende drie criteria geselecteerd:

- er is vooral gekeken naar grote stippen voor overschrijding van JGM, aangezien de wegingsfactor voor overstorten gebaseerd is op de (geleidelijke) nalevering van ammonium uit de sliblaag als gevolg van een overstort;
- aandacht voor gebieden met overstorten zonder dat er een rwzi in de buurt ligt, aangezien het effect van een continu lozende zuivering het effect van een overstort zal overheersen,
- er is op betreffende meetlocatie sprake van meerjarige normoverschrijdingen.

Op basis hiervan zijn de volgende vijf aandachtsgebieden visueel naar voren gekomen op kaart, waar overstorten mogelijk een relevante rol spelen in de toestand voor ammonium in het oppervlaktewater:

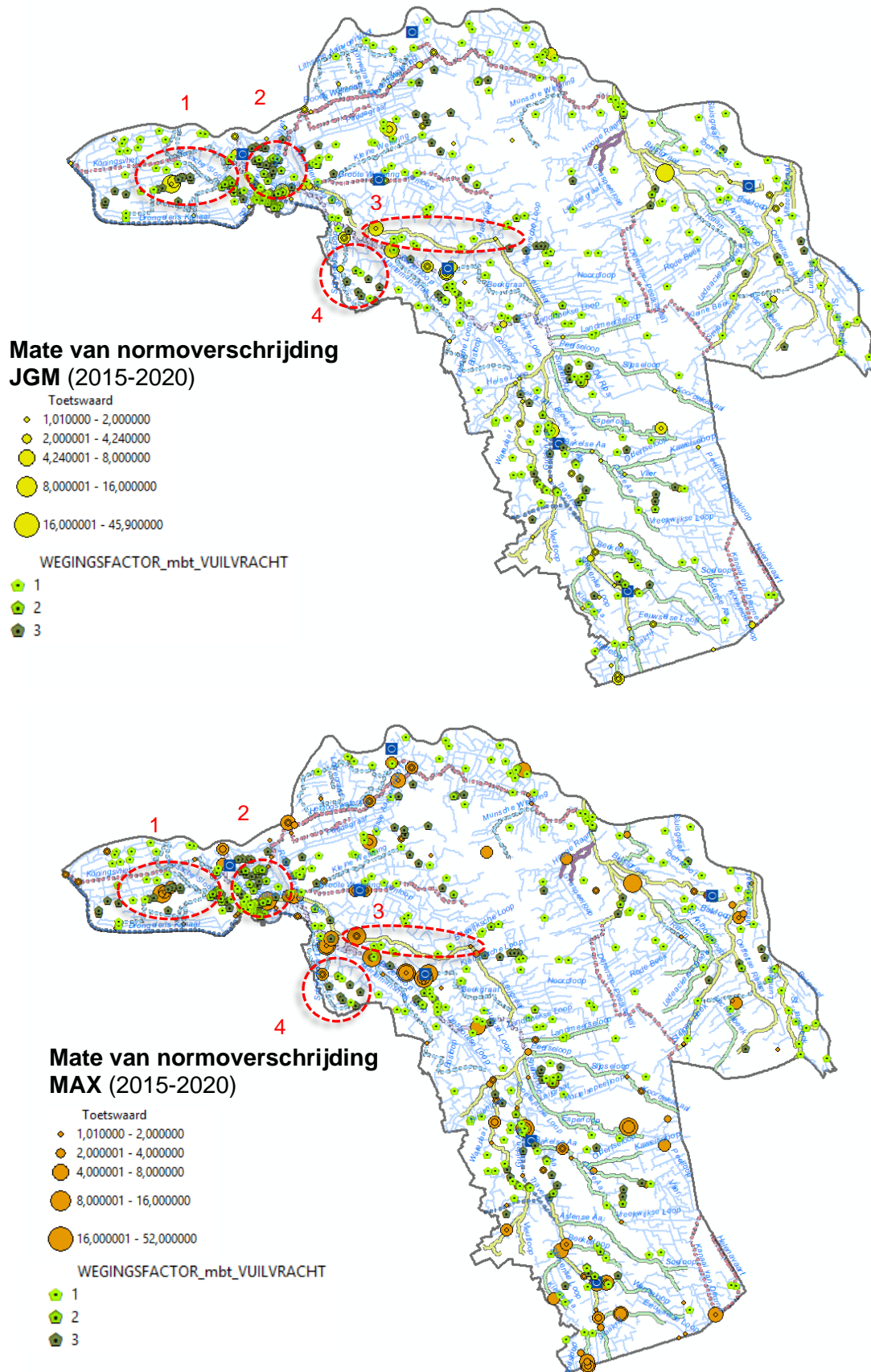
1. Waterslinger Geerpark, Vlijmen-Noord,
2. Stads-Aa,
3. Leijgraaf benedenstrooms ter hoogte van Kameron,
4. Dungense Loop
5. Schijndelse Loop.

Op deze clusters is vervolgens verder ingezoomd en gekeken naar de datareeksen en beoordeeld op basis van expert judgement in hoeverre invloed van een overstort hier relevant wordt verwacht. In bijlage 6 zijn de clusters nader toegelicht via een detailkaart met een beknopte analyse.

Voor alle locaties gold dat op basis van de theorie (veel overstorten in de buurt met een hoge wegingsfactor) een mogelijke relatie met ammoniumoverschrijdingen wordt verwacht. Dit kon echter niet aangetoond worden op basis van de gemeten concentraties ammonium.

De bron 'overstort' kon niet direct uit de beschikbare metingen afgeleid worden. Het ontbrak hiervoor aan voldoende en geschikte data. De kans dat met periodieke (maandelijkse) steekmonsters overstortwater wordt bemonsterd, is klein.





Figuur 5: Kaarten met clusters van overstorten met een wegingsfactor 1, 2 of 3 afgezet tegen mate van normoverschrijding voor ammonium, opgesplitst naar deelnorm JGM en deelnorm MAX. Ter oriëntatie: dikke gekleurde waterlopen = KRW-lichamen en blauwe vierkantjes met witte cirkel = rzzi's

# Hoofdstuk 5 Discussie

## 5.1 Geschiktheid metingen

Zoals in de afbakening benoemd, is een dataset van steekmonsters minder geschikt om specifieke bronnen van ammonium of oorzaken van ammonium normoverschrijdingen te kunnen analyseren veroorzaakt door zaken die op willekeurige momenten en voor steeds beperkte perioden van duren, zoals bijvoorbeeld het effect van riooloverstorten en van beheer- en onderhoudswerkzaamheden, uit- en afspoeling via neerslag uit landbouwpercelen.

Ter illustratie:

In de database van steekmonsters met ammonium wordt door een monsternemer aangegeven als er bijzonderheden zijn in het veld ten tijde van de monsternamen. Slechts bij 19 van de in totaal 7351 ammoniummonsters die in dit onderzoek meegenomen zijn in de periode 2015-2020 bleek een opmerking te zijn gemaakt van recente maaiwerkzaamheden en maaisel op het water. Dit is nog geen kwart procent. Voor baggeren en graafwerkzaamheden zijn resp. 1 en 6 monsters gemeld. Voor overstort is er voor slechts 1 locatie bekend dat er ten tijde van de bemonstering sprake was van een recent gewerkte overstort.

Oftewel: de trefkans van dergelijke situaties via willekeurige steekmonsters is bijzonder klein. Door op strategische plekken hoogfrequent te meten is een betere methode voor onderzoek naar bronnen en oorzaken die op willekeurige momenten zich manifesteren. Zoals in de afbakening aangegeven is de voorliggende inventarisatie vooral richtinggevend door het indelen van meetpunten naar categorieën.

Zowel in de inventarisatie 2008-2013 als in de voorliggende analyse 2015-2020 is een behoorlijk omvangrijke dataset meegenomen. Aangezien de recente inventarisatie in hoofdlijnen op dezelfde conclusies uitkomt (met aanvullende nadere nuanceringen) geeft dit voldoende vertrouwen dat de onderzochte meetpuntengroep voldoende representatief is voor ons beheergebied voor dit type analyse.

## 5.2 Geschiktheid meetlocaties

De gebruikte meetlocaties voor deze inventarisatie zijn in beginsel gemonitord voor het beantwoorden van project specifieke vragen en zijn in dat kader ook bewust op specifieke plekken gekozen. De meetlocaties zijn over het algemeen wel representatief voor betreffend (deel)watersysteem. Voor veel waterlopen zijn veelal meerdere meetlocaties beschikbaar, waardoor ten behoeve van de voorliggende inventarisatie een goed beeld verkregen wordt van de toestand van ammonium.

Er is wel een kanttekening te maken bij de representativiteit van de meetlocaties in geïsoleerde watersystemen, en dan vooral de grote diepe plassen. De meeste metingen in deze plassen zijn uitgevoerd in de ondiepe zones (zwemzones) die veelal in beschutte delen van het watersysteem liggen (zoals in een ondiepe kom of luwe zone). Plaatselijk kan de waterkwaliteit afwijken van het overgrote deel van de plas. Oftewel: de metingen in deze zones geven geen representatief beeld van het totale watersysteem. In kleinere plassen (zoals de meeste stadswateren) is dit minder relevant. Dit maakt dat de ammoniumoverschrijdingen in de categorie 'natuur' mogelijk een overschatting van de ammoniumtoestand geeft. In totaal waren er namelijk 19 locaties in categorie 'natuur', waarvan 7 met overschrijdingen, waarvan 5 diepe plassen. Aangezien deze categorie ondanks deze 'worst-case' benadering op de laatste plaats staat, heeft dit geen consequenties voor de uitkomst van deze studie.

## 5.3 Oorzaak ammoniumoverschrijdingen

De inventarisatie op basis van steekmonsters en categorisering van meetpunten geeft dus vooral richting aan de bron van ammoniumoverschrijdingen.

Nader onderzoek binnen een categorie is nodig om de achterliggende oorzaak of bron of proces voor de overschrijding te bepalen om daarmee passende maatregelen bij te kunnen formuleren om normoverschrijdingen te verminderen.

Er kan sprake zijn van een bron van ammonium, maar het kan ook zijn dat de ammonium concentraties op zichzelf erg laag zijn (bijvoorbeeld: 0,09 mg NH<sub>4</sub>-N/l), maar toch een overschrijding

van de norm optreedt. Dit kan komen doordat de pH of de watertemperatuur hoog is (bij gegeven voorbeeld wordt de norm voor MAX overschreden bij een T van 18 °C en pH van 8,5).

De steekproefanalyse heeft veel kennis over de dataset opgeleverd en maakte tegelijkertijd ook de beperkingen en hiaten zichtbaar (zie ook bijlage 7). De belangrijkste aandachtspunten (in de vorm van beperking/kennishiaat) die naar voren kwamen, zijn:

- a. Neerslagdata zijn op te groot schaalniveau beschikbaar (oftewel: lokale buien worden gemist),
- b. Beperkt inzicht in indirecte oorzaken voor verhoogde waarden van ammonium,
- c. De rol van grondwater is nog onduidelijk,
- d. Zie je een direct of indirect effect terug in de achterliggende analyseresultaten.

Hieronder wordt dit met enkele voorbeelden nader toegelicht ten aanzien van direct en indirect.

Binnen elke categorie zijn er een direct effect en een indirect effect te onderscheiden:

- Voorbeeld voor 'landbouw':
  - direct, ten tijde van hevige regenval, door uit- en afspoeling hoge concentratie NH<sub>4</sub>,
- indirect via pH-verhoging, doordat het water voedselrijk is, is de productie van het water hoog (= veel algen, waterplanten). Veel fotosynthese leidt tot een stijging van de pH. Een hoge pH leidt weer tot een veel strengere norm voor NH<sub>4</sub>.
- Voorbeeld voor 'Natuur' en 'stad':
  - indien bekend is dat er bv. veel grazers of ganzen zijn (direct = via urine) indirect via poep,
- indirect, doordat door successie de biologische activiteit in een plas toeneemt in de loop van de jaren, waardoor een pH-stijging is te zien of bij een verstoord watersysteem; bijv. een gesloten kroosdek, algenbloei en/of dikke organische sliblaag door achterstallig onderhoud in een geïsoleerde stadsvijver.
- Voorbeeld voor 'rwzi' en 'overstorten':
  - direct effect (zoals overstorten van urine uit rioolstelsel of ammonium in effluent)
  - indirecte effecten (zoals nalevering vanuit slib dat is bezonken na een overstort). Het bepalen van de exacte herkomst van het bodemslib is nog lastig. Daardoor is het lastig om ammoniumconcentraties in het oppervlaktewater toe te schrijven aan bronnen. Mogelijk kan eDNA onderzoek hierbij helpen. Op dit moment lijkt het dat we vooral de locaties met normoverschrijdingen (gevaar voor ontstaan ammoniak) in beeld hebben.

Uit één van de inventarisaties in het kader van het landelijk Actieplan ammonium bleek dat grondwater in bepaalde regio's in Nederland een substantiële bijdrage kan leveren in de ammonium concentraties in oppervlaktewater. Een eventuele invloed van grondwater in ons beheergebied speelt door alle categorieën heen en is in dit projectkader niet apart eruit te lichten. Waarschijnlijk speelt dit vooral een rol in gebieden waar veenlagen in de ondergrond zitten, zoals in het zuiden van ons beheergebied (zie bijlage 8 voor details).

## 5.4 Ecologische effecten normoverschrijdingen

Doel van de voorliggende inventarisatie was om inzicht te krijgen in de belangrijkste bronnen voor ammoniumoverschrijdingen. Tussen de categorieën van meetpunten waren er verschillen tussen de mate van normoverschrijding. Het wil niet per definitie zeggen dat op locaties waar de norm het sterkst wordt overschreden ook de locaties zijn waar de grootste invloed op de ecologie is te verwachten en dat op locaties waar de normoverschrijding minimaal is, er ook weinig effecten zijn te verwachten. Uit onderzoek is gebleken dat de combinatie van de hoogte, de frequentie en de duur van de ammonium- en ammoniakconcentraties bepalend zijn voor het effect dat deze hebben op de ecologie (Kallisto)<sup>8</sup>. Om deze beoordelingssystematiek te kunnen toepassen, is hoogfrequent meten noodzakelijk. Daarbij dient dan naast ammonium, ook minimaal de watertemperatuur en pH meegenomen te worden.

---

<sup>8</sup> Kallisto-project werkpakket 4, een ecologisch toetsinstrument voor beoordeling van het effect van piekbelasting uit rioolwaterzuivering en riooloverstorten op de rivier de Dommel (geüpdatete versie 2015) door WUR, RHDHV en Ws De Dommel

## Hoofdstuk 6 Conclusies

### 6.1 Type en mate van overschrijding per categorie

Van alle 190 geschikte locaties bemeaten in de periode 2015-2020 liet 68% van de meetlocaties in één of meerdere jaren een overschrijding te zien voor JGM en/of MAX. Binnen deze groep had 67% van de locaties één of meerdere jaren een overschrijding voor JGM en 98% voor MAX. Het aandeel overschrijdingen voor ammonium waren gelijk verdeeld over de R- en M-typen.

Ten behoeve van de inventarisatie zijn alle meetlocaties ingedeeld naar belangrijkste bron van invloed op basis van geografische ligging van de locaties. Het ging om de volgende brongebieden, verder in dit rapport aangeduid als categorieën:

- a. Rwzi,
- b. Landbouw,
- c. Stad,
- d. Natuur,
- e. Inlaatwater
- f. Overstorten.

Over het algemeen is het aandeel overschrijdingen voor MAX groter dan JGM. Dit geldt met name voor de categorieën 'rwzi' en 'inlaat' en de mixgroepen 'stad-landbouw' en 'rwzi-landbouw'. Ook geldt dat de mate van overschrijding van de norm voor MAX sterker is vergeleken met de norm voor JGM. Dit geldt met name voor de categorieën 'rwzi' en 'landbouw' en de mixgroepen 'landbouw-natuur', 'stad-landbouw' en 'rwzi-landbouw'.

### 6.2 Belangrijkste emissiebronnen voor ammonium

Net als in de analyse over periode 2008-2013 bleek ook nu weer dat het merendeel van de meetlocaties vooral in door landbouw beïnvloed gebied ligt. Dit is niet verwonderlijk, gezien het grote aandeel landbouwareaal in ons beheergebied. Om een uitspraak te kunnen doen over de belangrijkheid van een bepaald brongebied (categorie) voor de ammoniumoverschrijdingen, is daarom binnen elke categorie gekeken naar aandeel, type en mate van overschrijdingen.

Op basis van deze nadere detaillering van het aandeel meetlocaties met overschrijding binnen een categorie gecombineerd met de mate van de overschrijding is de top 3 opnieuw bepaald:

1. Rwzi (incl. mix),
2. Landbouw,
3. Stad.

Zoals in de aanleiding geschetst is, is vooral ammoniak giftig voor het onderwaterleven. De ammoniak concentratie neemt toe met toenemende ammoniumconcentratie, een hogere pH en/of een hogere watertemperatuur. De ammoniumnormering houdt met al deze drie parameters rekening.

Bij de categorie 'rwzi' en meetlocaties die grotendeels door effluent worden beïnvloed (mix) worden de normoverschrijdingen veelal veroorzaakt door de hoge concentratie ammonium (waardoor zowel de JGM als MAX wordt overschreden). Dit bleek al uit eerdere studie en de jaarlijkse toestand en trend analyse van waterkwaliteit rondom effluentlozingspunten: daaruit blijkt dat er benedenstrooms effluentlozingen structureel hogere concentraties worden aangetroffen ten opzichte van incidentele piekwaarden bovenstrooms.

Bij de categorie 'stad' is niet zozeer dat de ammoniak overschrijdingen veroorzaakt worden door hoge concentraties ammonium, maar door een hoge pH (als gevolg van overmatige algengroei) en/of een hoge watertemperatuur in met name de geïsoleerde wateren. Dit in tegenstelling tot categorie 'rwzi', waar de overschrijdingen voornamelijk door hoge concentraties ammonium worden bepaald.

Ook voor 'landbouw' geldt dit, alhoewel de concentraties over het algemeen gemiddeld lager liggen dan bij 'rwzi'. De achterliggende processen binnen categorie 'landbouw' (bv. rol van neerslag en grondwater) zijn niet goed uit de dataset te herleiden.

Ondanks het relatief grote aandeel overschrijdingen binnen de categorie 'inlaatwater' komt deze niet in de top 3, aangezien de mate van overschrijding van de normen binnen deze groep lager ligt.

De invloed van natuur blijkt in deze actualisatie beperkt te zijn. Het aandeel locaties met overschrijdingen is weliswaar relatief hoog, de mate van overschrijding is beperkt. Binnen de categorie 'natuur' wordt, evenals bij 'stad', ammonium vooral overschreden in geïsoleerde wateren.

Op basis van de beschikbare gegevens kwam geen relevante rol van overstorten naar voren, hooguit vijf waterlopen met een vermoeden, namelijk Dungense Loop, Schijndelse Loop, Leijgraaf, Stads-Aa en waterslinger Geerpark / Vlijmen Noord. Dit wil niet zeggen dat deze er in de praktijk (lokaal) niet is, maar het ontbreekt momenteel aan voldoende geschikte data om dit te bepalen.

### 6.3 Aandachtsgebieden

Binnen ons beheergebied worden de volgende clusters met structurele hoge normoverschrijdingen voor ammonium aangetroffen:

- Waterlopen benedenstrooms de rwi's,
- Enkele geïsoleerde plassen in de stad/bebouwd gebied (vijver in Geffen en in Helmond) en in een aantal zwemplassen (Oosterplas, Geffense Plas, Radioplas), Kleine Vilt,
- Waterlopen:
  - Beekerloop
  - Dungense Loop,
  - Diepenhoekse Loop,
  - Eeuwselse Loop,
  - Kievitsloop,
  - Schijndelse Loop,
  - Snelle Loop,
  - Voordeldonkse Broekloop
  - Waterslinger Geerpark / Vlijmen Noord.

Voor een aantal van deze clusters is een duidelijke oorzaak aan te wijzen als effluent of overmatige algengroei met bijkomende pH-stijging (met name in geïsoleerde watersystemen). Voor andere clusters is het minder duidelijk (zoals bij de uitgelichte waterlopen). Op basis van de geografische ligging wijzen de bronnen veelal richting landbouw, al dan niet vermengd met een grondwaterinvloed. Laatste wordt vooral relevant geacht in het zuidelijke deel van ons beheergebied, waar nog resten van veen in de ondergrond zitten. Bij mineralisatie van veen kan ook veel ammonium vrij komen.

# Hoofdstuk 7 Aanbevelingen

## 7.1 Rol rwzi's

Zowel op basis van deze voorliggende geactualiseerde analyse en op basis van langjarige meetreeksen van steekmonsters is een effect te zien van de zuiveringen op ammonium (en ammoniak) in het oppervlaktewater. Via metingen in nabezinktanks hebben rwzi's vaak al indicatie over hoogte en duur van ammonium piekconcentraties in effluent. Pieken blijken vooral op te treden bij het begin van regenweer-aanvoer. Daarnaast zijn er soms andere oorzaken. Om beter inzicht te krijgen in de welk type maatregelen genomen kunnen worden om overschrijdingen in het oppervlaktewatersysteem te verminderen of voorkomen, is meer inzicht nodig in de totale ammoniumdynamiek in het oppervlaktewatersysteem rondom de zuiveringen. Daarom behoeft deze parameter extra aandacht vanuit het zuiveringsproces. Daartoe is in 2021 gestart met een meetnet voor sensoren voor ammonium (gecombineerd met de parameters zuurstof, T en pH ten behoeve van kunnen toepassen van beoordelingssystematiek ecologische waterkwaliteit, Kallisto, Dommel).

- ➔ *Aanbevolen wordt om door te gaan met het inrichten van een meetnet met hoogfrequente metingen in het watersysteem rondom rwzi Dinther, zodat opgedane inzichten omgezet kunnen worden naar type maatregelen en verdere uitrol naar de andere zuiveringen.*

## 7.2 Rol landbouw

De voorliggende analyse laat op basis van de steekproefanalyse een indicatie zien naar (lokaal) structureel relatief veel piekconcentraties die voor een deel te relateren waren aan neerslag. Om de invloed van de landbouw (en de rol van grondwater, neerslag, type bodem en teelt e.d.) op ammonium in het oppervlaktewater te bepalen, dient in elk geval hoogfrequent gemeten te worden. Hiervoor loopt al een project, namelijk Sensor Gestuurd Boeren (Frank van Herpen). Dit onderzoek vindt plaats in één deelgebied in district Raam met relatief weinig normoverschrijdingen.

- ➔ *Aanbevolen wordt om een meetcampagne in te richten in een deelgebied waar veelvuldig en hoge normoverschrijdingen worden aangetroffen om een indruk te krijgen van extrapoleerbaarheid van de opgedane kennis in Raam naar de rest van ons beheergebied. Een interessant gebied is het zuiden van ons beheergebied in de omgeving Kievitsloop-Diepenhoekse Loop, waar naast landbouw ook veenlagen in de ondergrond zitten.*

## 7.3 Rol overstorten

Op basis van de nadere analyse op overstorten zijn enkele aandachtsgebieden naar voren gekomen, waar een rol van (een cluster van) overstorten op ammonium vermoed wordt. Gezien de hoge mate van toeval dat je in een willekeurig genomen steekmonster een overstort terugziet, is ook hier meten in een hogere frequentie nodig om gericht waterkwaliteit voor, na en ten tijde van overstortevants te kunnen volgen. Dit gaat dan met name om de direct vrij komende ammonium en minder omtrent het effect van nalevering uit slib van een overstort (wat overigens ook lastig aan te tonen is, welk slib is aan welke bron te koppelen. Er loopt al een project met sensoren om het effect van overstorten op de waterkwaliteit te onderzoeken, namelijk via een meetstraat in de Goorloop. Er staat in 2021 een uitbreiding gepland van nog een aantal meetstraten (Koen Dorn). Ook worden binnen dit projectkader de eerste ervaringen opgedaan met eDNA voor nadere bronduiding.

- ➔ *Aanbevolen wordt om voor de locatiekeuze van nieuwe meetstraten met sensoren de aandachtsgebieden uit deze studie mee te wegen op relevantie.*

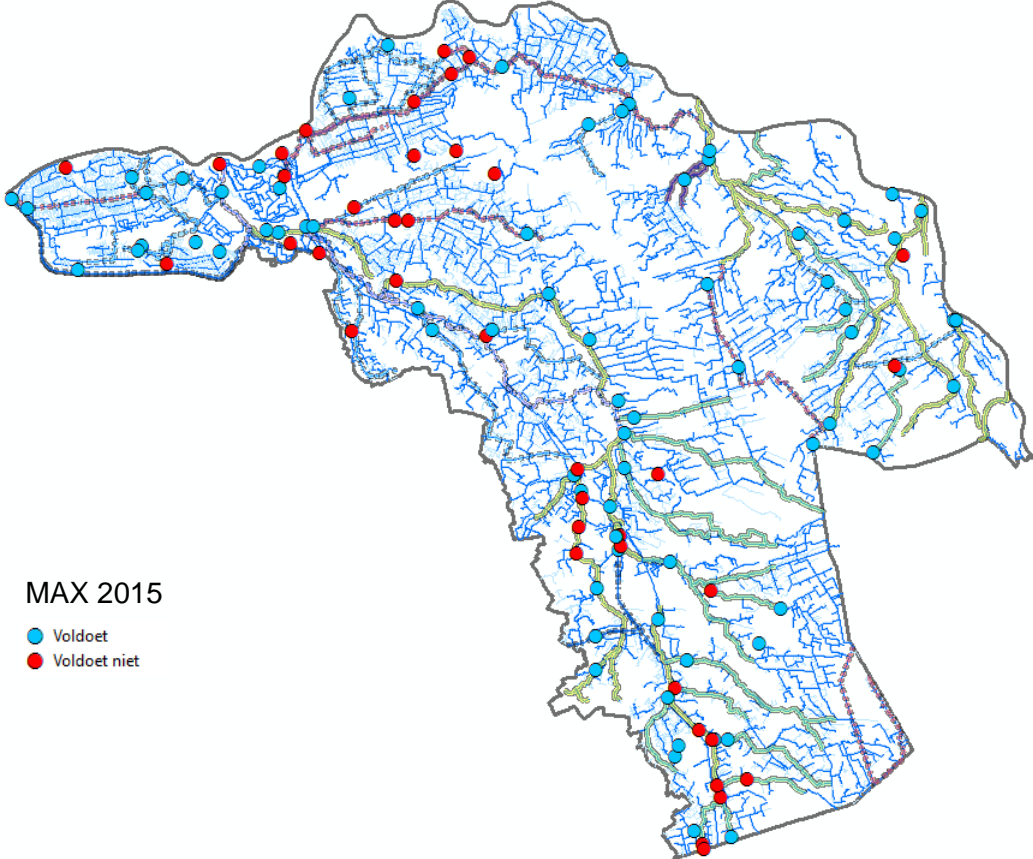
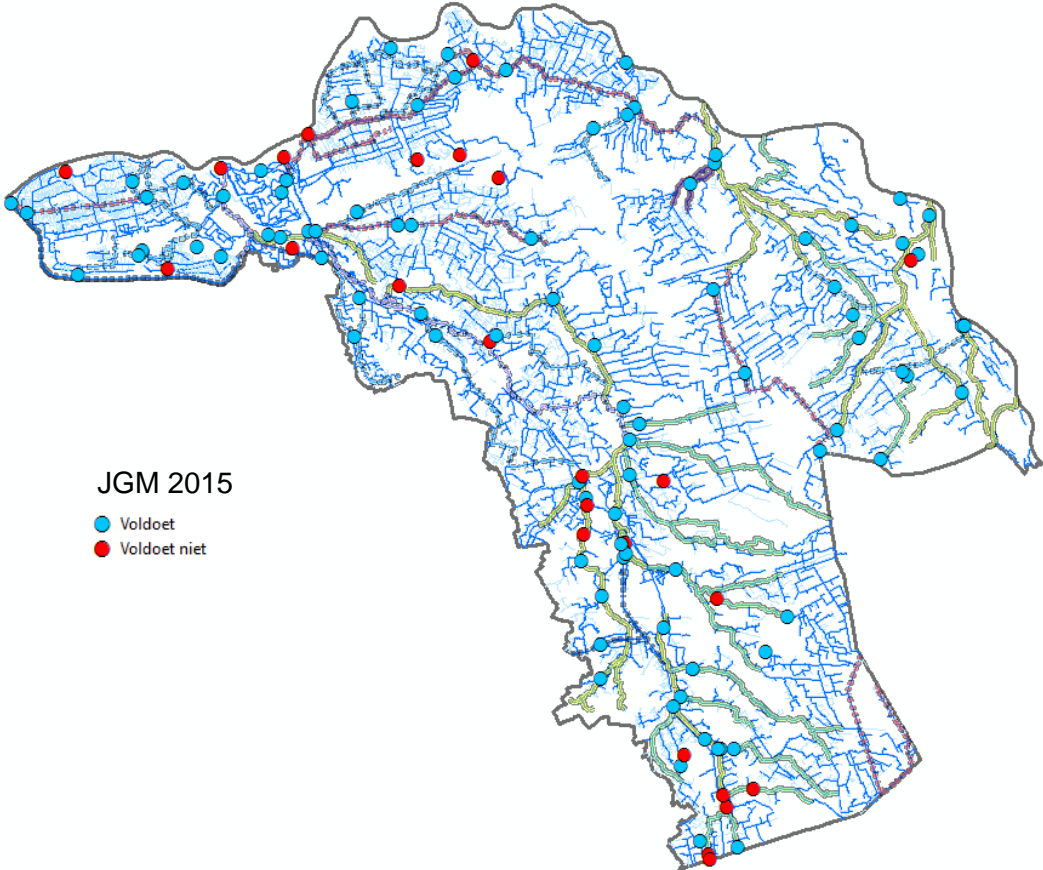
## 7.4 Rol beheer en onderhoud

De dataset heeft geen inzicht kunnen geven in de rol van beheer en onderhoud (zoals baggeren en maaien) op ammonium in het oppervlaktewater. Deze wordt echter wel verwacht op basis van de theorie en op basis van ervaringen bij sensormetingen bij waterschap De Dommel. Extra interessant is om daarbij ook het effect van ammonium(overschrijdingen) op de ecologische waterkwaliteit mee te nemen (i.r.t. doelensoorten), zodat inzicht wordt verkregen in de impact van ons eigen beheer- en onderhoud in relatie tot de andere brongebieden als rwzi's, overstorten en landbouw.

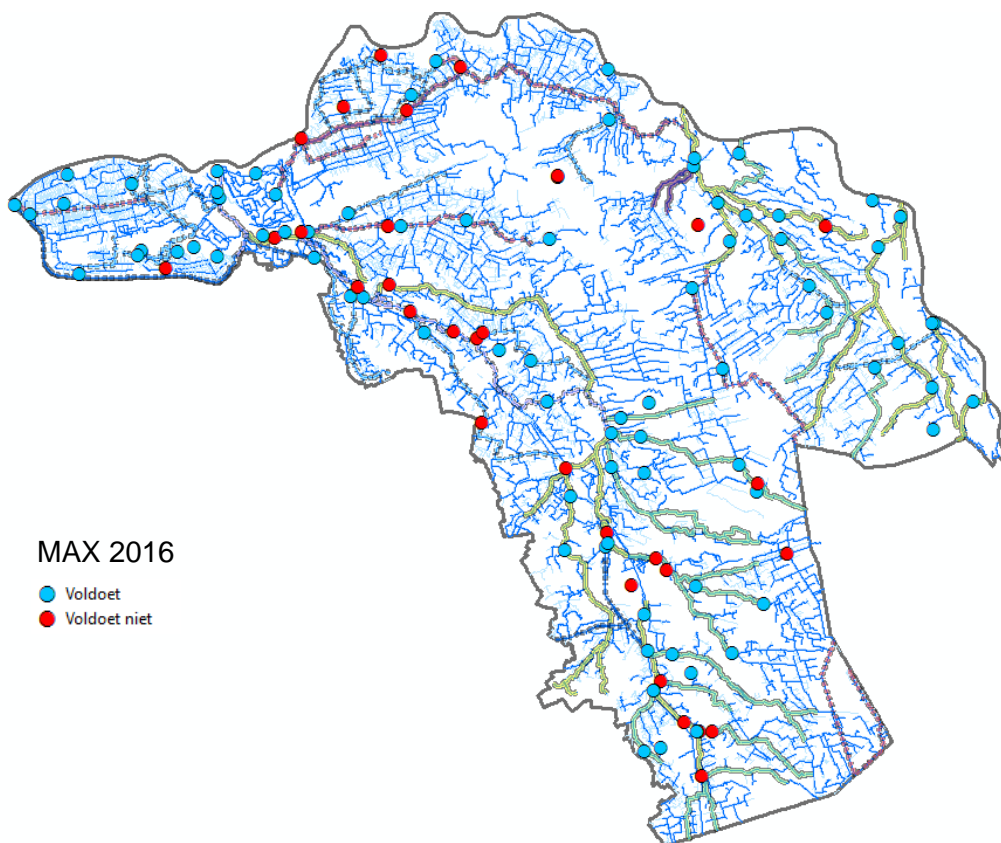
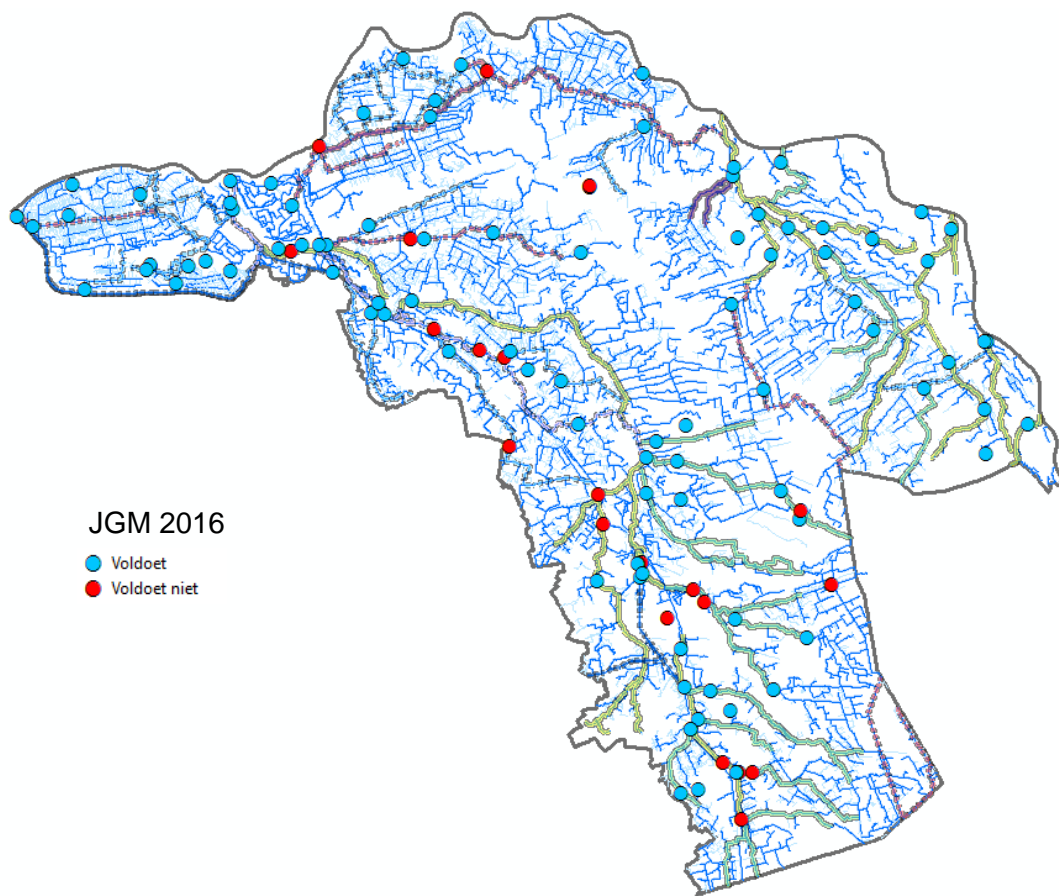
- ➔ *Geadviseerd wordt om effecten van beheer en onderhoud via hoogfrequente metingen te onderzoeken. Mogelijk is dit deels in te passen in het onderzoek rondom overstorten.*

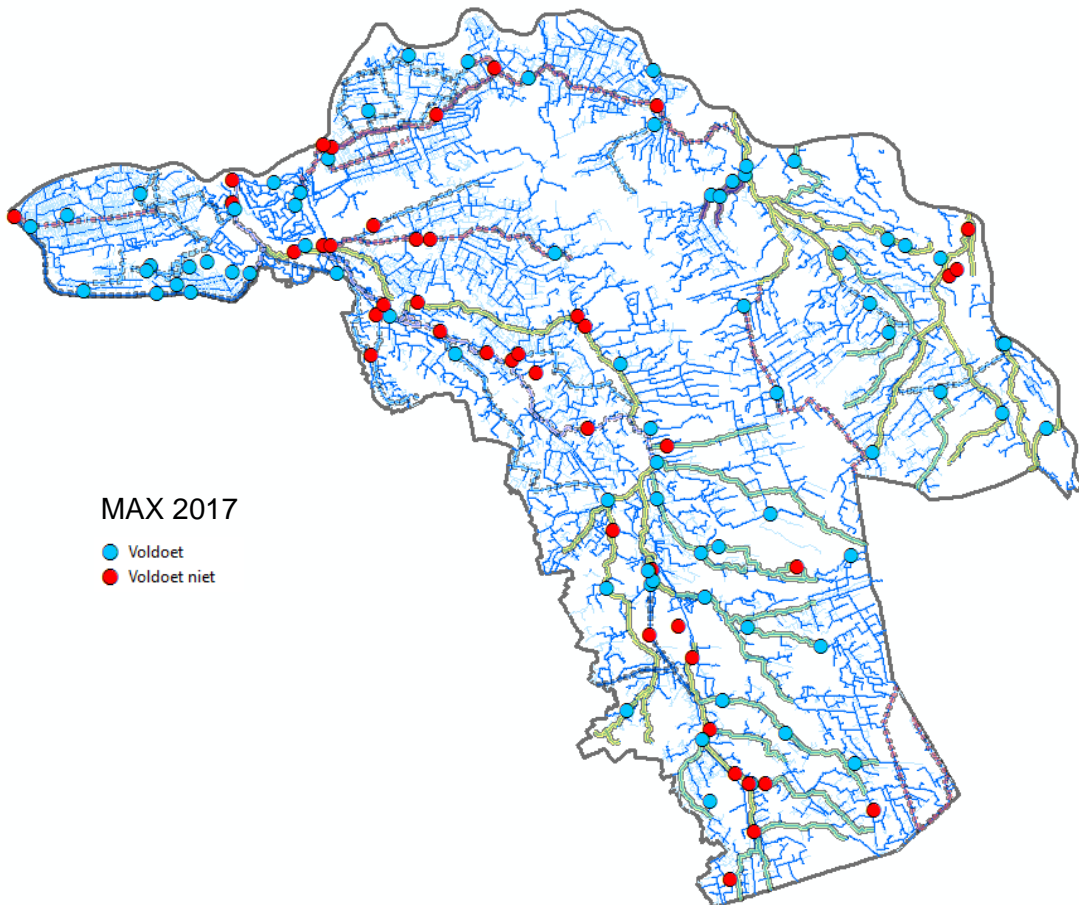
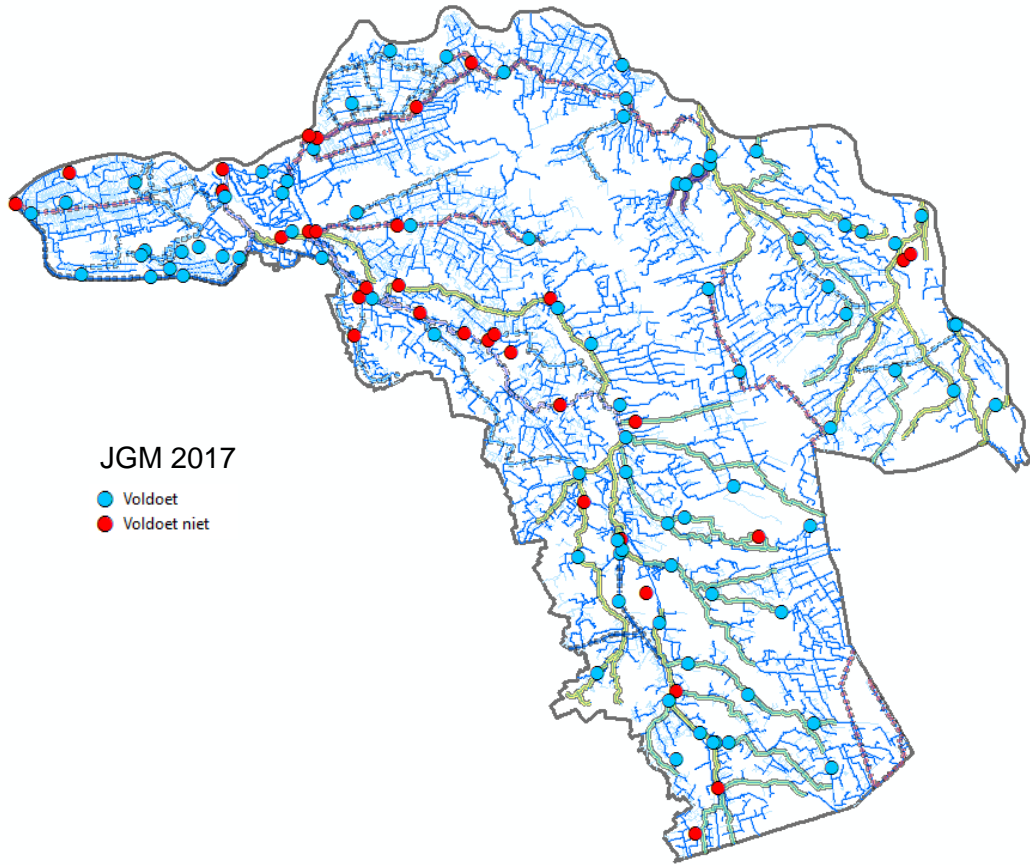
# BIJLAGEN

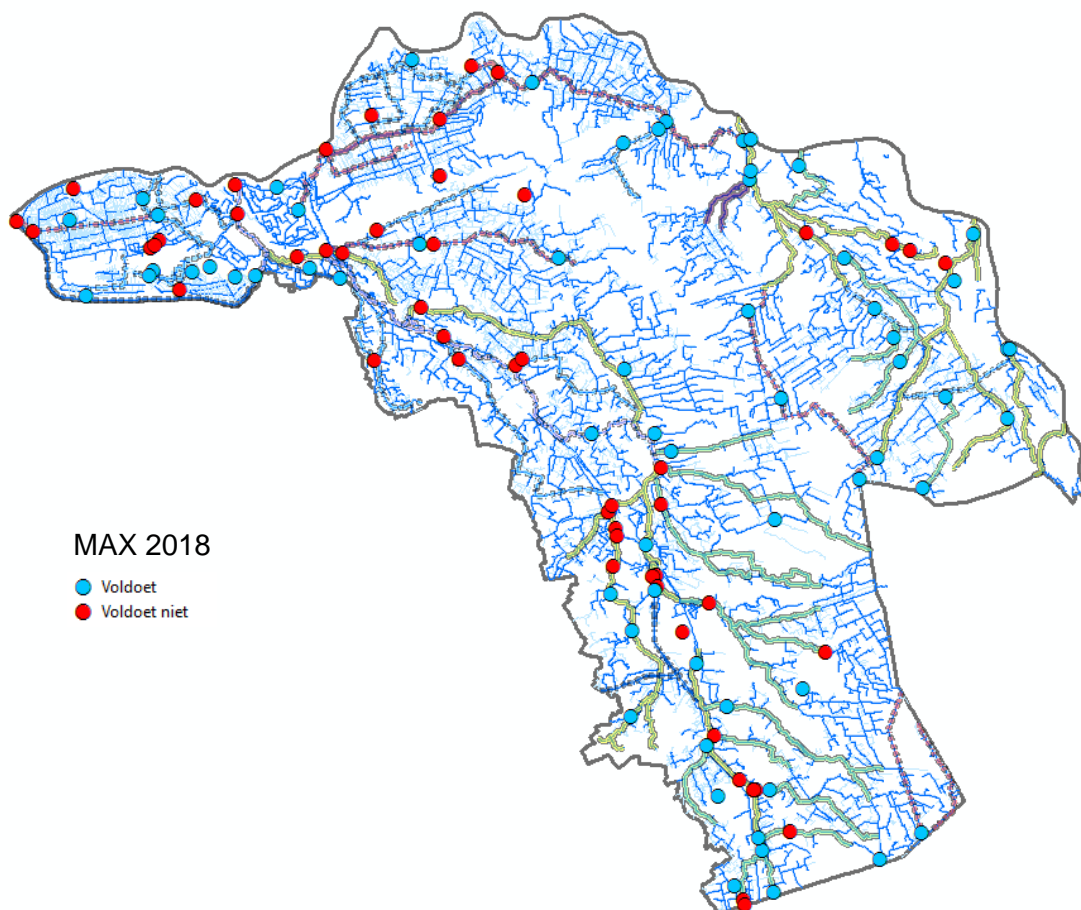
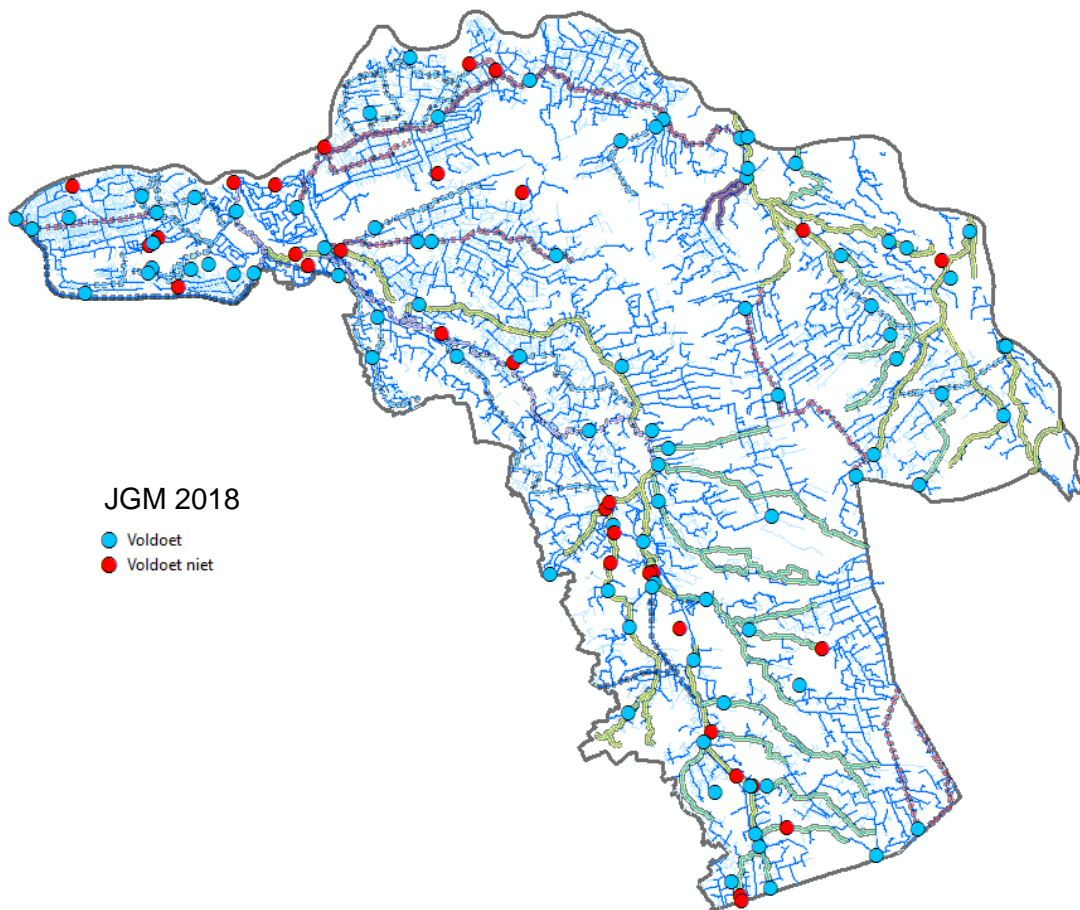
BIJLAGE 1: Kaarten met toetsresultaten ammonium per jaar

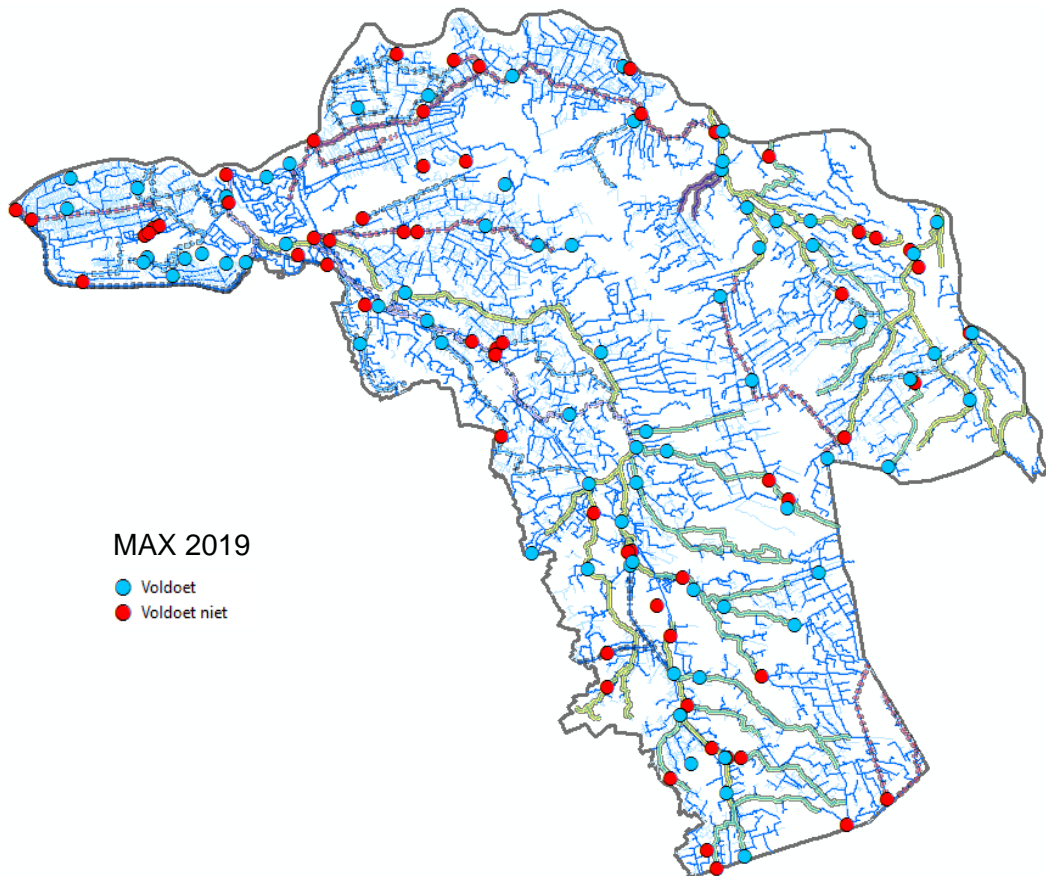
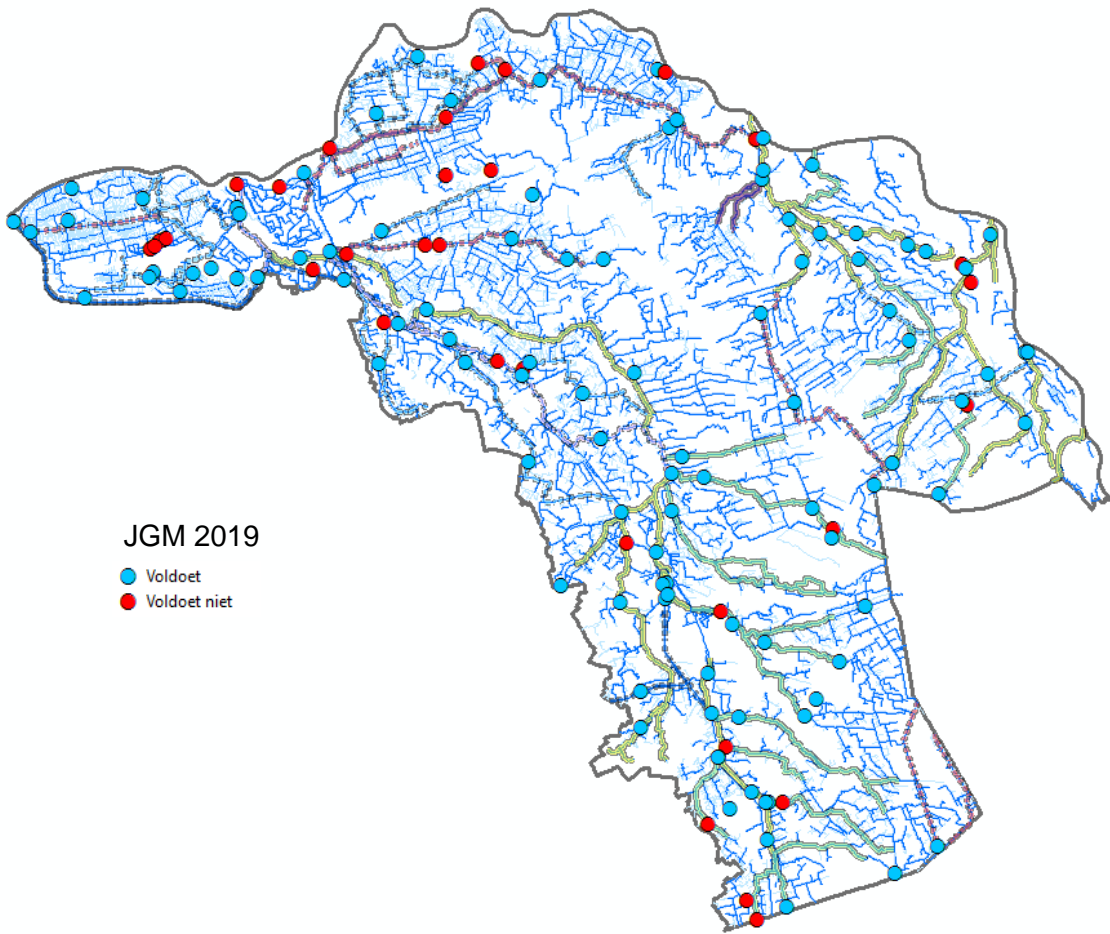


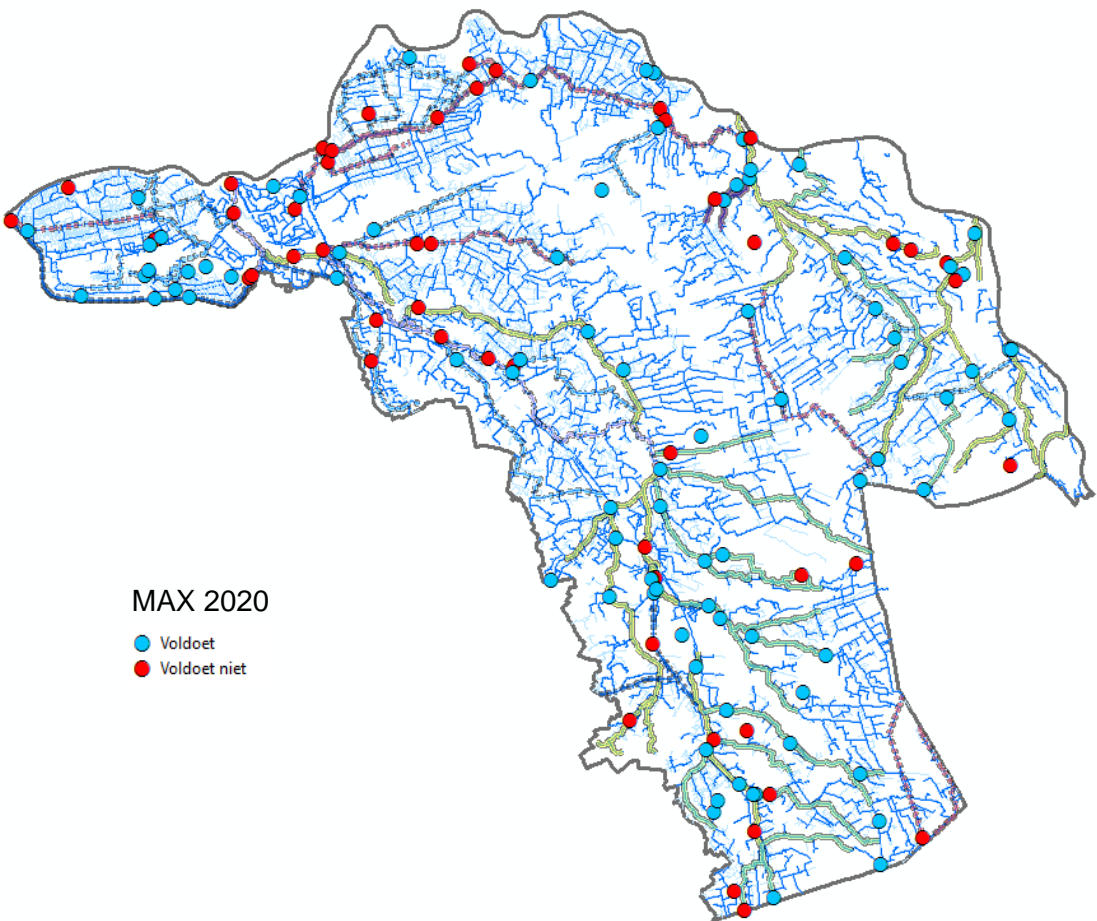
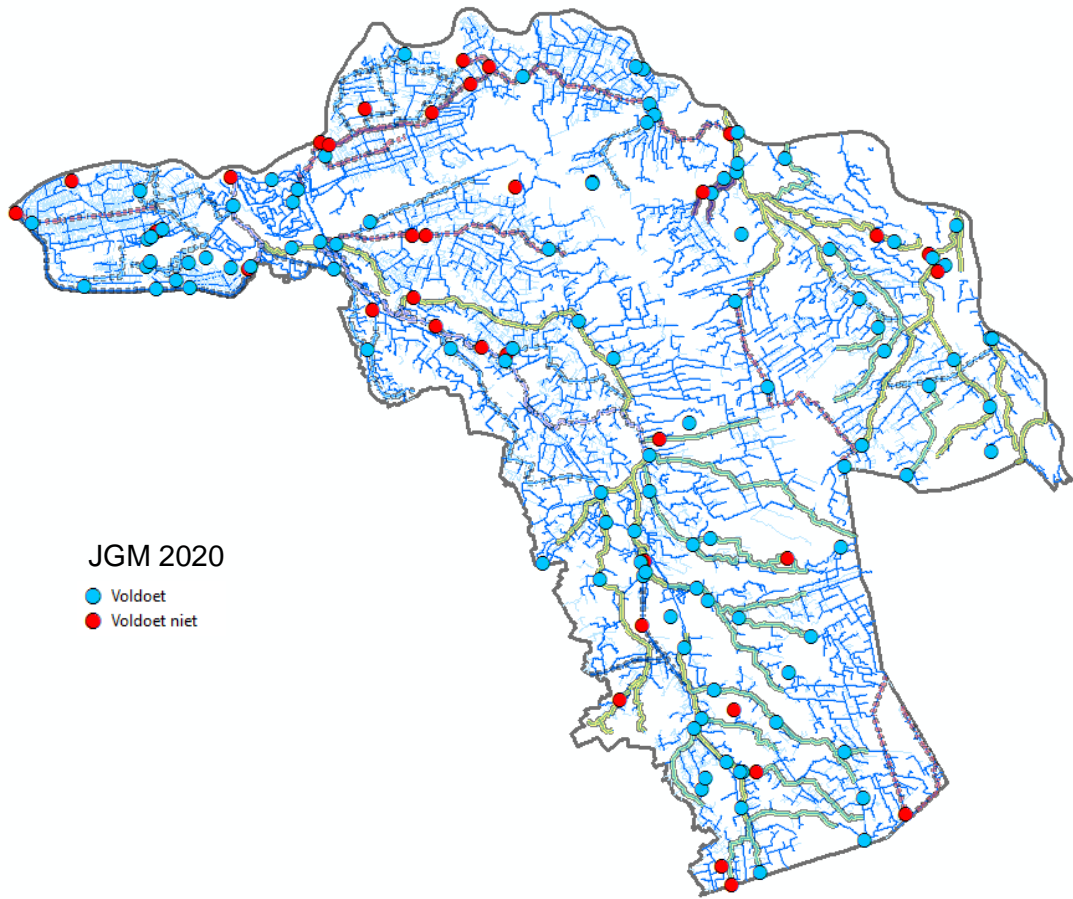












## BIJLAGE 2: Lijst meetlocaties met mate van normoverschrijdingen ammonium

MEPAN	MEPID	Waterloop	KRW-hoofdtype	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oASTEAA330	140231	Astense Aa	R	MAX			1,15			0,54
oBAKEAA100	140244	Bakelse Aa	R	JGM		1,02			0,44	0,48
oBAKEAA100	140244	Bakelse Aa	R	MAX		1,90			0,59	0,62
oBAKEAA400	900183	Bakelse Aa	R	JGM	0,60	1,35	0,91	0,73	1,25	0,49
oBAKEAA400	900183	Bakelse Aa	R	MAX	0,48	2,65	0,63	1,25	4,13	0,82
oBEEKGR800	990224	Beekgraaf	M	JGM	0,35	0,91	5,22	0,65	0,86	0,50
oBEEKGR800	990224	Beekgraaf	M	MAX	0,76	3,08	29,10	1,56	2,47	0,76
oBEEKGR880	140274	Beekgraaf	M	JGM	1,96	5,12	10,10	4,14	7,02	3,35
oBEEKGR880	140274	Beekgraaf	M	MAX	1,86	6,86	25,60	4,65	23,60	3,55
oBEEKLO890	140223	Beekerloop	R	JGM	0,62	0,63	2,37	1,92	3,58	0,73
oBEEKLO890	140223	Beekerloop	R	MAX	1,60	1,10	7,02	6,62	7,11	1,94
oBIEZLO400	900079	Biezenloop	M	JGM		1,34			0,99	
oBIEZLO400	900079	Biezenloop	M	MAX		1,45			1,41	
oBIEZLO850	140289	Biezenloop	M	MAX	0,57	1,00	0,62	1,53	0,48	0,92
oBOSSSL870	343521	Nieuwe Bossche Sloot	M	JGM	1,01	0,68	0,48	1,13	0,47	0,50
oBOSSSL870	343521	Nieuwe Bossche Sloot	M	MAX	1,46	1,02	0,44	1,55	0,45	0,63
oDE_AA_150	143212	Aa	R	JGM	1,43			0,30		
oDE_AA_150	143212	Aa	R	MAX	2,09			0,31		
oDE_AA_155	900186	Aa	R	JGM	1,16	1,65	1,72	0,17		
oDE_AA_155	900186	Aa	R	MAX	3,25	3,74	4,75	0,18		
oDE_AA_160	140377	Aa	R	MAX					0,17	1,41
oDE_AA_190	140308	Aa	R	MAX	1,74	0,92	1,50	1,12	0,46	0,31
oDE_AA_210	149409	Aa	R	JGM	0,93	1,59	0,80	1,05	0,82	0,40
oDE_AA_210	149409	Aa	R	MAX	1,91	2,89	1,15	2,79	2,09	0,46
oDE_AA_330	140213	Aa	R	MAX	0,52	0,76	1,27	0,66	1,64	0,91
oDE_AA_400	149394	Aa	R	MAX	1,11	0,97	0,43	1,06	0,86	0,74
oDE_AA_410	140218	Aa	R	JGM	2,25	1,70	9,24	1,42	0,92	1,21
oDE_AA_410	140218	Aa	R	MAX	4,10	2,18	52,00	1,79	1,37	1,32
oDE_AA_440	140214	Aa	R	MAX	0,92			0,70	0,87	1,70
oDE_AA_500	140219	Aa	R	JGM		0,74	3,13	0,43	0,31	
oDE_AA_500	140219	Aa	R	MAX		0,92	14,10	0,48	0,38	
oDE_AA_600	900003	Aa	R	MAX					1,25	0,52
oDE_AA_630	900001	Aa	R	JGM		1,01	7,97		2,58	1,19
oDE_AA_630	900001	Aa	R	MAX		1,57	26,80		13,40	1,07
oDE_AA_680	140216	Aa	R	JGM	0,54	1,03	8,55	1,39	0,80	1,10
oDE_AA_680	140216	Aa	R	MAX	0,45	1,97	26,50	2,19	0,92	1,25
oDE_AA_750	900006	Aa	R	JGM		0,80	2,65			
oDE_AA_750	900006	Aa	R	MAX		1,30	10,60			
oDE_AA_860	143211	Stads-Aa	R	JGM	0,88	1,22	13,00	1,42	0,96	0,83
oDE_AA_860	143211	Stads-Aa	R	MAX	0,71	1,57	49,60	1,24	0,75	1,01
oDEKUIL001	345571	De Kuilen Mill	M	MAX		3,03				1,93
oDEVILT006	140632	De Vilt Oost	M	JGM	0,52		1,95			0,85
oDEVILT006	140632	De Vilt Oost	M	MAX			2,87			0,55
oDEVILT007	140634	De Vilt Oost	M	JGM	2,96		1,61	0,38	1,64	1,26
oDEVILT007	140634	De Vilt Oost	M	MAX	5,08		1,84	0,28	1,90	1,10
oDIEPLO250	140229	Diepenhoekse Loop	M	JGM	0,20		1,08	0,38	1,13	1,74
oDIEPLO250	140229	Diepenhoekse Loop	M	MAX	0,27		2,74	0,61	4,00	3,67
oDIEZE_400	149474	Dieze	R	MAX	0,91	0,66	0,91	1,17	1,19	1,44
oDIEZE_550	340405	Dieze	R	JGM		0,66	3,64		0,80	
oDIEZE_550	340405	Dieze	R	MAX		0,59	5,88		0,78	
oDIEZE_900	342420	Dieze	R	JGM	2,01	0,98	2,01	2,37	2,18	1,52
oDIEZE_900	342420	Dieze	R	MAX	7,43	0,68	3,76	4,74	4,97	2,75

### NH<sub>4</sub>

#### Klassen mate van normoverschrijdingen JGM en MAX

< 2
2x
4x
8x
> 16x

TOTAAL	127	locaties
alleen MAX	42	locaties
alleen JGM	2	locaties
beide	83	locaties

MEPAN	MEPID	Waterloop	KRW-hoofdtype	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oDONVLO880	140264	Donkersvoortse Loop	R	JGM	0,54			1,24		
oDONVLO880	140264	Donkersvoortse Loop	R	MAX	0,45			3,02		
oDRONKA100	990772	Drongelens Kanaal	M	MAX				0,67	0,44	1,06
oDRONKA110	900184	Drongelens Kanaal	M	JGM			0,45			1,01
oDRONKA110	900184	Drongelens Kanaal	M	MAX			0,35			1,60
oDRONKA820	342407	Drongelens Kanaal	M	JGM	0,74	0,56	1,48	0,59	0,88	1,13
oDRONKA820	342407	Drongelens Kanaal	M	MAX	0,94	0,75	2,17	1,03	1,45	2,07
oDUNGLO100	900016	Dungense Loop	M	JGM	0,99		2,08	0,66	0,40	0,73
oDUNGLO100	900016	Dungense Loop	M	MAX	4,76		5,01	2,02	0,48	1,23
oEEUWLO200	140403	Eeuwselse Loop	R	MAX				0,66	1,02	0,70
oEEUWLO700	140221	Eeuwselse Loop	R	JGM	1,60			2,98		
oEEUWLO700	140221	Eeuwselse Loop	R	MAX	5,63			8,21		
oEINDKA150	144305	Eindhovens Kanaal	M	MAX	0,45				1,89	
oGEFFPL000	345550	Geffense Plas Oss	M	JGM	1,45				2,87	
oGEFFPL000	345550	Geffense Plas Oss	M	MAX	1,26				3,57	
oGOORLO210	900238	Goorloop	R	JGM	0,36		0,33	0,27	0,41	1,01
oGOORLO210	900238	Goorloop	R	MAX	0,52		0,61	0,74	1,27	4,42
oGOORLO520	140268	Goorloop	R	MAX	1,13	0,47	0,50	0,29	0,23	0,28
oGOORLO590	149418	Goorloop	R	JGM	2,19			1,93		
oGOORLO590	149418	Goorloop	R	MAX	4,30			2,80		
oGOORLO670	149419	Goorloop	R	JGM	1,20	1,01	1,33	1,02	1,34	0,71
oGOORLO670	149419	Goorloop	R	MAX	1,72	0,70	1,33	1,52	2,80	0,62
oGOORLO690	140262	Goorloop	R	MAX	0,98			1,64		
oGOORLO740	900020	Goorloop	R	JGM	1,23	1,13	0,78	1,34	0,75	0,55
oGOORLO740	900020	Goorloop	R	MAX	1,01	1,45	0,70	2,16	0,77	0,67
oGROOWE650	140292	Groote Wetering	M	JGM	0,70	0,34	0,67	0,55	1,30	2,30
oGROOWE650	140292	Groote Wetering	M	MAX	2,50	0,62	2,15	1,08	5,34	7,97
oGROOWE690	140391	Groote Wetering	M	JGM	0,89	1,78	1,49	0,79	2,22	2,43
oGROOWE690	140391	Groote Wetering	M	MAX	2,89	7,85	2,53	0,95	5,52	7,74
oGROOWE890	140293	Groote Wetering	M	JGM	0,51	0,84	3,00	0,96	0,90	0,97
oGROOWE890	140293	Groote Wetering	M	MAX	0,56	1,48	7,06	1,19	1,43	1,93
oHEESOM320	342405	Heesbeense Oude Maasje	M	JGM	1,81	0,79	1,05	1,87	0,73	1,56
oHEESOM320	342405	Heesbeense Oude Maasje	M	MAX	3,57	0,79		1,92	0,65	1,98
oHERTWE000	900025	Hertogswetering	M	MAX			1,47			1,07
oHERTWE250	340439	Hertogswetering	M	MAX	0,22			0,57	1,04	1,97
oHERTWE610	340435	Hertogswetering	M	JGM	0,89					3,75
oHERTWE610	340435	Hertogswetering	M	MAX	1,54					8,52
oHERTWE690	340438	Hertogswetering	M	JGM	0,71	0,82	1,24	0,95	1,66	1,66
oHERTWE690	340438	Hertogswetering	M	MAX	1,10	1,23	2,30	2,20	4,33	4,46
oHERTWE900	343430	Hertogswetering	M	JGM	1,15	1,80	1,78	2,19	1,04	2,83
oHERTWE900	343430	Hertogswetering	M	MAX	2,32	2,92	1,78	3,89	1,26	9,66
oHOEFGR900	340442	Hoefgraaf	M	MAX			0,57			1,86
oHOOGRA440	341430	Hooge Raam	R	JGM			0,23			1,63
oHOOGRA440	341430	Hooge Raam	R	MAX			0,21			6,02
oKADEUR110	140234	Kanaal van Deurne	M	JGM				0,61	0,56	2,46
oKADEUR110	140234	Kanaal van Deurne	M	MAX				0,79	1,05	11,70
oKAWELO300	900033	Kawaise Loop	R	JGM		1,84			0,57	
oKAWELO300	900033	Kawaise Loop	R	MAX		4,07			0,78	
oKIEVLO100	900105	Kievitsloop	R	JGM	1,07			1,57	3,32	5,51
oKIEVLO100	900105	Kievitsloop	R	MAX	2,09			2,82	6,74	14,20
oKIEVLO200	140220	Kievitsloop	R	JGM	1,51			2,58		
oKIEVLO200	140220	Kievitsloop	R	MAX	2,04			8,74		

#### NH4

#### Klassen mate van normoverschrijdingen JGM en MAX

< 2
2x
4x
8x
> 16x

TOTAAL	127	locaties
alleen MAX	42	locaties
alleen JGM	2	locaties
beide	83	locaties

MEPAN	MEPID	Waterloop	KRW-hoofdtype	Norm	Jaar						
					2015	2016	2017	2018	2019	2020	
oKLEIAA400	900185	Kleine Aa	R	JGM		0,17				1,93	
oKLEIAA400	900185	Kleine Aa	R	MAX		0,32				4,66	
oKLEIAA890	140225	Kleine Aa	R	JGM	0,30	0,28	0,23	0,29	2,25		0,16
oKLEIAA890	140225	Kleine Aa	R	MAX	0,60	0,46	0,35	0,42	8,11		0,25
oKLEIWE900	140294	Kleine Wetering	M	MAX	3,88	0,75	1,05	1,55	2,93		0,66
oKLVILT002	140672	Kleine Vilt	M	JGM	0,50		0,31	1,64	2,20		2,78
oKLVILT002	140672	Kleine Vilt	M	MAX	0,68		0,30	2,55	2,09		3,72
oKONIVL800	342410	Koningsvliet	M	MAX	0,40	0,39	0,45	3,83	1,23		0,74
oLAARWL300	900195	Laarakkerse Waterleiding	R	MAX			0,24	1,92	1,62		2,39
oLAARWL430	349100	Laarakkerse Waterleiding	R	JGM	0,43	0,40	0,32	0,37	0,83		1,17
oLAARWL430	349100	Laarakkerse Waterleiding	R	MAX	0,60	1,03	0,48	1,17	1,34		3,67
oLACTBE880	900190	Lactariabeek	R	MAX	1,02	0,18	0,23	0,17	0,08		0,68
oLAGERA250	999969	Lage Raam	M	MAX	0,15	0,16	0,34	0,23	1,22		0,42
oLAGERA520	340520	Lage Raam	R	JGM		0,17		45,90	0,16		
oLAGERA520	340520	Lage Raam	R	MAX		0,17		39,60	0,14		
oLAGERA830	900028	Lage Raam	M	MAX				0,82	0,65		1,61
oLANDLO780	140256	Landmeerse loop	M	JGM	0,42	0,26	1,25	0,52	0,13		1,19
oLANDLO780	140256	Landmeerse loop	M	MAX	0,71	0,26	1,48	0,39	0,15		2,44
oLEIJGR330	900180	Leijgraaf	R	MAX			2,80				0,38
oLEIJGR440	140272	Leijgraaf	R	JGM	0,29		1,48				
oLEIJGR440	140272	Leijgraaf	R	MAX	0,71		1,87				
oLEIJGR840	147273	Leijgraaf	R	JGM	1,05	0,63	10,80	0,86	0,53		1,23
oLEIJGR840	147273	Leijgraaf	R	MAX	2,71	1,42	42,10	1,65	0,73		1,89
oLITHAS630	340453	Lithse aanvoersloot	M	MAX	0,51	1,39	0,90	0,74	2,67		0,38
oLOONVA100	342136	Nieuwe Loonse Vaart	M	MAX	0,54	0,43	0,50	0,66	1,17		0,73
oLORRGR700	343515	Lorregraaf	M	JGM	0,23	0,80	0,41	0,58	0,28		1,02
oLORRGR700	343515	Lorregraaf	M	MAX	0,49	1,20	0,71	1,83	0,46		1,51
oLUISWE300	342401	Luisbroekse Wetering	M	MAX	0,41			1,01			
oMAHOKL000	345530	De Maashorst	M	JGM		1,60					0,35
oMAHOKL000	345530	De Maashorst	M	MAX		5,28					
oMAXIMA001	990193	Maxima-kanaal	M	JGM	1,37				0,77		
oMAXIMA001	990193	Maxima-kanaal	M	MAX	1,35				0,49		
oOEFFRA850	340415	Oeffeltse Raam	R	MAX	0,33	0,22	1,78	0,33	0,15		0,44
oOOSTAP001	145502	Oostappen Asten	M	JGM		0,35					1,03
oOOSTAP001	145502	Oostappen Asten	M	MAX		0,39					1,33
oOOSTPL000	345600	Oosterplas	M	JGM	1,16			1,23	1,23		
oOOSTPL000	345600	Oosterplas	M	MAX	1,18			0,63	1,75		
oOUDEAA460	900046	Oude Aa	R	MAX		0,45			1,14		
oPEELLO300	900049	Peelse Loop	R	JGM		1,12			1,07		
oPEELLO300	900049	Peelse Loop	R	MAX		3,02			1,64		
oPEELLO400	900189	Peelse Loop	R	MAX		0,39			1,43		
oPEELLO890	140255	Peelse Loop	R	MAX	0,19	0,40	0,27	2,37	0,25		0,09
oRADIOP003	345578	Radioplussen Oploo	M	JGM	0,26				2,32		
oRADIOP003	345578	Radioplussen Oploo	M	MAX	0,56				5,26		
oROODWE800	340454	Roode Wetering	M	JGM			1,11				1,56
oROODWE800	340454	Roode Wetering	M	MAX			2,59				3,17
oSAMBUI860	340410	Sambeekse Uitwetering	M	MAX	0,33	0,19	0,50	0,14	1,08		0,79
oSCHAVE000	345565	Schaartven Overloon	M	MAX		0,23					1,44
oSCHYLO820	143281	Schijndelse Loop	M	JGM	0,70	0,67	4,09	0,83	1,13		5,67
oSCHYLO820	143281	Schijndelse Loop	M	MAX		0,89	12,50		1,84		20,40
oSNELLO160	142252	Snelle Loop	R	MAX			0,43				2,27

#### NH4

##### Klassen mate van normoverschrijdingen JGM en MAX

< 2
2x
4x
8x
> 16x

TOTAAL	127	locaties
alleen MAX	42	locaties
alleen JGM	2	locaties
beide	83	locaties



MEPAN	MEPID	Waterloop	KRW-hoofdtype	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oSNELLO300	900181	Snelle Loop	R	JGM			1,86			6,19
oSNELLO300	900181	Snelle Loop	R	MAX			5,54			18,70
oSNELLO810	140254	Snelle Loop	R	MAX	0,15	0,96	0,83	1,36	0,42	0,93
oSTDENB003	900061	Stadswater Maaspoort	M	JGM	0,77	0,50	0,85	1,13	1,13	0,84
oSTDENB118	185088	Stadswater Den Bosch	M	MAX	0,20	0,17	0,22	0,29		1,30
oSTDEUR005	999971	Visvijver Deurne	M	JGM	0,64	0,60	0,44	2,21	0,39	0,31
oSTDEUR005	999971	Visvijver Deurne	M	MAX	0,66	0,39	0,65	2,75	0,25	0,29
oSTGEFF000	185073	Vijver Geffen	M	MAX	12,20			2,90	2,33	
oSTGEFF000	185073	Vijver Geffen	M	JGM	9,25			2,91	2,74	
oSTGEME002	185063	Visvijver Gemert	M	JGM	5,40	0,27				
oSTGEME002	185063	Visvijver Gemert	M	MAX	6,86	0,26				
oSTGRAV000	349760	Singel Grave	M	JGM				0,37	1,45	1,07
oSTGRAV000	349760	Singel Grave	M	MAX				0,34	1,61	0,87
oSTHEES002	149438	Visvijver Heesch	M	JGM	1,27			1,63	0,48	1,69
oSTHEES002	149438	Visvijver Heesch	M	MAX	1,22			1,76	0,53	
oSTHELM000	143006	Stadswater Helmond	M	JGM		2,75	1,71	1,23		0,49
oSTHELM000	143006	Stadswater Helmond	M	MAX		3,80	2,93	1,12	1,63	0,48
oSTRAVE002	343554	Stadsgracht Ravenstein	M	JGM					5,38	0,47
oSTRAVE002	343554	Stadsgracht Ravenstein	M	MAX					14,60	0,36
oSTRIJP100	341415	Strijpse Beek	M	MAX	0,36		0,38	0,28	0,21	1,50
oSTSOME003	185028	Vijver Someren	M	JGM	1,34			0,11	0,26	0,06
oSTVEGH000	149275	Stadswater Veghel	M	JGM		0,83	1,54			
oSTVEGH000	149275	Stadswater Veghel	M	MAX		0,66	1,23			
oSTVLIJ000	185034	Stadswater Vlijmen	M	JGM					2,37	3,46
oSTVLIJ000	185034	Stadswater Vlijmen	M	MAX					2,91	4,19
oSTVLIJ001	340466	Stadswater Vlijmen	M	JGM				1,76	19,10	0,59
oSTVLIJ001	340466	Stadswater Vlijmen	M	MAX				2,55	37,90	
oSTVLIJ003	340468	Stadswater Vlijmen	M	JGM				2,30	2,57	3,58
oSTVLIJ003	340468	Stadswater Vlijmen	M	MAX				2,50	3,16	2,89
oSTVLIJ005	990601	Stadswater Vlijmen	M	JGM				0,93	7,17	0,70
oSTVLIJ005	990601	Stadswater Vlijmen	M	MAX				1,01	7,59	0,70
oSTVLIJ010	343527	Sloot Vlijmen	M	JGM					2,66	0,65
oSTVLIJ010	343527	Sloot Vlijmen	M	MAX					2,83	0,78
oTEEFWE100	340455	Teeffelse Wetering	M	JGM	0,60	0,61	0,79	1,62	1,47	1,42
oTEEFWE100	340455	Teeffelse Wetering	M	MAX	1,53	0,60	0,78	4,15	4,54	4,39
oTEEFWE900	340452	Teeffelse Wetering	M	JGM	2,14	1,03	1,49	1,14	1,78	2,05
oTEEFWE900	340452	Teeffelse Wetering	M	MAX	3,29	1,09	2,21	2,32	4,61	4,77
oTOCHSL800	340422	Tochtsloot	R	MAX		0,23	0,32	0,62	2,81	0,82
oTRAVER100	999934	Traverse	M	JGM			0,90			1,31
oTRAVER100	999934	Traverse	M	MAX			1,28			1,42
oTRAVER830	900077	Traverse	M	JGM	0,37	0,43	0,56	1,04	0,79	0,47
oTRAVER830	900077	Traverse	M	MAX	0,69		0,61	1,91	1,11	0,50
oVINKNL170	341417	Vinkenloop	M	MAX					1,63	0,29
oVLIER_850	140242	Vlier	R	JGM	1,59	0,76	0,36	0,88	0,71	0,48
oVLIER_850	140242	Vlier	R	MAX	2,60	0,59	0,28		0,81	0,42
oVLIET_210	340445	Nieuwe Vliet	M	MAX	1,13		0,38			0,53
oVOBRLO820	140222	Voordeldonkse Broekloop	M	JGM	0,73	4,24	0,48	0,70	2,32	1,76
oVOBRLO820	140222	Voordeldonkse Broekloop	M	MAX	0,99	11,10	1,07	0,67	8,53	3,44
oVOBRLO880	140301	Voordeldonkse Broekloop	M	JGM	0,53	2,97	0,52	1,02	0,64	0,38
oVOBRLO880	140301	Voordeldonkse Broekloop	M	MAX	0,86	13,30	0,56	3,57	1,09	0,61
oWAMBBE750	140291	Wambergse Beek	R	JGM				1,86	1,34	0,62
oWAMBBE750	140291	Wambergse Beek	R	MAX				3,22	3,42	0,81
oWAMBBE830	140295	Wambergse Beek	R	JGM	0,31	0,24	2,26			
oWAMBBE830	140295	Wambergse Beek	R	MAX	0,26	0,27	9,02			
oZUIDWV780	144303	Zuid-Willemsvaart	M	MAX	2,01	0,39	0,57	0,63	1,39	0,44

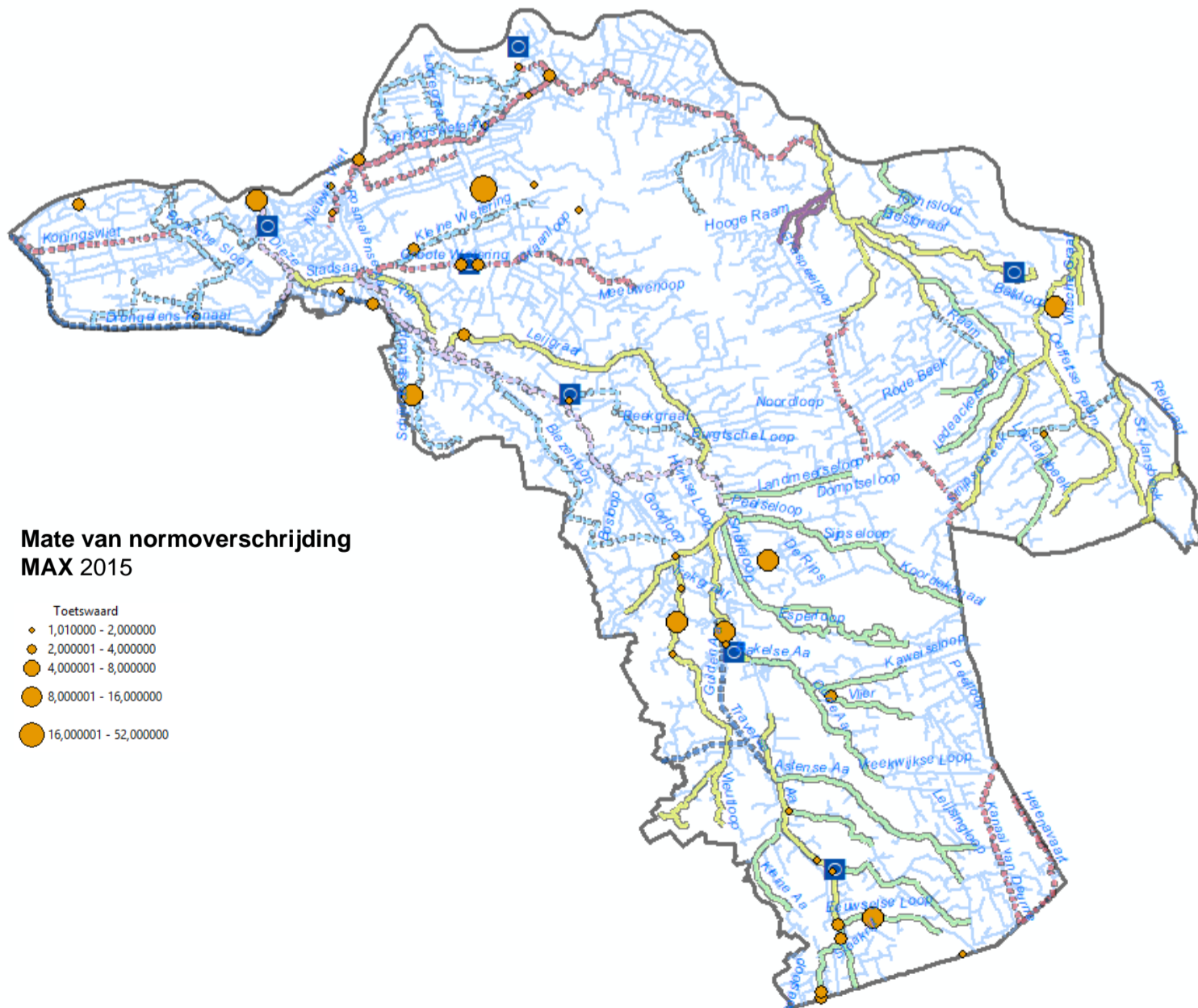
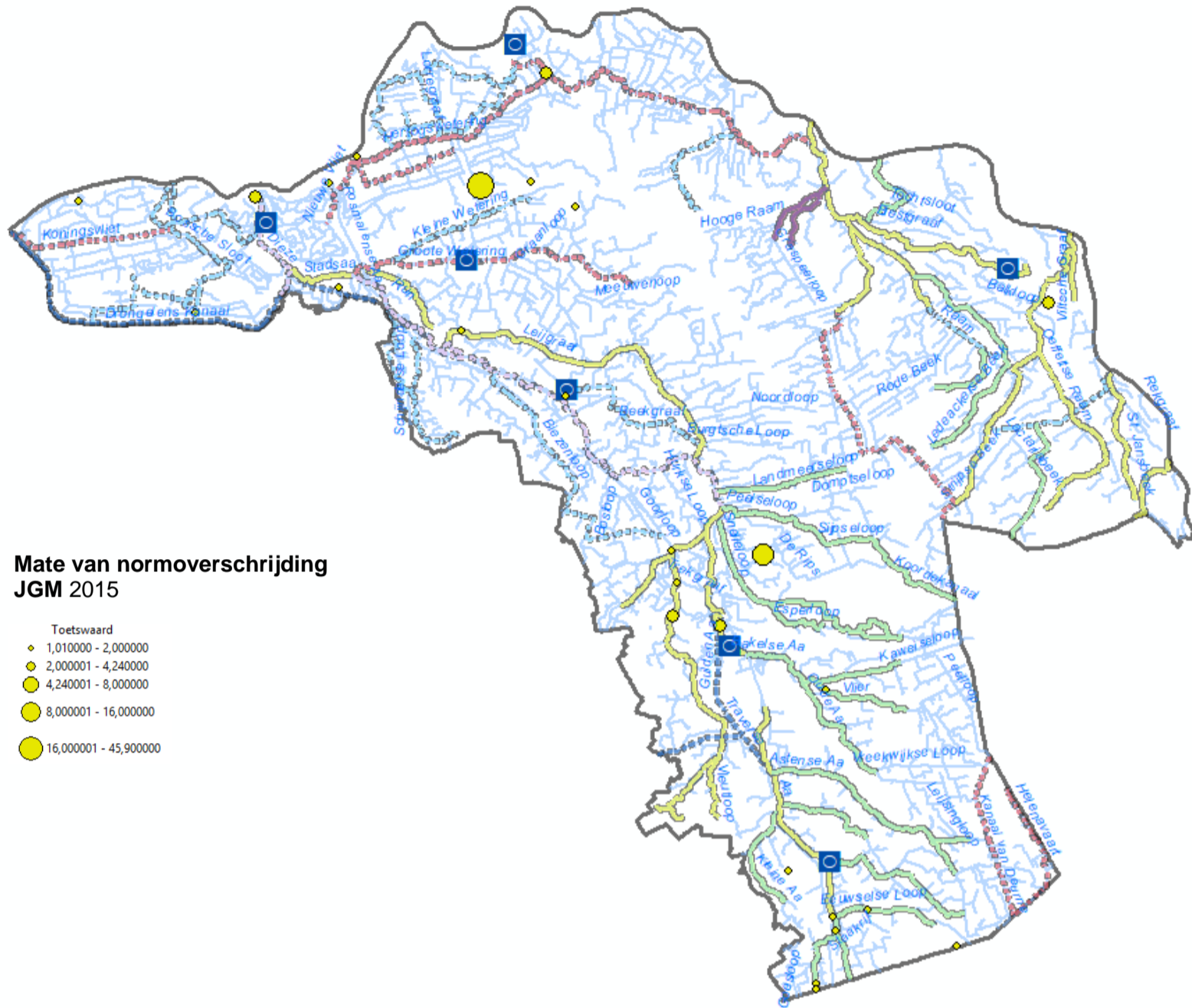
#### NH4

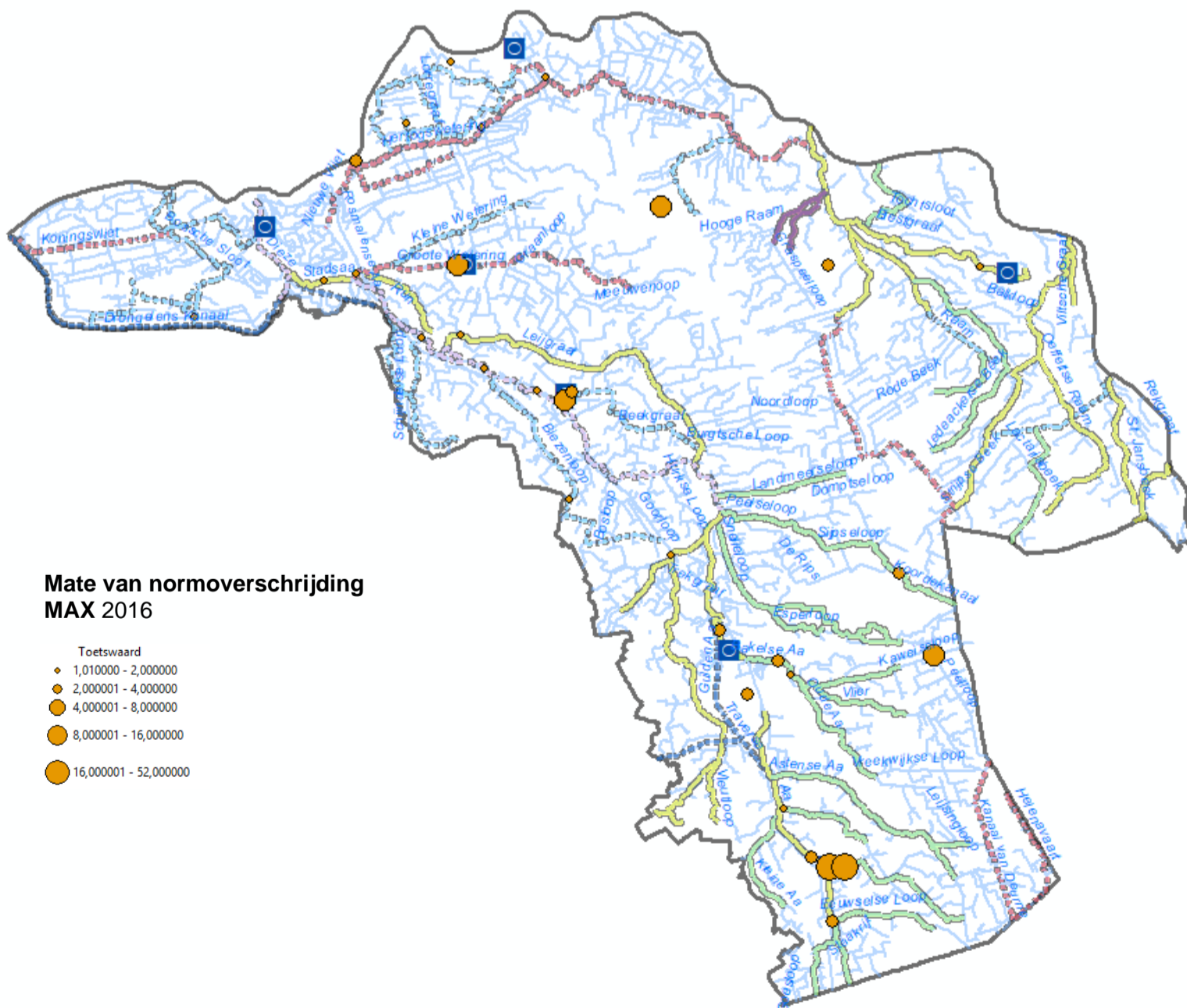
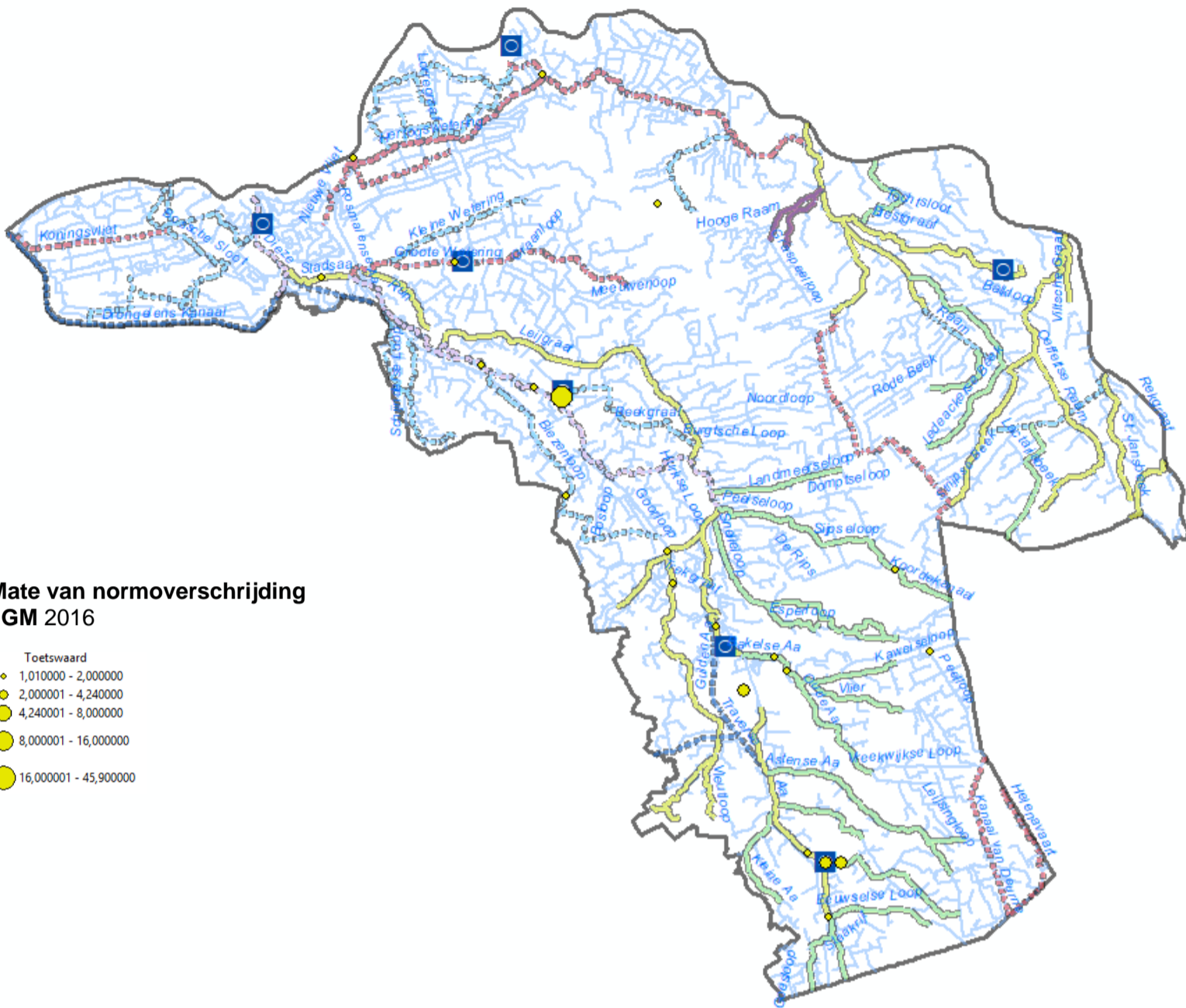
##### Klassen mate van normoverschrijdingen JGM en MAX

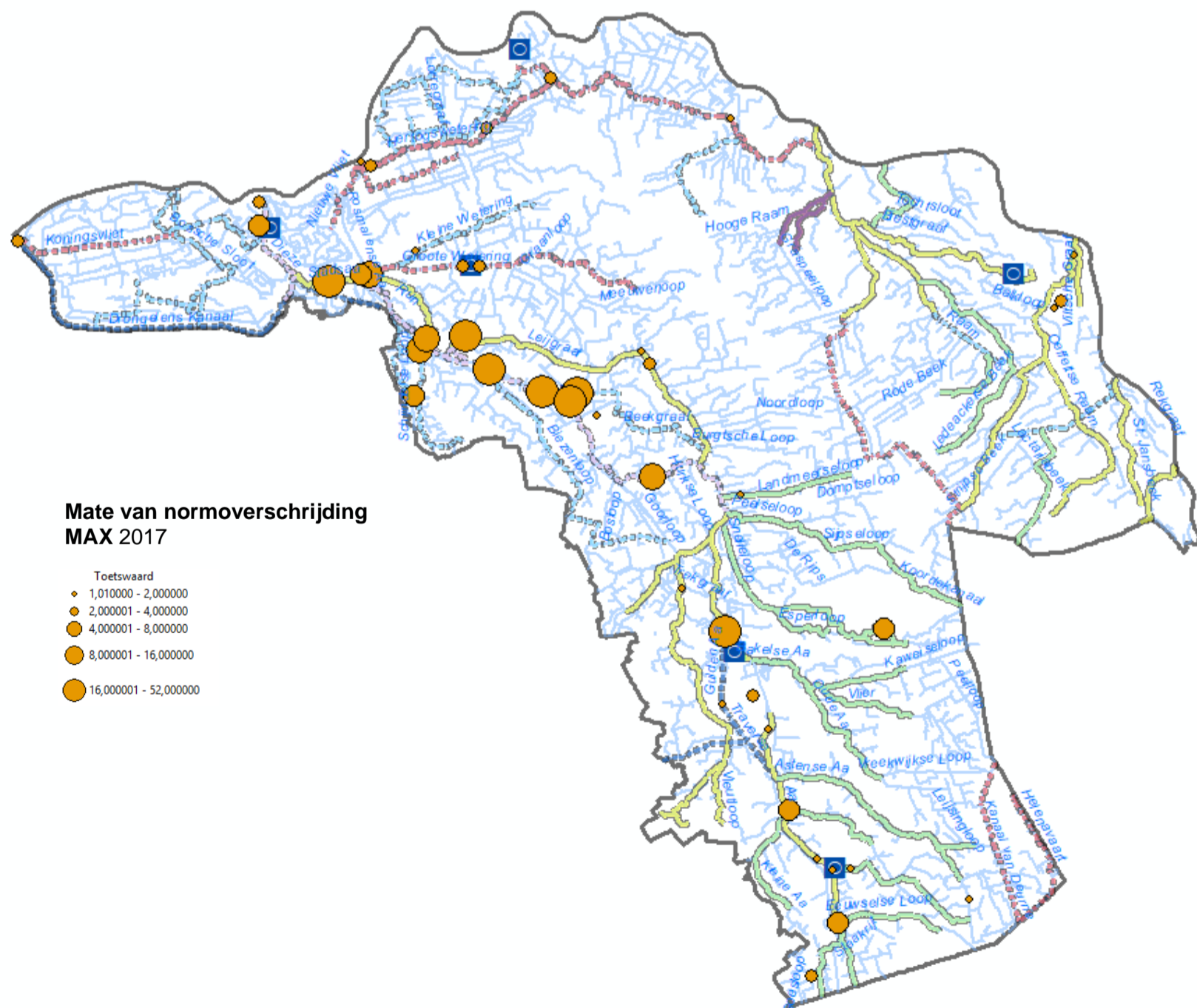
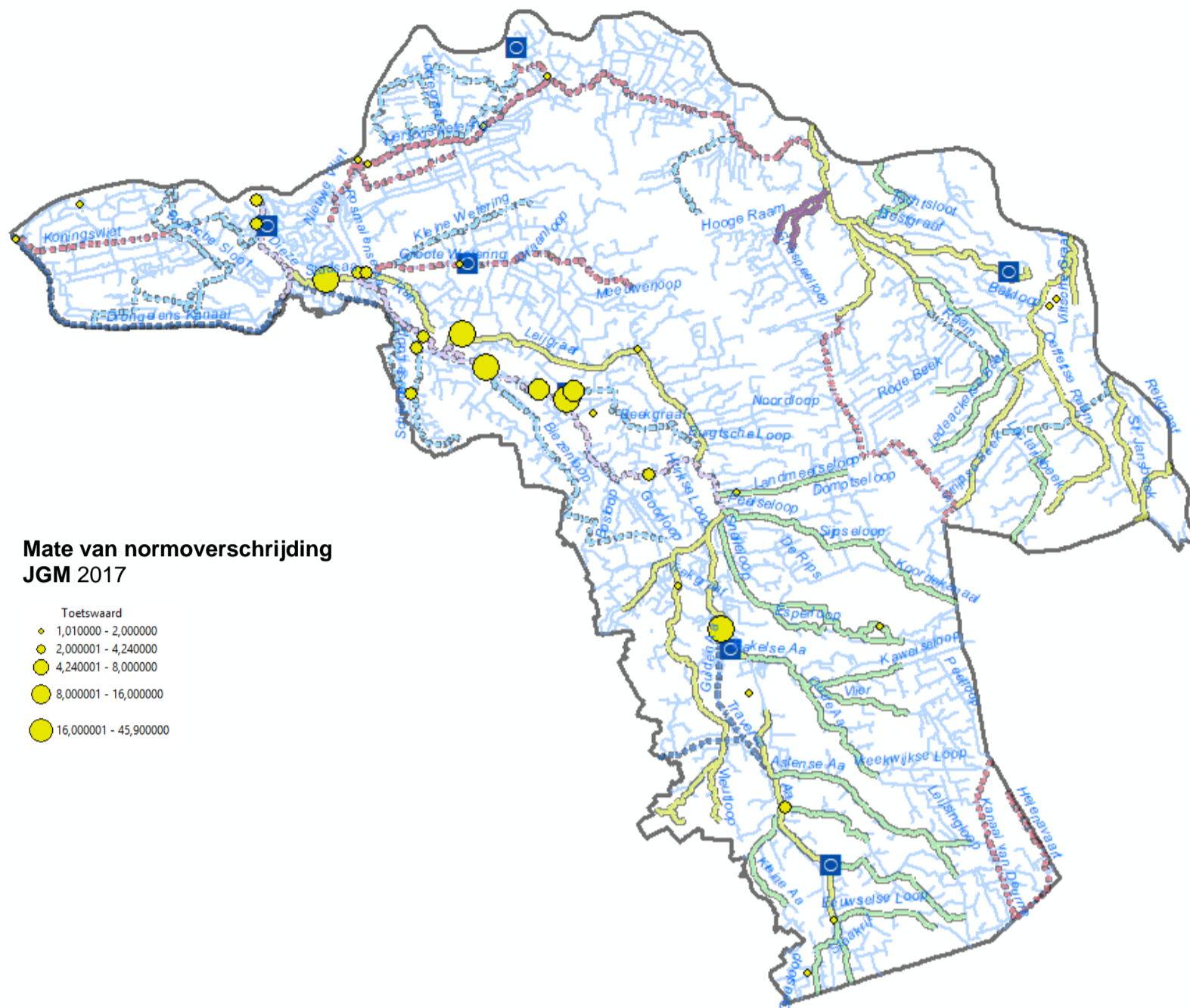
< 2
2x
4x
8x
> 16x

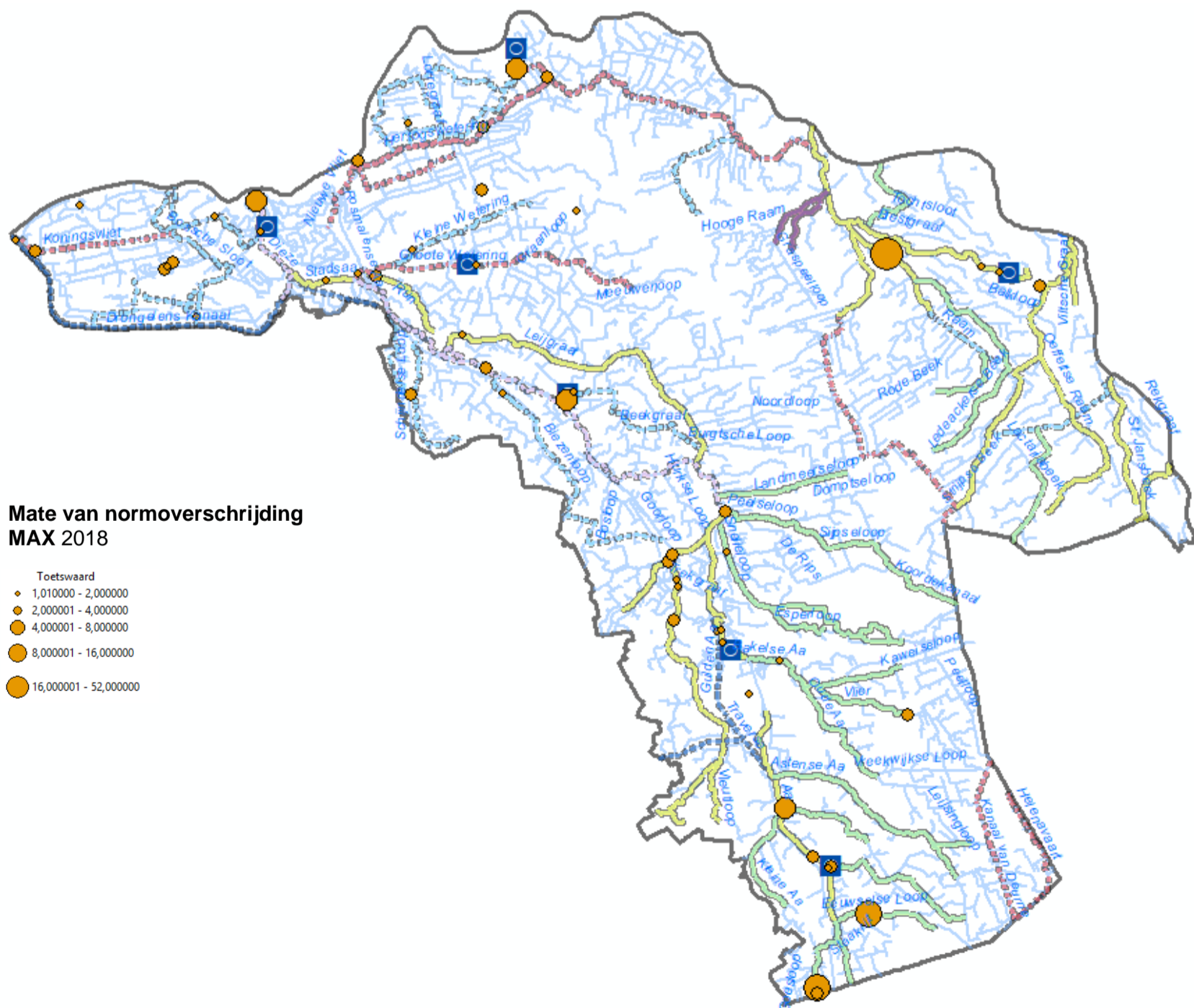
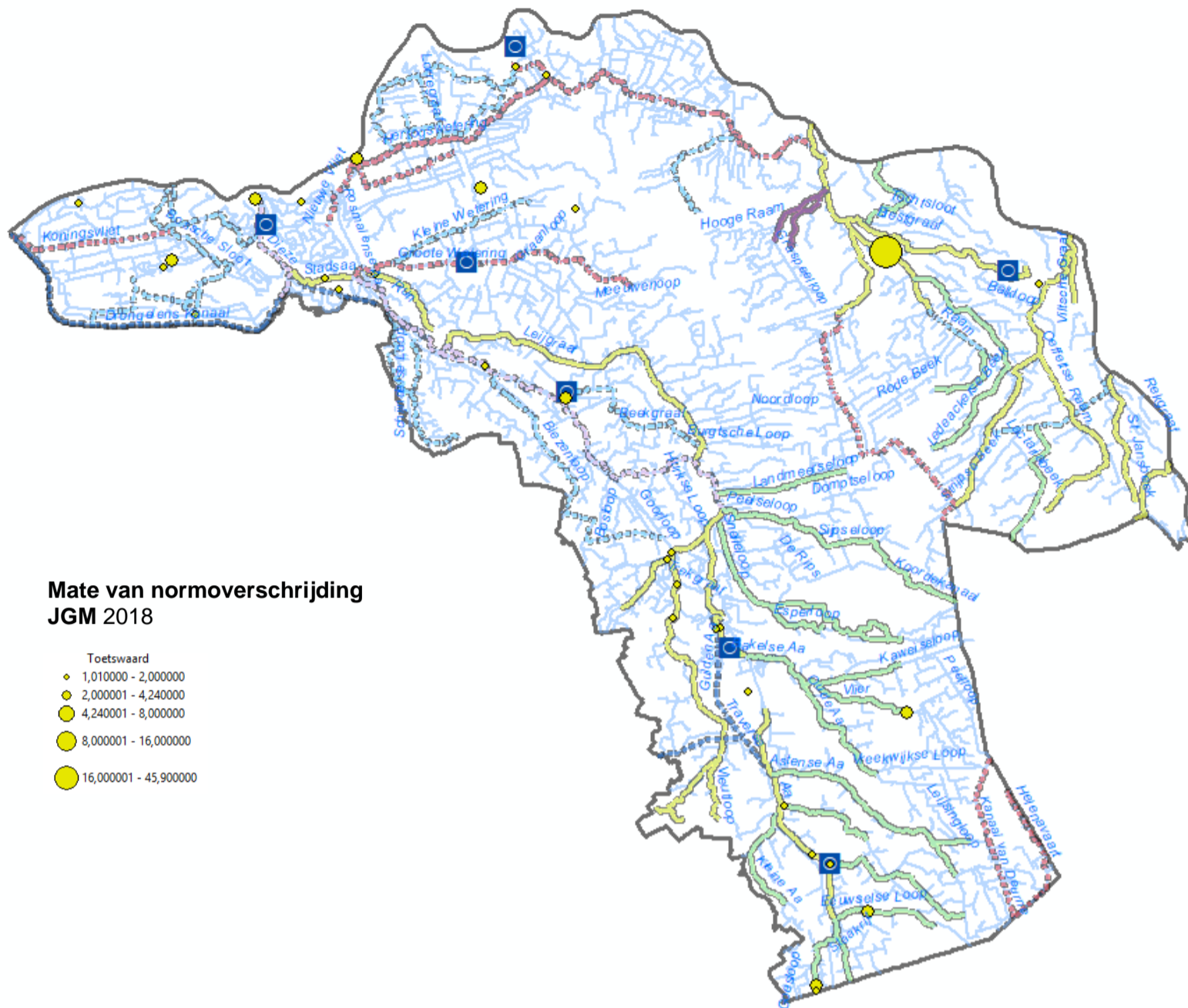
TOTAAL	127	locaties
alleen MAX	42	locaties
alleen JGM	2	locaties
beide	83	locaties

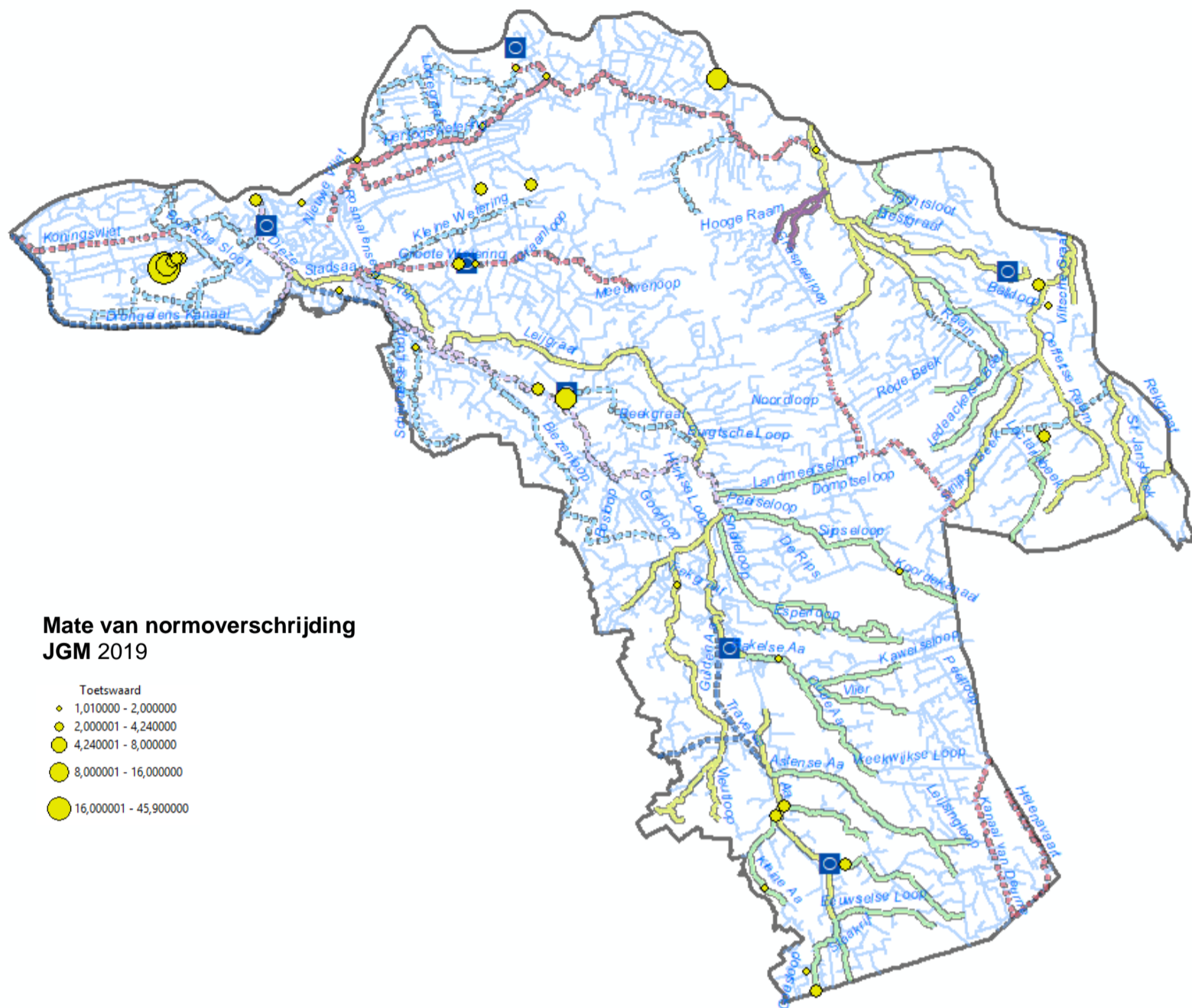
BIJLAGE 3: Kaarten met mate van normoverschrijding ammonium per jaar





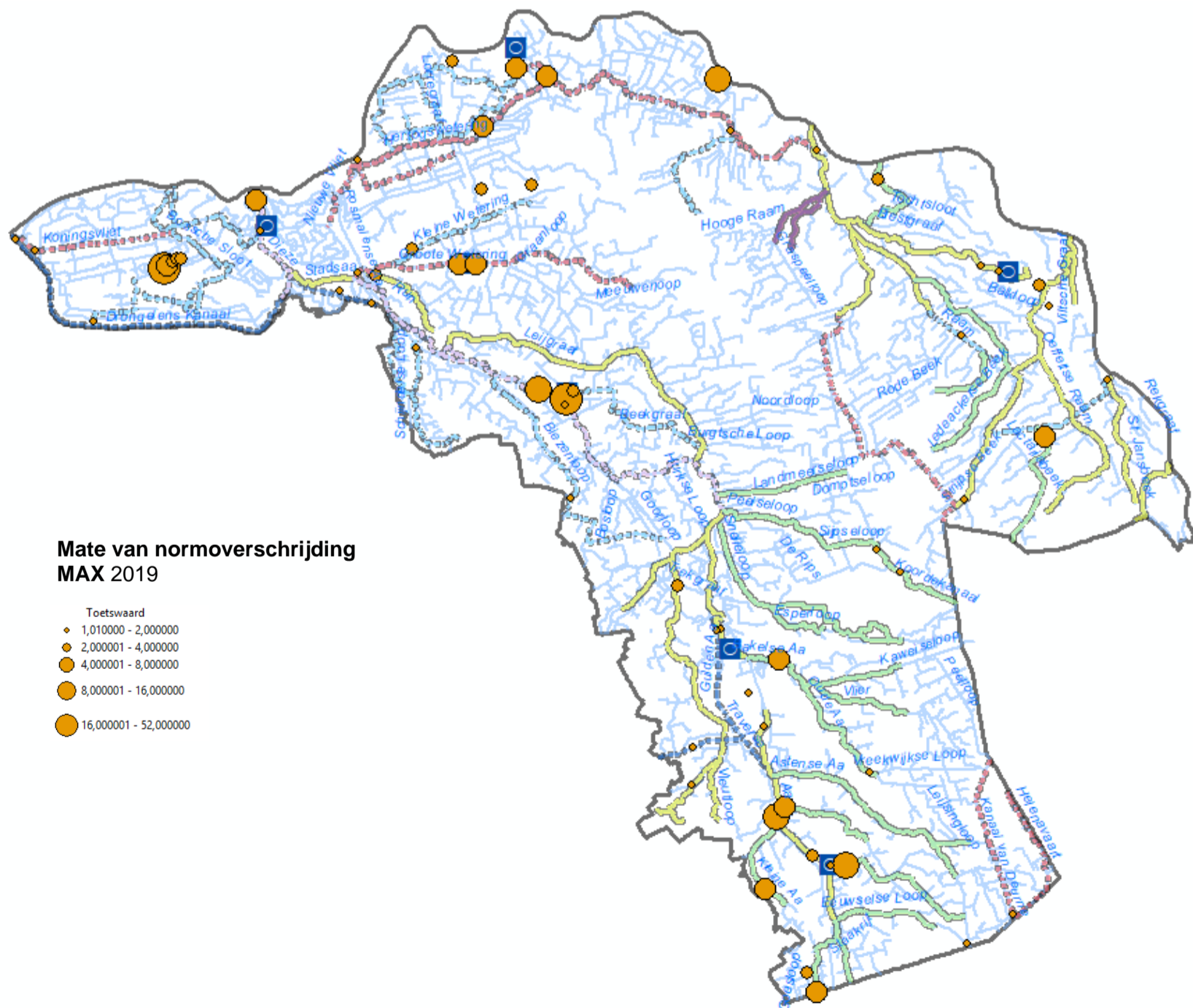






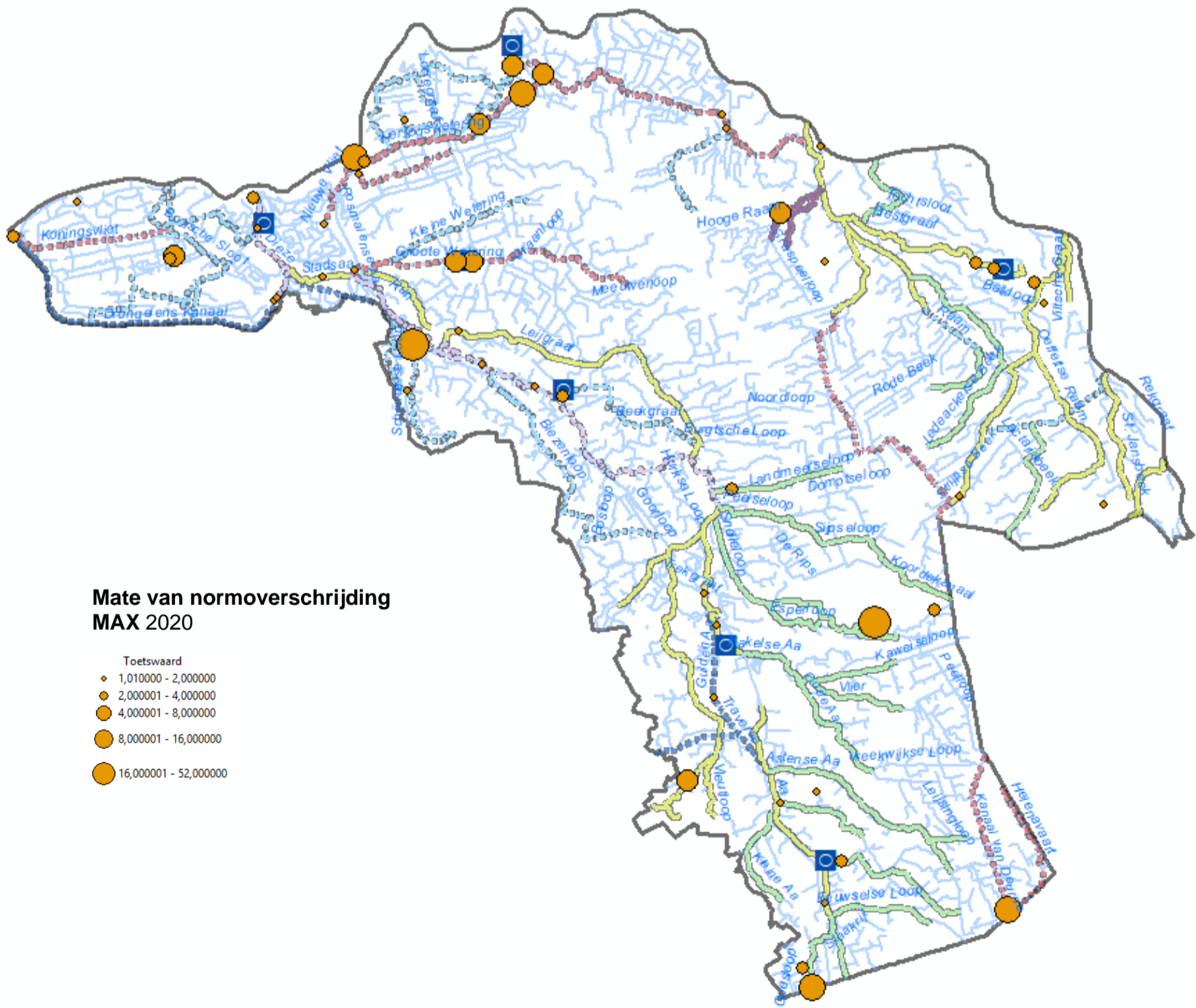
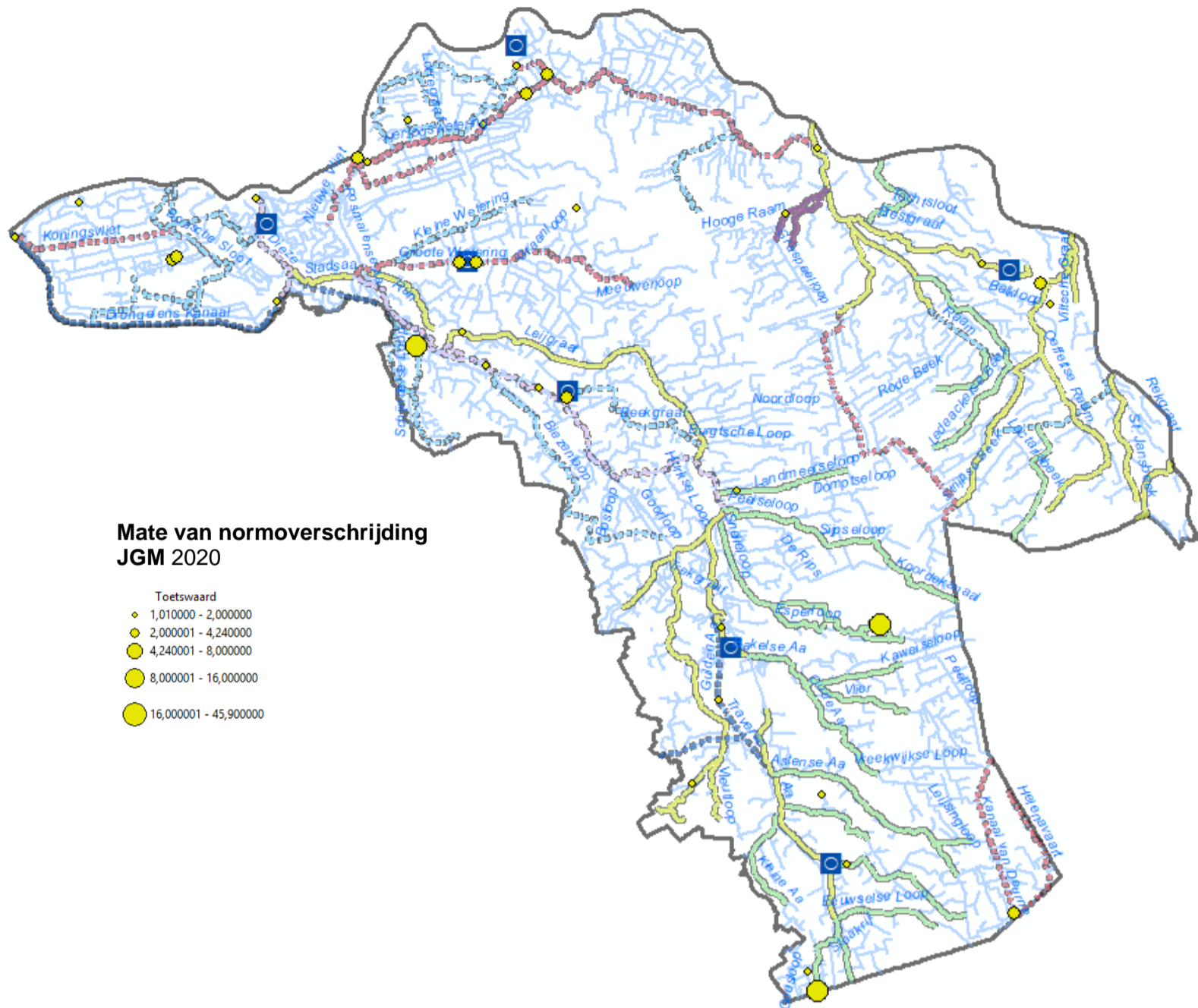
**Mate van normoverschrijding  
JGM 2019**

- Toetswaarde
- 1,010000 - 2,000000
  - 2,000001 - 4,240000
  - 4,240001 - 8,000000
  - 8,000001 - 16,000000
  - 16,000001 - 45,900000



**Mate van normoverschrijding  
MAX 2019**

- Toetswaarde
- 1,010000 - 2,000000
  - 2,000001 - 4,000000
  - 4,000001 - 8,000000
  - 8,000001 - 16,000000
  - 16,000001 - 52,000000



## BIJLAGE 4: Overzicht per categorie van meetlocaties met overschrijdingen

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oDE_AA_400	149394	Aa	inlaat	MAX	1,11	0,97	0,43	1,06	0,86	0,74
oDE_AA_860	143211	Stads-Aa	inlaat	JGM	0,88	1,22	13,00	1,42	0,96	0,83
oDE_AA_860	143211	Stads-Aa	inlaat	MAX	0,71	1,57	49,60	1,24	0,75	1,01
oDRONKA100	990772	Drongelens Kanaal	inlaat	MAX				0,67	0,44	1,06
oDRONKA110	900184	Drongelens Kanaal	inlaat	JGM			0,45			1,01
oDRONKA110	900184	Drongelens Kanaal	inlaat	MAX			0,35			1,60
oDRONKA820	342407	Drongelens Kanaal	inlaat	JGM	0,74	0,56	1,48	0,59	0,88	1,13
oDRONKA820	342407	Drongelens Kanaal	inlaat	MAX	0,94	0,75	2,17	1,03	1,45	2,07
oEEUWLO200	140403	Eeuwselse Loop	inlaat	MAX				0,66	1,02	0,70
oKADEUR110	140234	Kanaal van Deurne	inlaat	JGM				0,61	0,56	2,46
oKADEUR110	140234	Kanaal van Deurne	inlaat	MAX				0,79	1,05	11,70
oMAXIMA001	990193	Maxima-kanaal	inlaat	JGM	1,37				0,77	
oMAXIMA001	990193	Maxima-kanaal	inlaat	MAX	1,35				0,49	
oSNELO160	142252	Snelle Loop	inlaat	MAX			0,43			2,27
oTEEFWE100	340455	Teeffelense Wetering	inlaat	JGM	0,60	0,61	0,79	1,62	1,47	1,42
oTEEFWE100	340455	Teeffelense Wetering	inlaat	MAX	1,53	0,60	0,78	4,15	4,54	4,39
oTRAVER100	999934	Traverse	inlaat	JGM			0,90			1,31
oTRAVER100	999934	Traverse	inlaat	MAX			1,28			1,42
oTRAVER830	900077	Traverse	inlaat	JGM	0,37	0,43	0,56	1,04	0,79	0,47
oTRAVER830	900077	Traverse	inlaat	MAX	0,69		0,61	1,91	1,11	0,50
oZUIDWV780	144303	Zuid-Willemsvaart	inlaat	MAX	2,01	0,39	0,57	0,63	1,39	0,44

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oHEESOM320	342405	Heesbeense Oude Maasje	inlaat-landb	JGM	1,81	0,79	1,05	1,87	0,73	1,56
oHEESOM320	342405	Heesbeense Oude Maasje	inlaat-landb	MAX	3,57	0,79		1,92	0,65	1,98
oKAWELO300	900033	Kawaise Loop	inlaat-landb	JGM		1,84			0,57	
oKAWELO300	900033	Kawaise Loop	inlaat-landb	MAX		4,07			0,78	
oOUDEAA460	900046	Oude Aa	inlaat-landb	MAX		0,45			1,14	
oPEELLO300	900049	Peelse Loop	inlaat-landb	JGM		1,12			1,07	
oPEELLO300	900049	Peelse Loop	inlaat-landb	MAX		3,02			1,64	

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oBAKEAA400	900183	Bakelse Aa	landb-natuur	JGM	0,60	1,35	0,91	0,73	1,25	0,49
oBAKEAA400	900183	Bakelse Aa	landb-natuur	MAX	0,48	2,65	0,63	1,25	4,13	0,82
oBIEZLO850	140289	Biezenloop	landb-natuur	MAX	0,57	1,00	0,62	1,53	0,48	0,92
oDE_AA_150	143212	Aa	landb-natuur	JGM	1,43			0,30		
oDE_AA_150	143212	Aa	landb-natuur	MAX	2,09			0,31		
oDE_AA_155	900186	Aa	landb-natuur	JGM	1,16	1,65	1,72	0,17		
oDE_AA_155	900186	Aa	landb-natuur	MAX	3,25	3,74	4,75	0,18		
oDE_AA_160	140377	Aa	landb-natuur	MAX					0,17	1,41
oDEVILT006	140632	De Vilt Oost	landb-natuur	JGM	0,52		1,95			0,85
oDEVILT006	140632	De Vilt Oost	landb-natuur	MAX			2,87			0,55
oDEVILT007	140634	De Vilt Oost	landb-natuur	JGM	2,96		1,61	0,38	1,64	1,26
oDEVILT007	140634	De Vilt Oost	landb-natuur	MAX	5,08		1,84	0,28	1,90	1,10
oEEUWLO700	140221	Eeuwselse Loop	landb-natuur	JGM	1,60			2,98		
oEEUWLO700	140221	Eeuwselse Loop	landb-natuur	MAX	5,63			8,21		
oKLVILT002	140672	Kleine Vilt	landb-natuur	JGM	0,50		0,31	1,64	2,20	2,78
oKLVILT002	140672	Kleine Vilt	landb-natuur	MAX	0,68		0,30	2,55	2,09	3,72
oPEELLO400	900189	Peelse Loop	landb-natuur	MAX		0,39			1,43	
oSNELO300	900181	Snelle Loop	landb-natuur	JGM			1,86			6,19
oSNELO300	900181	Snelle Loop	landb-natuur	MAX			5,54			18,70

### NH4

#### Klassen mate van normoverschrijdingen JGM en MAX

< 2
2x
4x
8x
> 16x



MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oASTEAA330	140231	Astense Aa	landbouw	MAX			1,15			0,54
oBAKEAA100	140244	Bakelse Aa	landbouw	JGM		1,02			0,44	0,48
oBAKEAA100	140244	Bakelse Aa	landbouw	MAX		1,90			0,59	0,62
oBEEKGR800	990224	Beekgraaf	landbouw	JGM	0,35	0,91	5,22	0,65	0,86	0,50
oBEEKGR800	990224	Beekgraaf	landbouw	MAX	0,76	3,08	29,10	1,56	2,47	0,76
oBEEKLO890	140223	Beekerloop	landbouw	JGM	0,62	0,63	2,37	1,92	3,58	0,73
oBEEKLO890	140223	Beekerloop	landbouw	MAX	1,60	1,10	7,02	6,62	7,11	1,94
oBIEZLO400	900079	Biezenloop	landbouw	JGM		1,34			0,99	
oBIEZLO400	900079	Biezenloop	landbouw	MAX		1,45			1,41	
oBOSSSL870	343521	Nieuwe Bossche Sloot	landbouw	JGM	1,01	0,68	0,48	1,13	0,47	0,50
oBOSSSL870	343521	Nieuwe Bossche Sloot	landbouw	MAX	1,46	1,02	0,44	1,55	0,45	0,63
oDE_AA_190	140308	Aa	landbouw	MAX	1,74	0,92	1,50	1,12	0,46	0,31
oDE_AA_500	140219	Aa	landbouw	JGM		0,74	3,13	0,43	0,31	
oDE_AA_500	140219	Aa	landbouw	MAX		0,92	14,10	0,48	0,38	
oDE_AA_750	900006	Aa	landbouw	JGM		0,80	2,65			
oDE_AA_750	900006	Aa	landbouw	MAX		1,30	10,60			
oDIEPLO250	140229	Diepenhoekse Loop	landbouw	JGM	0,20		1,08	0,38	1,13	1,74
oDIEPLO250	140229	Diepenhoekse Loop	landbouw	MAX	0,27		2,74	0,61	4,00	3,67
oDONVLO880	140264	Donkersvoortse Loop	landbouw	JGM	0,54			1,24		
oDONVLO880	140264	Donkersvoortse Loop	landbouw	MAX	0,45			3,02		
oDUNGLO100	900016	Dungense Loop	landbouw	JGM	0,99		2,08	0,66	0,40	0,73
oDUNGLO100	900016	Dungense Loop	landbouw	MAX	4,76		5,01	2,02	0,48	1,23
oGOORLO210	900238	Goorloop	landbouw	JGM	0,36		0,33	0,27	0,41	1,01
oGOORLO210	900238	Goorloop	landbouw	MAX	0,52		0,61	0,74	1,27	4,42
oGOORLO520	140268	Goorloop	landbouw	MAX	1,13	0,47	0,50	0,29	0,23	0,28
oGOORLO590	149418	Goorloop	landbouw	JGM	2,19			1,93		
oGOORLO590	149418	Goorloop	landbouw	MAX	4,30			2,80		
oHERTWE000	900025	Hertogswetering	landbouw	MAX			1,47			1,07
oHERTWE250	340439	Hertogswetering	landbouw	MAX	0,22			0,57	1,04	1,97
oHOEFGR900	340442	Hoefgraaf	landbouw	MAX			0,57			1,86
oHOOGRA440	341430	Hooge Raam	landbouw	JGM			0,23			1,63
oHOOGRA440	341430	Hooge Raam	landbouw	MAX			0,21			6,02
oKIEVLO100	900105	Kievitsloop	landbouw	JGM	1,07			1,57	3,32	5,51
oKIEVLO100	900105	Kievitsloop	landbouw	MAX	2,09			2,82	6,74	14,20
oKIEVLO200	140220	Kievitsloop	landbouw	JGM	1,51			2,58		
oKIEVLO200	140220	Kievitsloop	landbouw	MAX	2,04			8,74		
oKLEIAA400	900185	Kleine Aa	landbouw	JGM		0,17			1,93	
oKLEIAA400	900185	Kleine Aa	landbouw	MAX		0,32			4,66	
oKLEIAA890	140225	Kleine Aa	landbouw	JGM	0,30	0,28	0,23	0,29	2,25	0,16
oKLEIAA890	140225	Kleine Aa	landbouw	MAX	0,60	0,46	0,35	0,42	8,11	0,25
oKLEIWE900	140294	Kleine Wetering	landbouw	MAX	3,88	0,75	1,05	1,55	2,93	0,66
oKONIVL800	342410	Koningsvliet	landbouw	MAX	0,40	0,39	0,45	3,83	1,23	0,74
oLACTBE880	900190	Lactariabeek	landbouw	MAX	1,02	0,18	0,23	0,17	0,08	0,68
oLAGERA250	999969	Lage Raam	landbouw	MAX	0,15	0,16	0,34	0,23	1,22	0,42
oLAGERA520	340520	Lage Raam	landbouw	JGM		0,17		45,90	0,16	
oLAGERA520	340520	Lage Raam	landbouw	MAX		0,17		39,60	0,14	
oLAGERA830	900028	Lage Raam	landbouw	MAX				0,82	0,65	1,61
oLANDLO780	140256	Landmeerse loop	landbouw	JGM	0,42	0,26	1,25	0,52	0,13	1,19
oLANDLO780	140256	Landmeerse loop	landbouw	MAX	0,71	0,26	1,48	0,39	0,15	2,44
oLEIJGR330	900180	Leijgraaf	landbouw	MAX			2,80			0,38
oLEIJGR440	140272	Leijgraaf	landbouw	JGM	0,29		1,48			
oLEIJGR440	140272	Leijgraaf	landbouw	MAX	0,71		1,87			
oLOONVA100	342136	Nieuwe Loonse Vaart	landbouw	MAX	0,54	0,43	0,50	0,66	1,17	0,73
oLORRGR700	343515	Lorregraaf	landbouw	JGM	0,23	0,80	0,41	0,58	0,28	1,02
oLORRGR700	343515	Lorregraaf	landbouw	MAX	0,49	1,20	0,71	1,83	0,46	1,51
oLUIWE300	342401	Luisbroekse Wetering	landbouw	MAX	0,41			1,01		
oOEFFRA850	340415	Oeffeltse Raam	landbouw	MAX	0,33	0,22	1,78	0,33	0,15	0,44
oPEELLO890	140255	Peelse Loop	landbouw	MAX	0,19	0,40	0,27	2,37	0,25	0,09
oROODWE800	340454	Roode Wetering	landbouw	JGM			1,11			1,56
oROODWE800	340454	Roode Wetering	landbouw	MAX			2,59			3,17
oSAMBUI860	340410	Sambeekse Uitwatering	landbouw	MAX	0,33	0,19	0,50	0,14	1,08	0,79
oSCHYLO820	143281	Schijndelse Loop	landbouw	JGM	0,70	0,67	4,09	0,83	1,13	5,67
oSCHYLO820	143281	Schijndelse Loop	landbouw	MAX		0,89	12,50		1,84	20,40
oSNELLO810	140254	Snelle Loop	landbouw	MAX	0,15	0,96	0,83	1,36	0,42	0,93
oSTRIJP100	341415	Strijpse Beek	landbouw	MAX	0,36		0,38	0,28	0,21	1,50
oTOCHSL800	340422	Tochtsloot	landbouw	MAX		0,23	0,32	0,62	2,81	0,82
oVINKNL170	341417	Vinkenloop	landbouw	MAX					1,63	0,29
oVLIER_850	140242	Vlier	landbouw	JGM	1,59	0,76	0,36	0,88	0,71	0,48
oVLIER_850	140242	Vlier	landbouw	MAX	2,60	0,59	0,28		0,81	0,42
oVOBRLO820	140222	Voordeldonkse Broekloop	landbouw	JGM	0,73	4,24	0,48	0,70	2,32	1,76
oVOBRLO820	140222	Voordeldonkse Broekloop	landbouw	MAX	0,99	11,10	1,07	0,67	8,53	3,44
oVOBRLO880	140301	Voordeldonkse Broekloop	landbouw	JGM	0,53	2,97	0,52	1,02	0,64	0,38
oVOBRLO880	140301	Voordeldonkse Broekloop	landbouw	MAX	0,86	13,30	0,56	3,57	1,09	0,61

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oBEEKGR880	140274	Beekgraaf	rwzi	JGM	1,96	5,12	10,10	4,14	7,02	3,35
oBEEKGR880	140274	Beekgraaf	rwzi	MAX	1,86	6,86	25,60	4,65	23,60	3,55
oDE_AA_410	140218	Aa	rwzi	JGM	2,25	1,70	9,24	1,42	0,92	1,21
oDE_AA_410	140218	Aa	rwzi	MAX	4,10	2,18	52,00	1,79	1,37	1,32
oDE_AA_630	900001	Aa	rwzi	JGM		1,01	7,97		2,58	1,19
oDE_AA_630	900001	Aa	rwzi	MAX		1,57	26,80		13,40	1,07
oGROOWE690	140391	Groote Wetering	rwzi	JGM	0,89	1,78	1,49	0,79	2,22	2,43
oGROOWE690	140391	Groote Wetering	rwzi	MAX	2,89	7,85	2,53	0,95	5,52	7,74
oHERTWE610	340435	Hertogswetering	rwzi	JGM	0,89					3,75
oHERTWE610	340435	Hertogswetering	rwzi	MAX	1,54					8,52
oHERTWE690	340438	Hertogswetering	rwzi	JGM	0,71	0,82	1,24	0,95	1,66	1,66
oHERTWE690	340438	Hertogswetering	rwzi	MAX	1,10	1,23	2,30	2,20	4,33	4,46
oLAARWL300	900195	Laarakkerse Waterleiding	rwzi	MAX			0,24	1,92	1,62	2,39
oLAARWL430	349100	Laarakkerse Waterleiding	rwzi	JGM	0,43	0,40	0,32	0,37	0,83	1,17
oLAARWL430	349100	Laarakkerse Waterleiding	rwzi	MAX	0,60	1,03	0,48	1,17	1,34	3,67
oTEEFWE900	340452	Teeffelse Wetering	rwzi	JGM	2,14	1,03	1,49	1,14	1,78	2,05
oTEEFWE900	340452	Teeffelse Wetering	rwzi	MAX	3,29	1,09	2,21	2,32	4,61	4,77

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oDE_AA_440	140214	Aa	rwzi-inlaat	MAX	0,92			0,70	0,87	1,70
oDE_AA_210	149409	Aa	rwzi-landb	JGM	0,93	1,59	0,80	1,05	0,82	0,40
oDE_AA_210	149409	Aa	rwzi-landb	MAX	1,91	2,89	1,15	2,79	2,09	0,46
oDE_AA_330	140213	Aa	rwzi-landb	MAX	0,52	0,76	1,27	0,66	1,64	0,91
oDE_AA_680	140216	Aa	rwzi-landb	JGM	0,54	1,03	8,55	1,39	0,80	1,10
oDE_AA_680	140216	Aa	rwzi-landb	MAX	0,45	1,97	26,50	2,19	0,92	1,25
oGROOWE650	140292	Groote Wetering	rwzi-landb	JGM	0,70	0,34	0,67	0,55	1,30	2,30
oGROOWE650	140292	Groote Wetering	rwzi-landb	MAX	2,50	0,62	2,15	1,08	5,34	7,97
oGROOWE890	140293	Groote Wetering	rwzi-landb	JGM	0,51	0,84	3,00	0,96	0,90	0,97
oGROOWE890	140293	Groote Wetering	rwzi-landb	MAX	0,56	1,48	7,06	1,19	1,43	1,93
oHERTWE900	343430	Hertogswetering	rwzi-landb	JGM	1,15	1,80	1,78	2,19	1,04	2,83
oHERTWE900	343430	Hertogswetering	rwzi-landb	MAX	2,32	2,92	1,78	3,89	1,26	9,66
oDIEZE_900	342420	Dieze	rwzi-stad	JGM	2,01	0,98	2,01	2,37	2,18	1,52
oDIEZE_900	342420	Dieze	rwzi-stad	MAX	7,43	0,68	3,76	4,74	4,97	2,75

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oDIEZE_400	149474	Dieze	stad	MAX	0,91	0,66	0,91	1,17	1,19	1,44
oDIEZE_550	340405	Dieze	stad	JGM		0,66	3,64		0,80	
oDIEZE_550	340405	Dieze	stad	MAX		0,59	5,88		0,78	
oOOSTPL000	345600	Oosterplas	stad	JGM	1,16			1,23	1,23	
oOOSTPL000	345600	Oosterplas	stad	MAX	1,18			0,63	1,75	
oSTDENB003	900061	Stadswater Maaspoort	stad	JGM	0,77	0,50	0,85	1,13	1,13	0,84
oSTDENB118	185088	Stadswater Den Bosch	stad	MAX	0,20	0,17	0,22	0,29		1,30
oSTDEUR005	999971	Visvijver Deurne	stad	JGM	0,64	0,60	0,44	2,21	0,39	0,31
oSTDEUR005	999971	Visvijver Deurne	stad	MAX	0,66	0,39	0,65	2,75	0,25	0,29
oSTGEFF000	185073	Vijver Geffen	stad	MAX	12,20			2,90	2,33	
oSTGEFF000	185073	Vijver Geffen	stad	JGM	9,25			2,91	2,74	
oSTGEME002	185063	Visvijver Gemert	stad	JGM	5,40	0,27				
oSTGEME002	185063	Visvijver Gemert	stad	MAX	6,86	0,26				
oSTGRAV000	349760	Singel Grave	stad	JGM				0,37	1,45	1,07
oSTGRAV000	349760	Singel Grave	stad	MAX				0,34	1,61	0,87
oSTHEES002	149438	Visvijver Heesch	stad	JGM	1,27			1,63	0,48	1,69
oSTHEES002	149438	Visvijver Heesch	stad	MAX	1,22			1,76	0,53	
oSTHELM000	143006	Stadswater Helmond	stad	JGM		2,75	1,71	1,23		0,49
oSTHELM000	143006	Stadswater Helmond	stad	MAX		3,80	2,93	1,12	1,63	0,48
oSTRAVE002	343554	Stadsgracht Ravenstein	stad	JGM					5,38	0,47
oSTRAVE002	343554	Stadsgracht Ravenstein	stad	MAX					14,60	0,36
oSTSOME003	185028	Vijver Someren	stad	JGM	1,34			0,11	0,26	0,06
oSTVEGH000	149275	Stadswater Veghel	stad	JGM		0,83	1,54			
oSTVEGH000	149275	Stadswater Veghel	stad	MAX		0,66	1,23			
oVLIET_210	340445	Nieuwe Vliet	stad	MAX	1,13		0,38			0,53

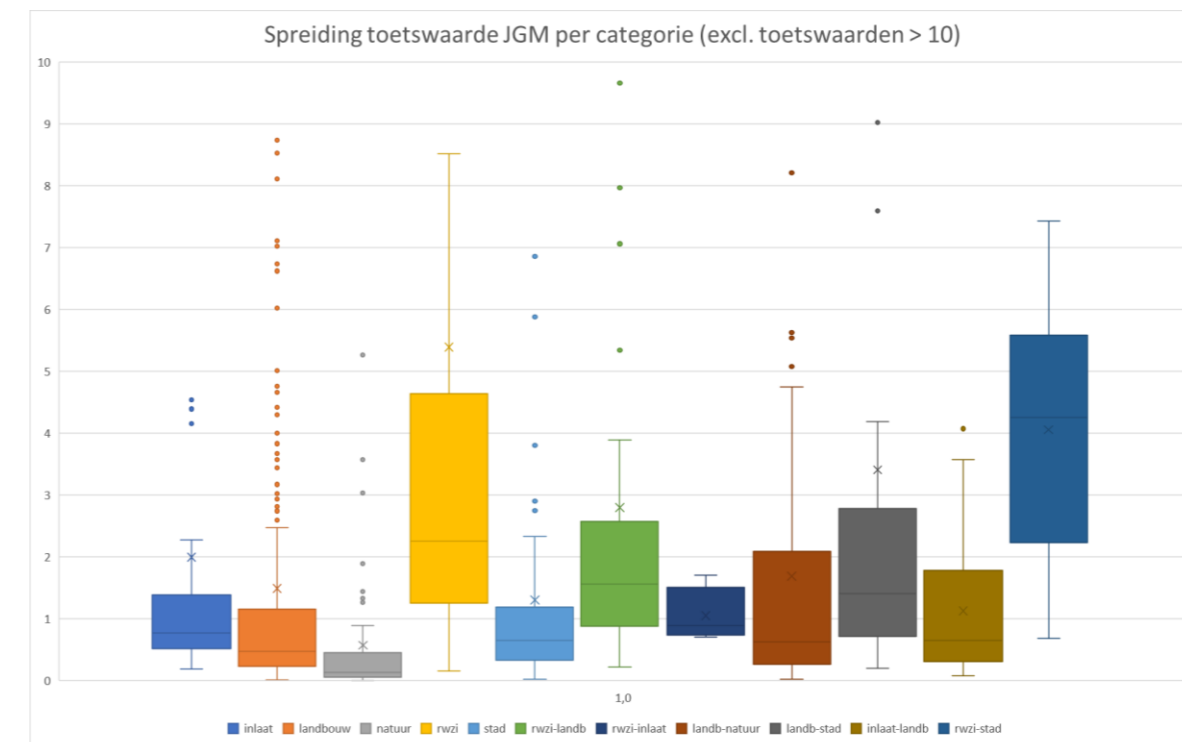
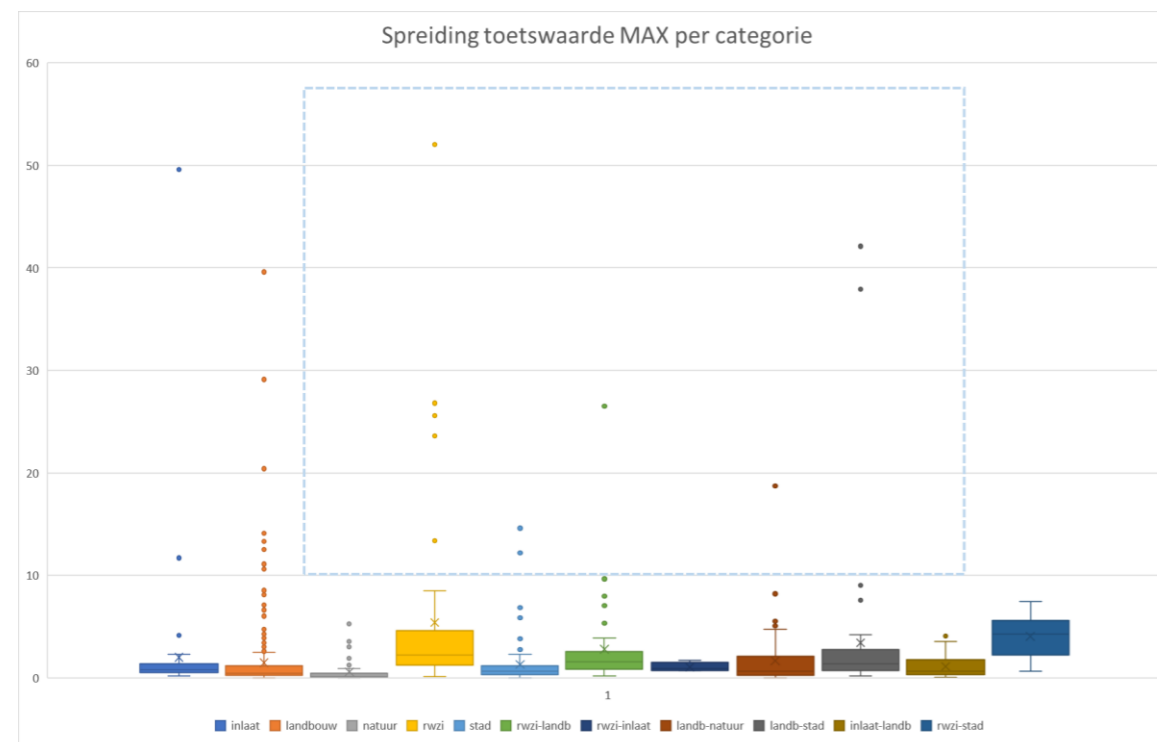
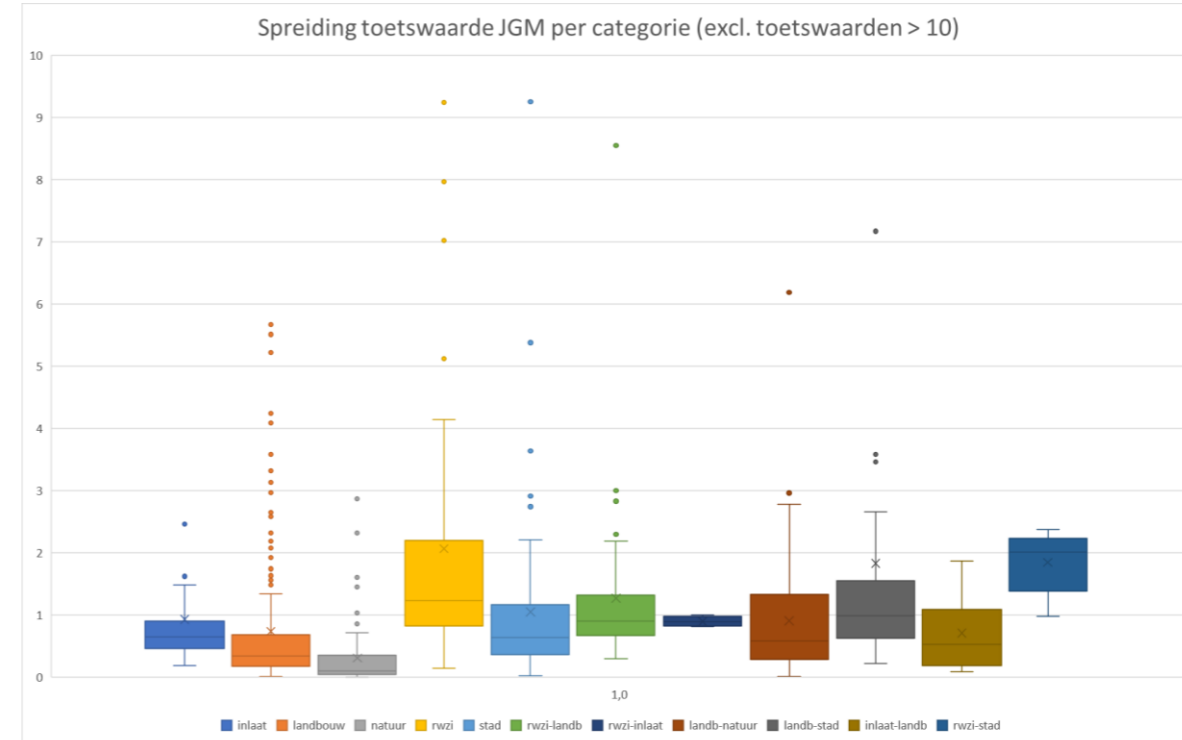
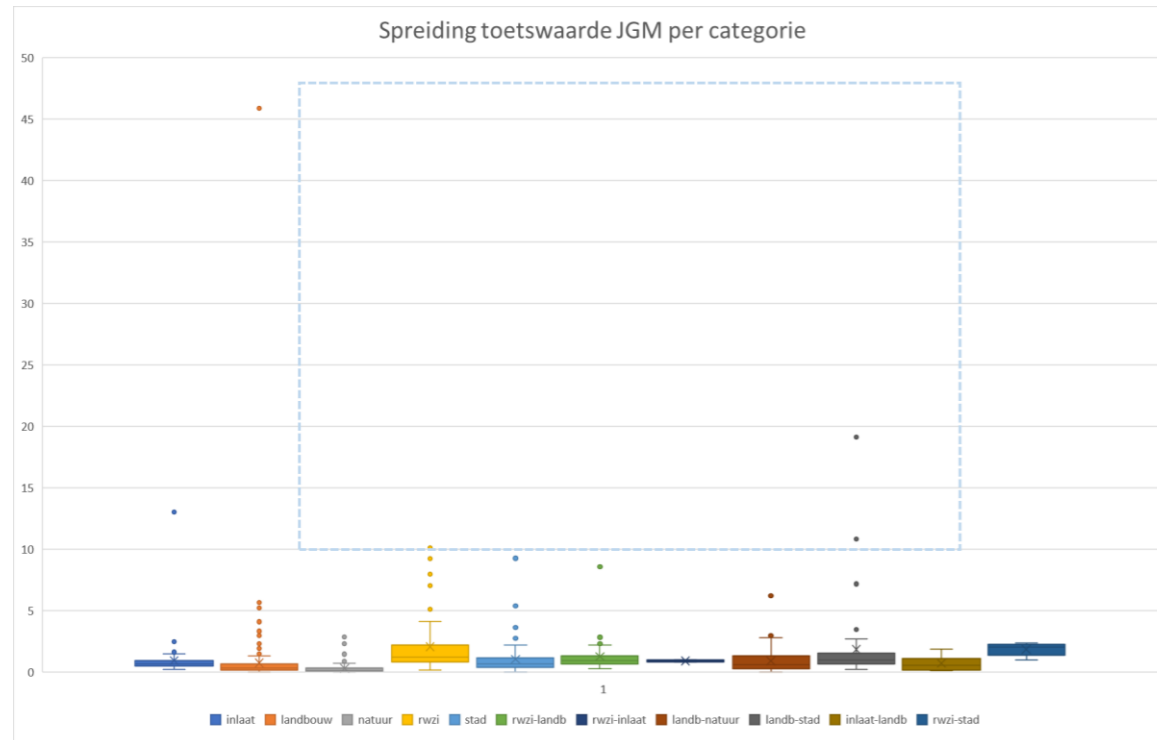
MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oSTVLIJ000	185034	Stadswater Vlijmen	landb-stad	JGM					2,37	3,46
oSTVLIJ000	185034	Stadswater Vlijmen	landb-stad	MAX					2,91	4,19
oSTVLIJ001	340466	Stadswater Vlijmen	landb-stad	JGM				1,76	19,10	0,59
oSTVLIJ001	340466	Stadswater Vlijmen	landb-stad	MAX				2,55	37,90	
oSTVLIJ003	340468	Stadswater Vlijmen	landb-stad	JGM				2,30	2,57	3,58
oSTVLIJ003	340468	Stadswater Vlijmen	landb-stad	MAX				2,50	3,16	2,89
oSTVLIJ005	990601	Stadswater Vlijmen	landb-stad	JGM				0,93	7,17	0,70
oSTVLIJ005	990601	Stadswater Vlijmen	landb-stad	MAX				1,01	7,59	0,70
oDE_AA_600	900003	Aa	landb-stad	MAX					1,25	0,52
oGOORLO670	149419	Goorloop	landb-stad	JGM	1,20	1,01	1,33	1,02	1,34	0,71
oGOORLO670	149419	Goorloop	landb-stad	MAX	1,72	0,70	1,33	1,52	2,80	0,62
oGOORLO690	140262	Goorloop	landb-stad	MAX	0,98			1,64		
oGOORLO740	900020	Goorloop	landb-stad	JGM	1,23	1,13	0,78	1,34	0,75	0,55
oGOORLO740	900020	Goorloop	landb-stad	MAX	1,01	1,45	0,70	2,16	0,77	0,67
oLEIJGR840	147273	Leijgraaf	landb-stad	JGM	1,05	0,63	10,80	0,86	0,53	1,23
oLEIJGR840	147273	Leijgraaf	landb-stad	MAX	2,71	1,42	42,10	1,65	0,73	1,89
oLITHAS630	340453	Lithse aanvoersloot	landb-stad	MAX	0,51	1,39	0,90	0,74	2,67	0,38
oWAMBBE750	140291	Wambergse Beek	landb-stad	JGM				1,86	1,34	0,62
oWAMBBE750	140291	Wambergse Beek	landb-stad	MAX				3,22	3,42	0,81
oWAMBBE830	140295	Wambergse Beek	landb-stad	JGM	0,31	0,24	2,26			
oWAMBBE830	140295	Wambergse Beek	landb-stad	MAX	0,26	0,27	9,02			
oSTVLIJ010	343527	Sloot Vlijmen	landb-stad	JGM					2,66	0,65
oSTVLIJ010	343527	Sloot Vlijmen	landb-stad	MAX					2,83	0,78

MEPAN	MEPID	Waterloop	Categorie	Norm	Jaar					
					2015	2016	2017	2018	2019	2020
oDEKUIL001	345571	De Kuilen Mill	natuur	MAX		3,03				1,93
oEINDKA150	144305	Eindhovens Kanaal	natuur	MAX	0,45				1,89	
oGEFFPL000	345550	Geffense Plas Oss	natuur	JGM	1,45				2,87	
oGEFFPL000	345550	Geffense Plas Oss	natuur	MAX	1,26				3,57	
oMAHOKL000	345530	De Maashorst	natuur	JGM		1,60				0,35
oMAHOKL000	345530	De Maashorst	natuur	MAX		5,28				
oOOSTAP001	145502	Oostappen Asten	natuur	JGM		0,35				1,03
oOOSTAP001	145502	Oostappen Asten	natuur	MAX		0,39				1,33
oRADIOP003	345578	Radioplassen Oploo	natuur	JGM	0,26				2,32	
oRADIOP003	345578	Radioplassen Oploo	natuur	MAX	0,56				5,26	
oSCHAVE000	345565	Schaartven Overloon	natuur	MAX		0,23				1,44

\*) : Eindhovens Kanaal is onder categorie 'natuur' gevat, aangezien nauwelijks sprake is van inlaat, nauwelijks stroming en afspoeling landbouw/stad. Vooral invloed brede strook

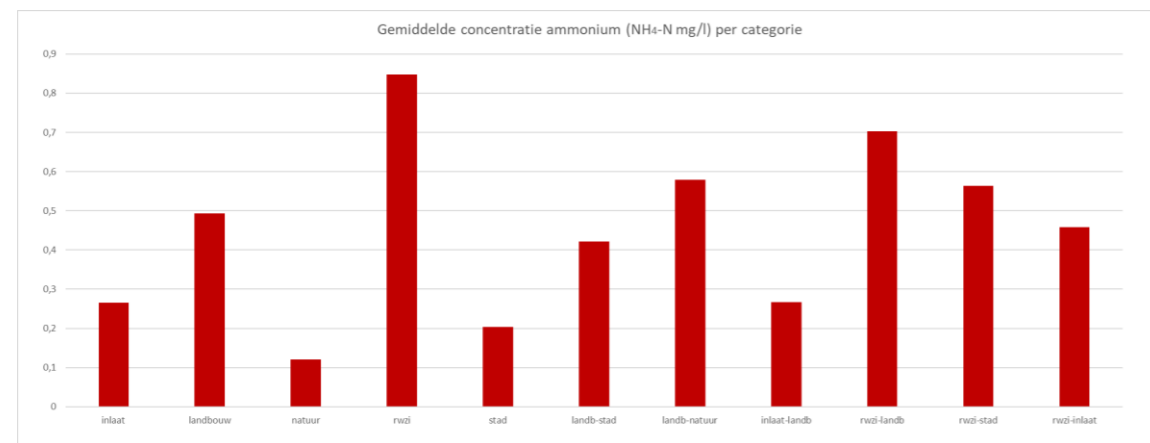
## BIJLAGE 5: Boxplots i.v.m. inzicht spreiding van gemeten waarden en toetswaarden

Om inzicht te krijgen in de totstandkoming van het toetsresultaat, zijn een aantal kentallen verzameld, zoals gemiddelde concentraties ammonium, watertemperatuur en pH binnen elke categorie (zowel jaargemiddelden als zomerhalfjaar gemiddelden). Vervolgens is gekeken naar de gemiddelde toetswaarden per categorie en de mate van spreiding. Bijlage 5 geeft hier het resultaat van met als belangrijkste aandachtspunt de grote spreiding van meetwaarden binnen meetpuntgroepen (categorieën), vooral bij de concentratie ammonium bij de categorie 'landbouw'. Desondanks konden er verklarende patronen uit gehaald worden.

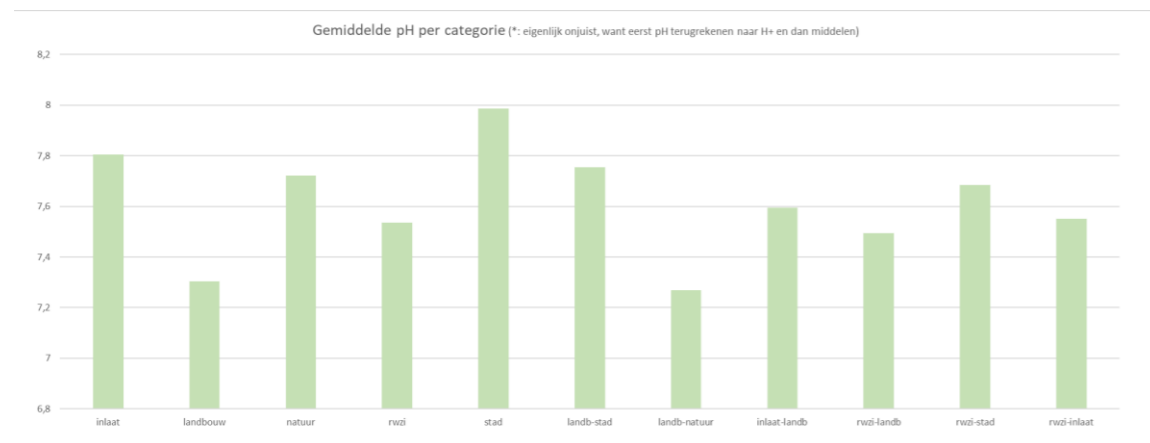


Statistieken over **concentraties** per categorie: gemiddelden 2015-2020

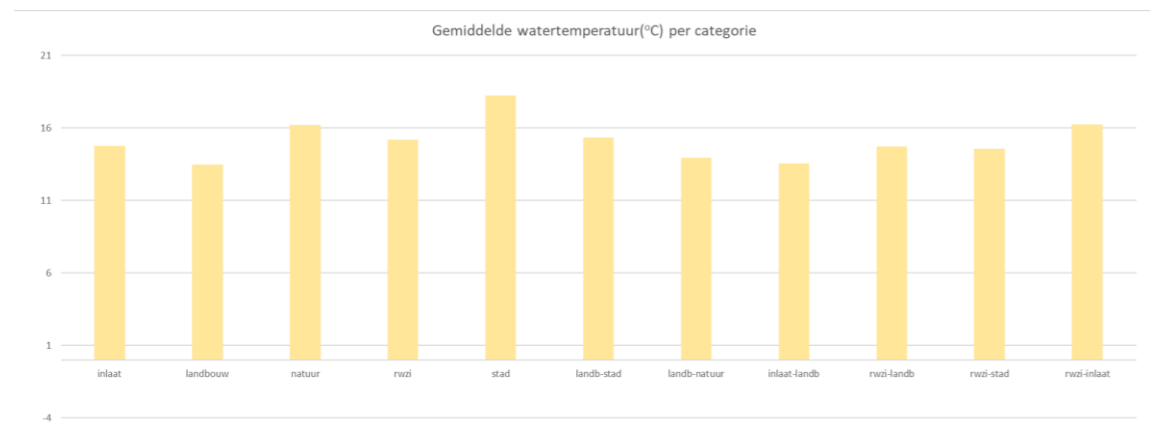
Over de jaren



NH4 - JGM	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	0,27	0,49	0,12	0,85	0,20	0,42	0,58	0,27	0,70	0,56	0,46
STDEV	0,48	1,41	0,16	2,20	0,27	1,56	1,50	0,60	1,24	0,36	0,45

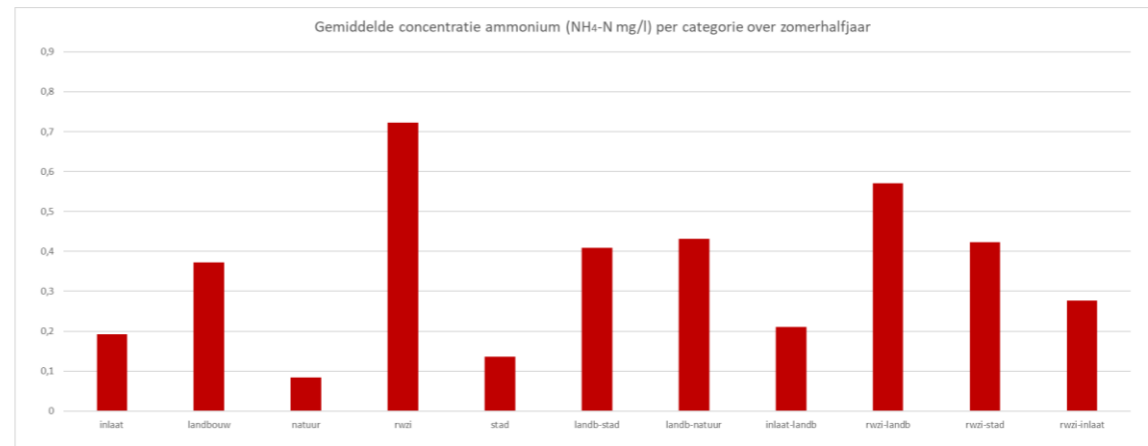


pH - JGM	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	7,80	7,30	7,72	7,54	7,99	7,76	7,27	7,59	7,49	7,69	7,55
STDEV	0,46	0,52	0,80	0,33	0,62	0,52	0,72	0,85	0,44	0,41	0,17

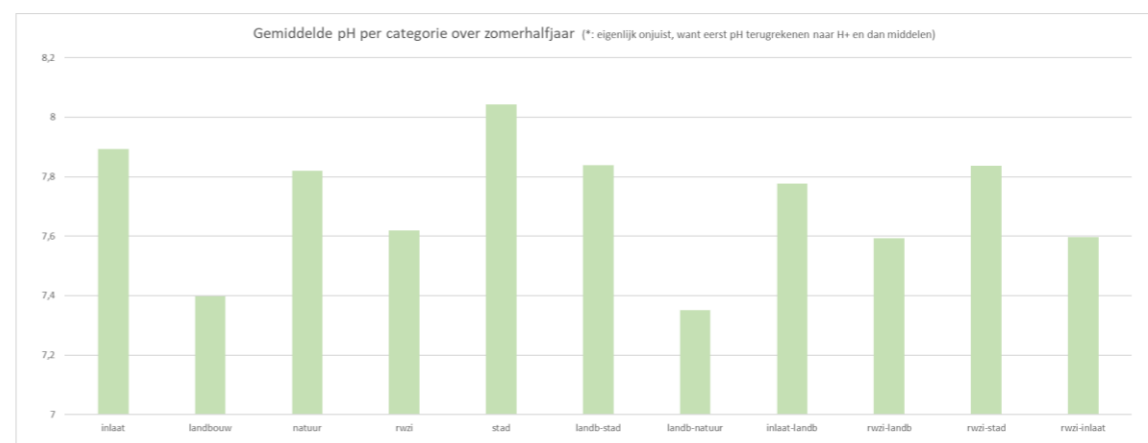


T - JGM	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	14,74	13,45	16,18	15,18	18,22	15,36	13,91	13,55	14,73	14,54	16,25
STDEV	6,50	5,68	5,89	5,75	5,56	5,74	5,71	6,00	6,03	6,74	5,70

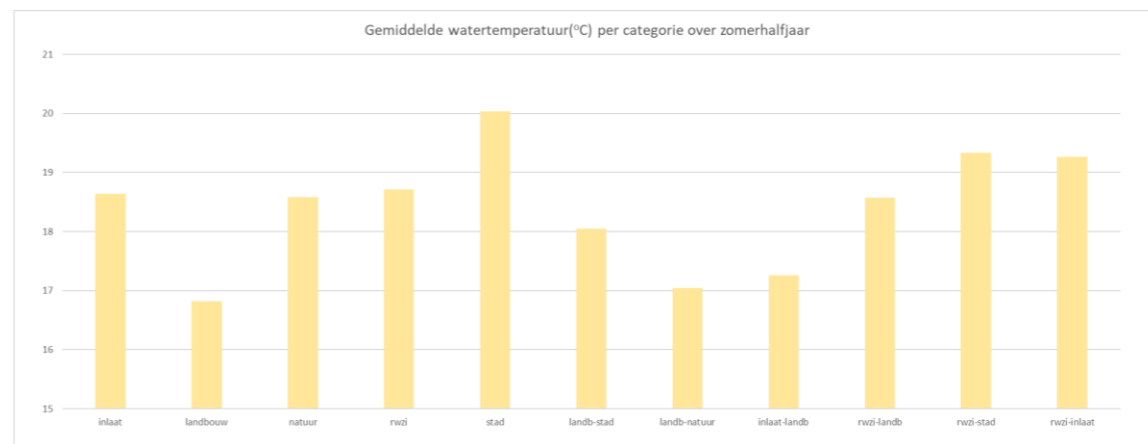
Over de zomerhalfjaren (apr-sep)



NH4 - ZHG	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	0,19	0,37	0,08	0,72	0,14	0,41	0,43	0,21	0,57	0,42	0,28
STDEV	0,50	1,40	0,14	2,66	0,20	1,81	1,30	0,62	1,47	0,37	0,23



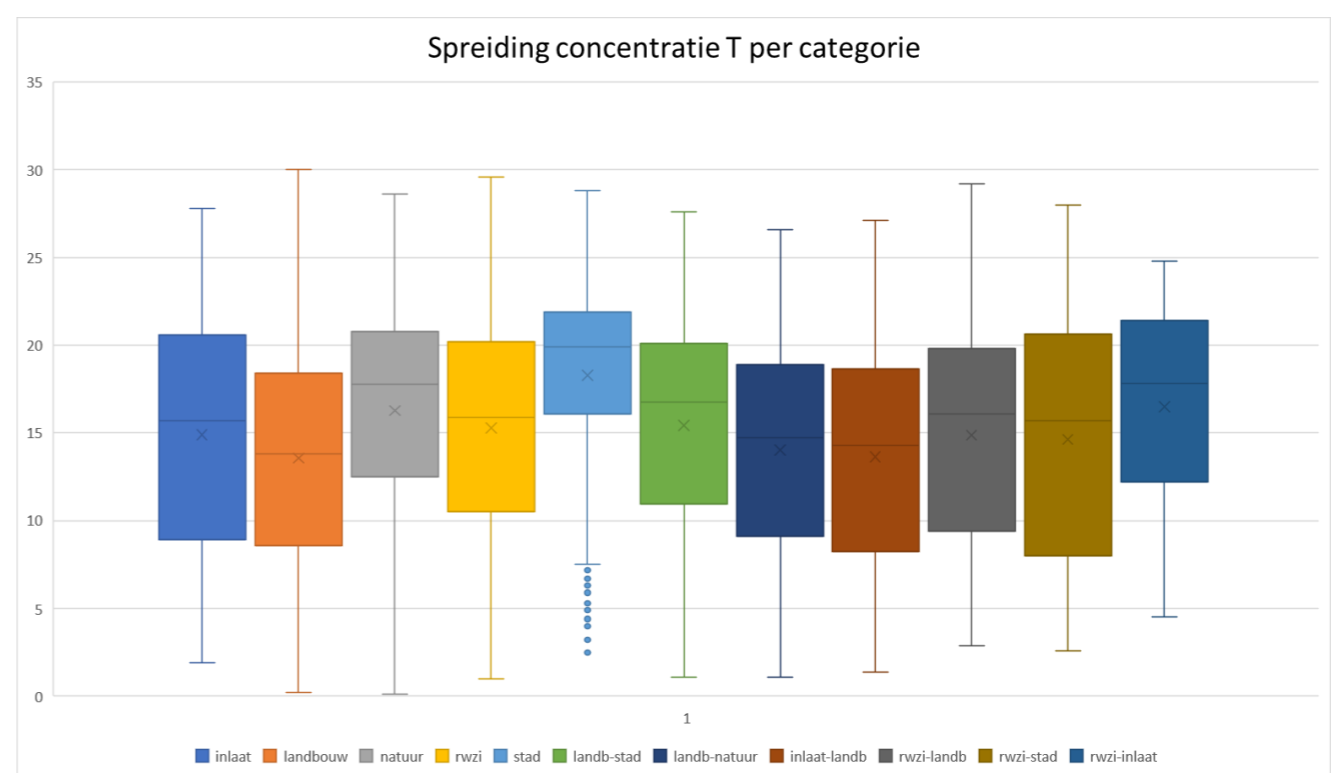
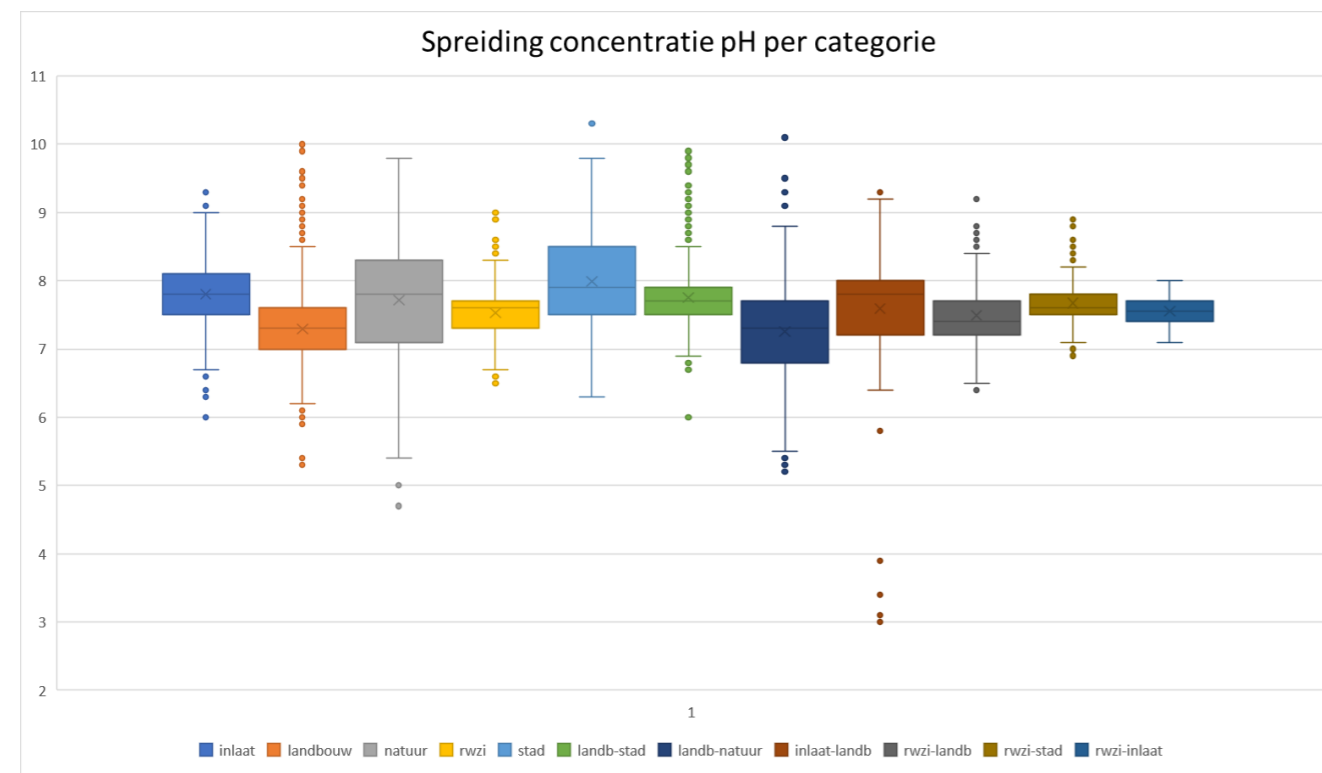
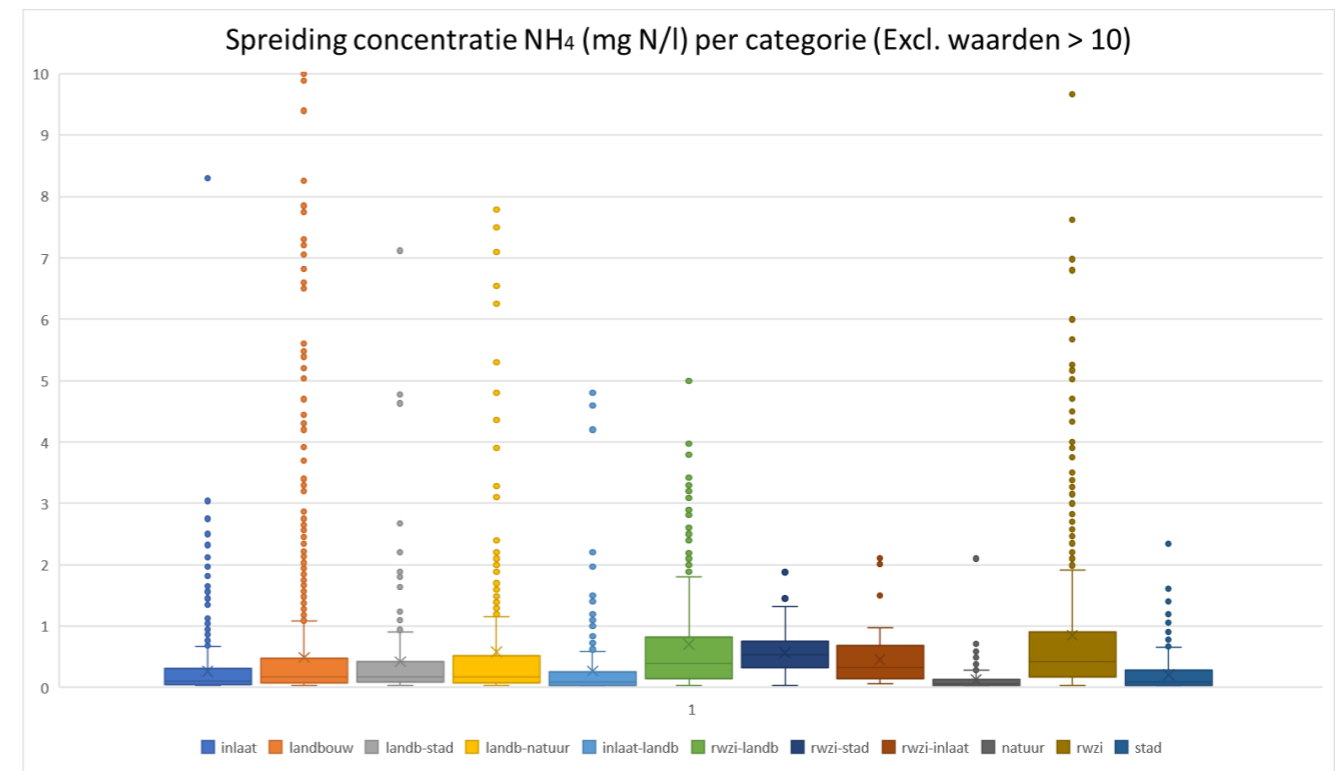
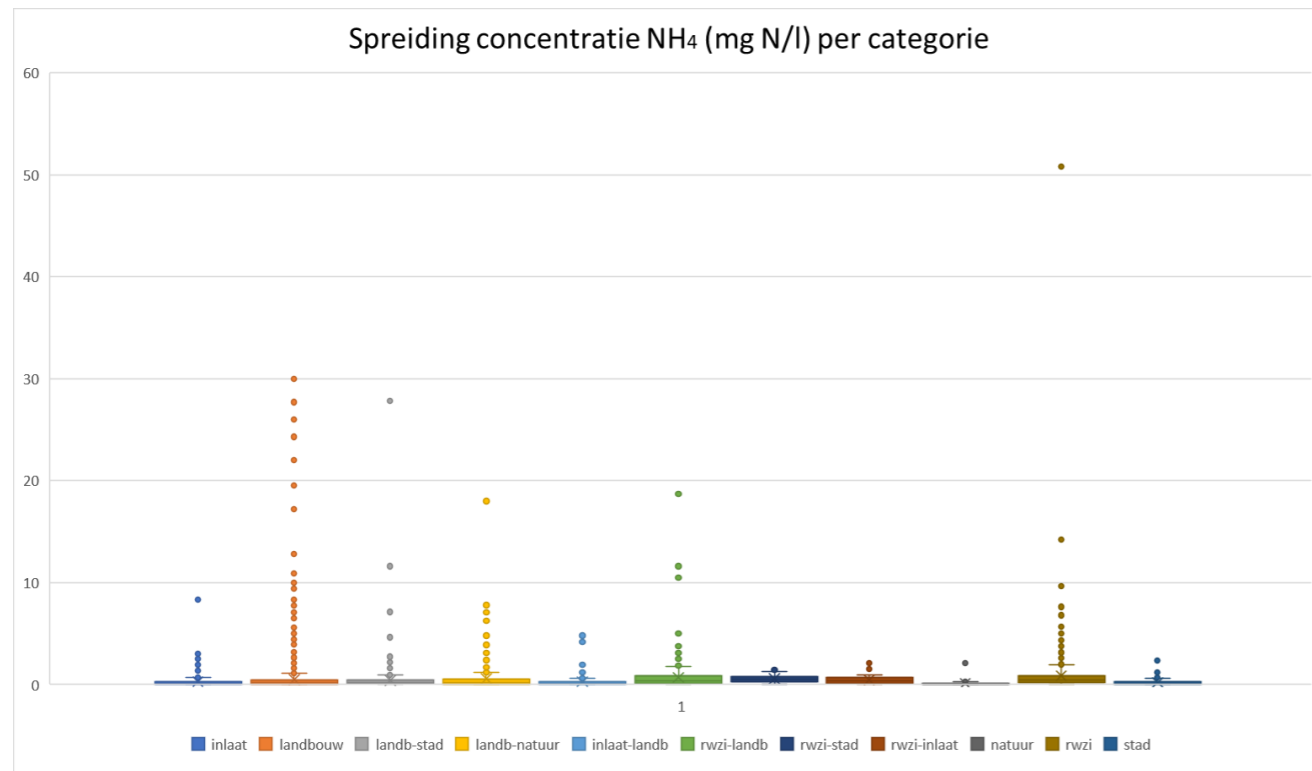
pH - ZHG	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	7,89	7,40	7,82	7,62	8,04	7,84	7,35	7,78	7,59	7,84	7,60
STDEV	0,46	0,54	0,81	0,31	0,63	0,55	0,76	0,76	0,46	0,45	0,16



T - ZHG	inlaat	landbouw	natuur	rwzi	stad	landb-stad	landb-natuur	inlaat-landb	rwzi-landb	rwzi-stad	rwzi-inlaat
GEM	18,64	16,82	18,59	18,71	20,03	18,05	17,04	17,26	18,57	19,33	19,26
STDEV	4,34	4,10	3,90	3,64	3,57	3,71	3,91	4,08	3,82	4,37	3,49

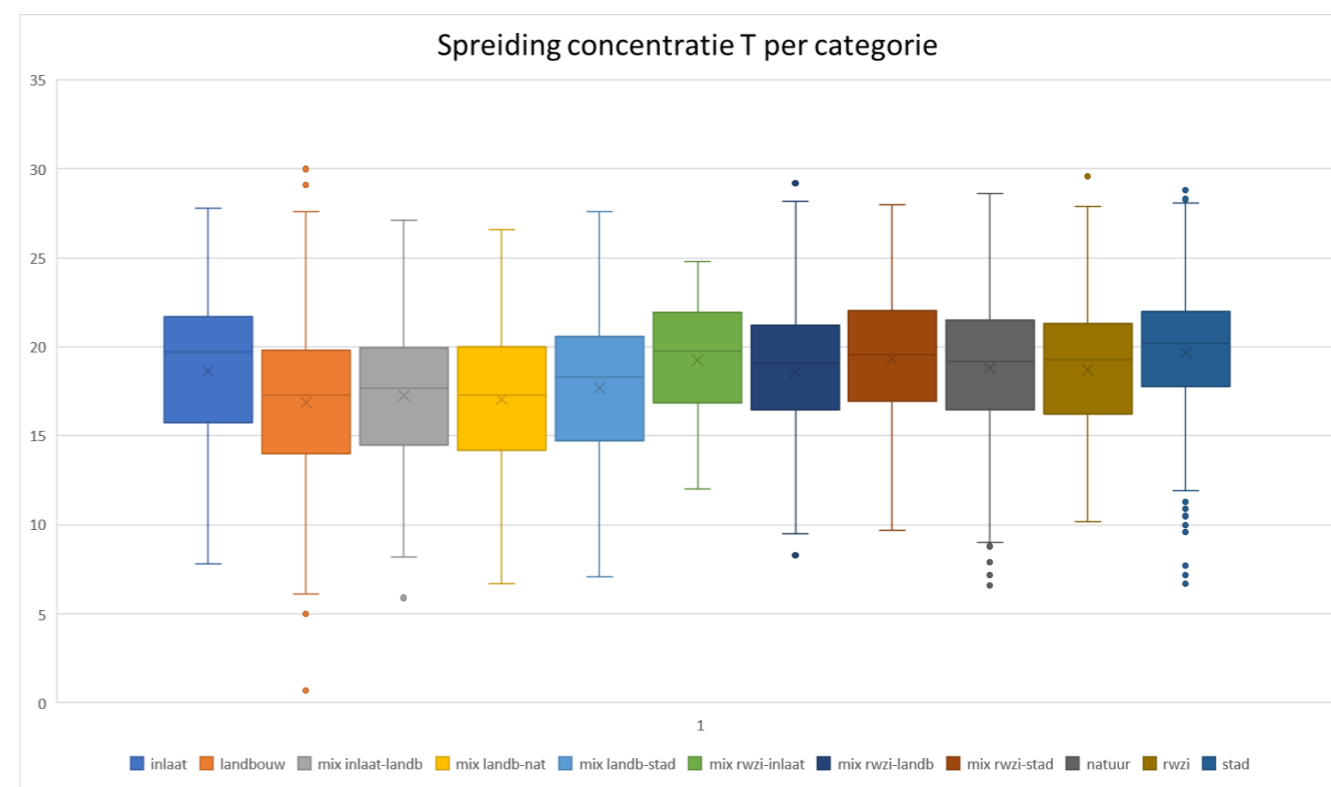
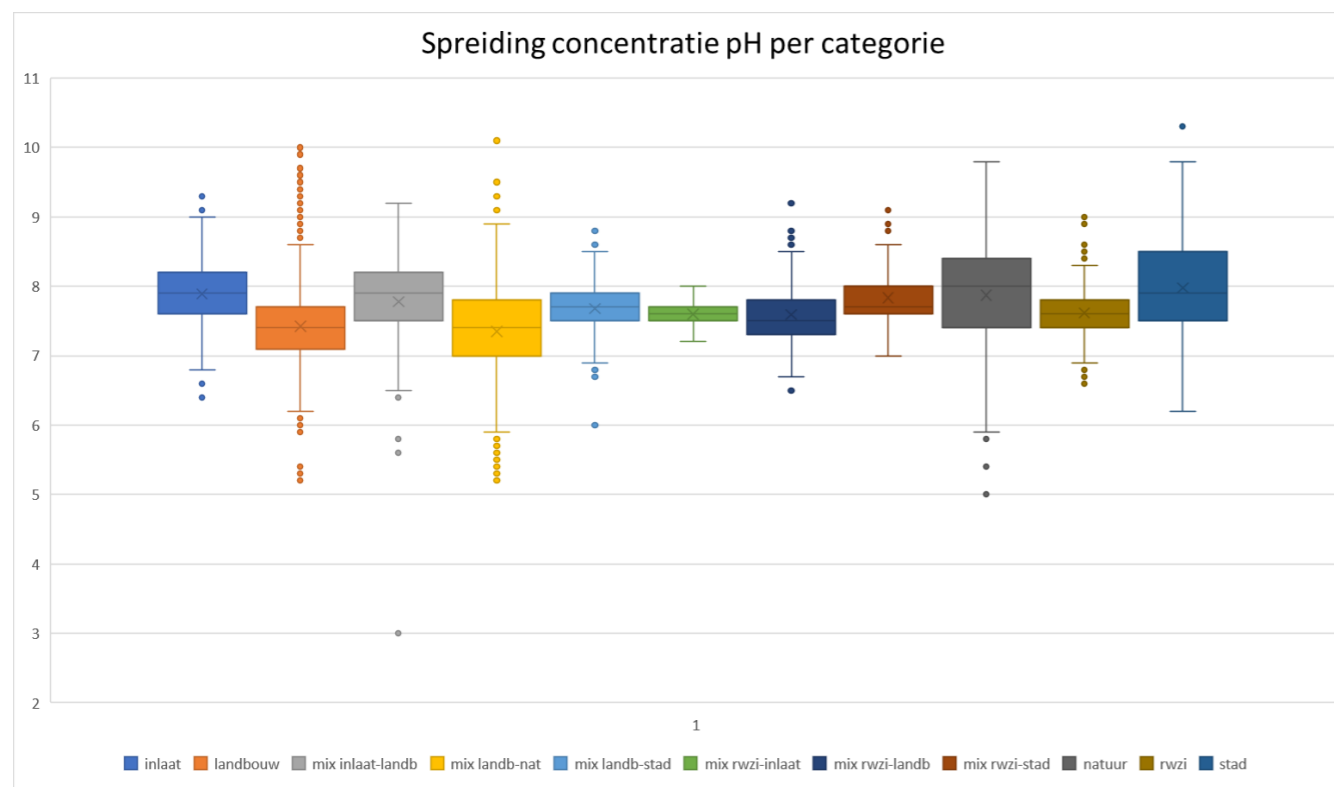
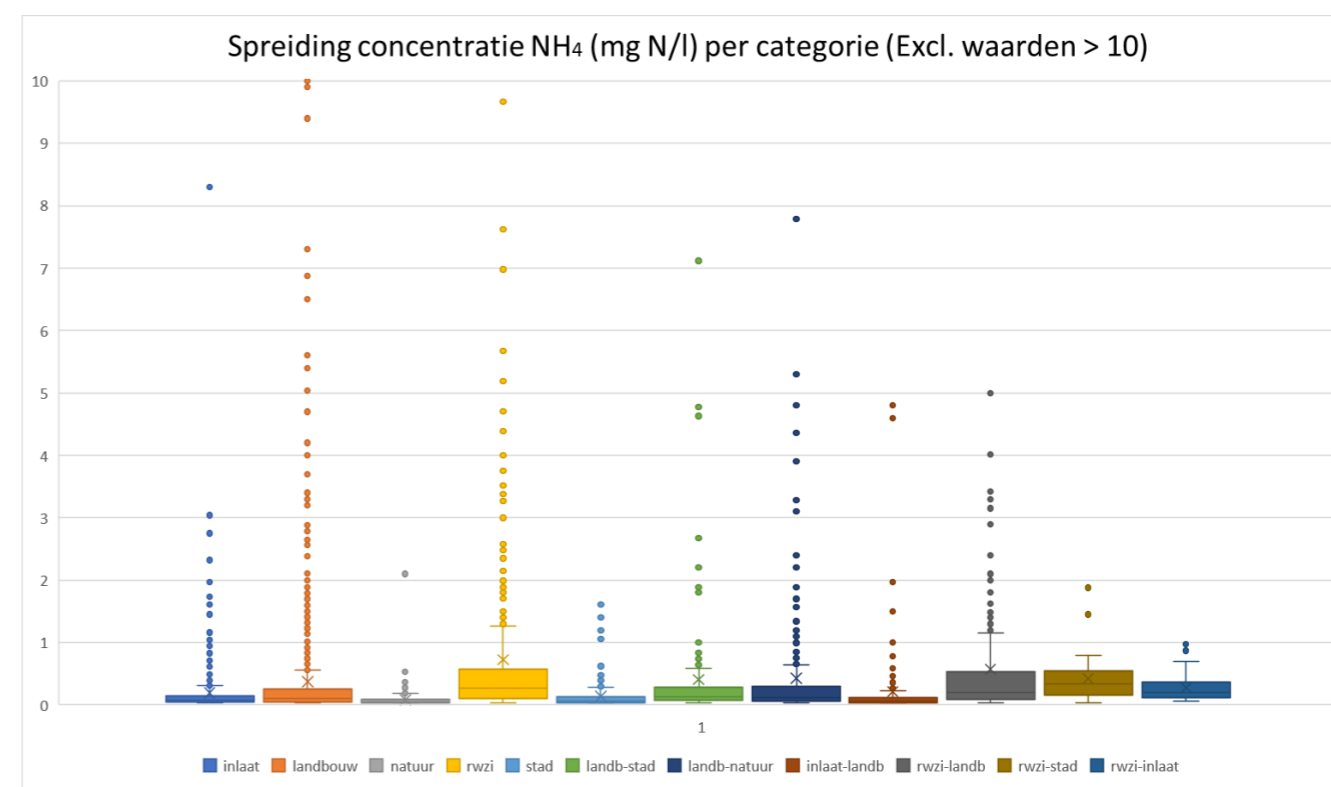
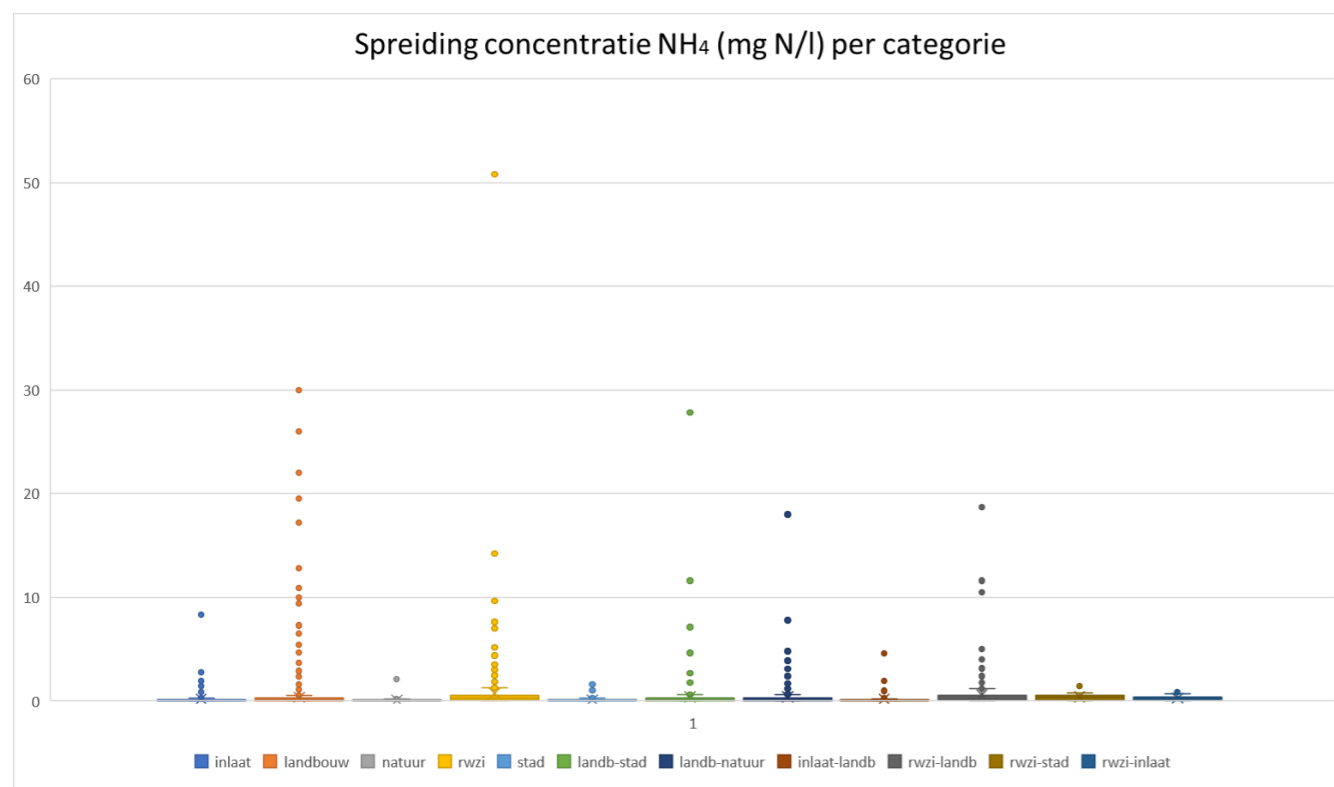
Statistieken over **concentraties** per categorie: boxplots --> mate van spreiding

Over een jaar



Statistieken over **concentraties** per categorie: boxplots --> mate van spreiding

Over een zomerhalfjaar (arp-sep)



## BIJLAGE 6: Analyse clusters met aandacht t.a.v. overstorten

Voor alle kaarten geldt: Groen stippen zijn overstorten. Hoe donkerder de kleur hoe groter de kans is geschat dat er een grote vuilvrucht op het water komt bij werking. Dit is ook terug te zien in de cijfers 0 t/m 3, waarbij hoge cijfers is hogere kans. De gele bollen zijn meetlocaties met overschrijdingen voor de ammoniumnorm (JGM).

### 1. Watersysteem Geerpark, Vlijmen Noord

Het watersysteem is relatief jong (enkele jaren geleden) en ligt op voormalige landbouwgrond. Er is nog nauwelijks sprake van slibvorming op de bodem. De noordelijke slinger is zo ingericht dat daar alle vuilwater overstorten op zitten.

Er is er een overstortgebeurtenis geweest binnen betreffend projectmeetnet op 12 juni 2020 (melding gemeente/district). Er is met een steekmonster gemeten op 17 juni 2020. Toen werden er geen hoge concentraties ammonium (meer?) gemeten, wel zeer hoge aantallen bacteriën.

In de zuidelijke slinger (waar alle overstorten zijn gesaneerd) worden ook normoverschrijdingen voor ammonium aangetroffen en zelfs met een grotere mate van overschrijding (figuur 6). De concentraties ammonium blijken soms er hoog te zijn (4 tot wel 12 mg NH<sub>4</sub>/l).

In de noordelijke slinger zijn gemiddeld relatief lagere concentraties ammonium gemeten ten opzichte van de zuidelijke slinger. De meest waarschijnlijke oorzaak hier zal eerder liggen in de hoge pH als gevolg van overmatige groei van blauw- en groenalgen (en FLAB), al dan niet in combinatie met hoge watertemperatuur. Dit is namelijk een bekend fenomeen in vooral dit deel van het watersysteem. Wat de bron is geweest voor de hoge concentraties in de zuidelijke slinger, is onbekend.

→ *In theorie zou je een effect van overstorten kunnen verwachten, want diverse overstorten met wegingsfactor 3. Dit is in de praktijk niet terug te zien in de data (steekmonsters).*



Figuur B.6.1: Geerpark/Vlijmen Noord met overstorten (groene stipjes) en mate van normoverschrijding (gele bollen)



## 2. Stads-Aa

In de Stads-Aa voorbij de zandvang worden meerjarige overschrijdingen voor ammonium aangetroffen (in 4 van de 6 beschikbare meetjaren). De meetlocatie ligt dicht bij twee overstorten met wegingsfactor 3 en een overstort met wegingsfactor 2. De mate van de overschrijdingen zijn relatief laag (< 2x de norm, uitgezonderd in 2017). De concentraties ammonium zijn relatief laag. In augustus 2017 is een zeer hoge piek gemeten, veroorzaakt door een calamiteit (uitval rwzi Aarle-Rixtel). Uitgezonderd in 2019, is de pH van de Stads-Aa niet bijzonder hoog (tot maximaal 7,6).

➔ *In theorie zou je een effect van overstorten kunnen verwachten, want diverse overstorten met wegingsfactor 3. Dit is in de praktijk niet terug te zien in de data (steekmonsters).*



Figuur B6.3: Leijgraaf benedenstrooms met overstorten (groene stipjes) en mate van normoverschrijding (gele bol)

## 3. Leijgraaf

Benedenstrooms in de Leijgraaf (ter hoogte van Kameren) worden in 5 van de 6 beschikbare meetjaren normoverschrijdingen te zien. In 2017 is een hoge piekwaarde in augustus bepaald door een calamiteit bij zuivering Aarle-Rixtel. Hierbij is een pluim van ammonium door de Aa gegaan. De Leijgraaf wordt gevoed door de Aa. Buiten deze meetwaarde, was de concentratie ammonium relatief laag, maar de pH van het water was regelmatig hoger dan 8,5. Los van de calamiteit, lijkt het er dus op dat de pH de aanleiding is voor de normoverschrijding en niet de concentratie ammonium zelf. Dicht bij de meetlocatie zijn er vijf overstorten die bovenstrooms overstortwater kunnen lozen op de Leijgraaf. Verder bovenstrooms zitten er nog enkele overstorten met wegingsfactor 3 (uit de kern van Uden) op de Leijgraaf.

➔ *In theorie zou je een effect van de bovenstroomse overstort kunnen verwachten, maar dit is in de praktijk niet terug te zien in de data (steekmonsters).*



Figuur B6.4: Leijgraaf benedenstrooms met overstorten (groene stipjes) en mate van normoverschrijding (gele bol)

#### 4. / 5. Dungense Loop en Schijndelse Loop

In de kern van Schijndel zijn diverse overstorten met een grote kans op een grote vuilvracht. Zowel in de Schijndelse Loop en begin Dungense Loop worden soms hogere concentraties ammonium gemeten. Een enkele keer (13 april 2015) is de kans aanwezig dat de piek in de Dungense Loop te wijten was aan een overstort, aangezien er veel regen was gevallen (28 mm). Helaas was niet op dezelfde dag ook in de Schijndelse Loop gemeten, om te controleren of daar ook hoge waarden werden gemeten. Regelmatig is de pH en watertemperatuur hoog (pH met uitschieter tot pH 9,6).

→ In theorie zou je een effect van de bovenstroomse overstort kunnen verwachten, maar dit is in de praktijk niet terug te zien in de data (steekmonsters).



Figuur B6.4: Schijndelse Loop met wegingsfactor overstorten (groene stipjes) en mate van normoverschrijding (gele bollen)

### **Slotoverwegingen**

De bron 'overstort' kan niet direct uit de beschikbare metingen afgeleid worden. Het ontbrak hiervoor aan voldoende en geschikte data. De kans dat met periodieke (maandelijkse) steekmonsters overstortwater wordt bemonsterd, is klein.

Verder lag de focus in het kader van deze inventarisatie op overstorten van vuilwater of gemengde stelsels en niet op de hemelwateroverstorten. In een regenwaterriolering kan echter ook ammonium terecht komen: foutaansluiting grijs en zwart water; verterend boomblad, vogel- of hondenpoep, e.d. Het waterschap heeft in Geoweb wel de locaties van regenwateruitlaten en overstorten van gemengde- of verbeterd gescheiden rioolstelsels; echter lozingspunten van regenbuizen van volledig gescheiden stelsels zijn niet in kaart gebracht. Wel weten we waar deze stelsels liggen, zodat hier lozing van dergelijke stelsels op afvoerende watergangen eventueel wel na te gaan is. Van vuilwater- en gemengde overstorten wordt (lokaal) de meeste invloed verwacht. Aangezien het al lastig genoeg is om de juiste data rondom vuilwater en gemengde stelsel te verzamelen, is deze focus in de voorliggende analyse te verantwoorden.

## BIJLAGE 7: Beperkingen steekproefanalyse

Er is binnen deze inventarisatie op basis van steekproef per meetlocatie gekeken voor een verklaring voor de overschrijding van de ammoniumnorm. Hieronder een voorbeeld van dergelijke analyse:

- Is er een piek voor ammonium te zien? Op welke datum was dit? Heeft het vlak voor of ten tijde van de bemonstering geregend? → *check in Hydronet via neerslagradar*
- Indien er geen piek is te zien voor ammonium, is er sprake van een hoge pH (> 8) en/of een hoge watertemperatuur (> 23 °C)? Indien hoge pH, is het een locatie waar gegevens van bekend zijn dat er overmatige (blauw)algenontwikkeling optreedt? → *check in ZICHT*
- Zijn er bijzonderheden gemeld → *check in de data-export voor dit project in de kolom 'monster.opmerking'*

### Hoge waarden ammonium, geen bron in de buurt en geen regen, wel overschrijding norm

#### Geen regen?

Er is een aantal locaties waar wel een piek is aangetroffen, maar er rondom de bemonstering (tot maximaal 2 dagen ervoor en op de dag zelf) niet of nauwelijks heeft geregend en er geen overstort in de buurt ligt. In Hydronet wordt de neerslagradar getoond op niveau van stroomgebied. Het kan zijn dat lokale buien gemist worden en er wel degelijk sprake is geweest van regenval ter hoogte van de meetlocatie en de optie van afspoeling van aangrenzende landbouwgronden of de werking van een overstort.

#### Gemaaid of gebaggerd?

Er kan rondom de meting van de piekwaarde gemaaid zijn (en niet zichtbaar geweest voor monsternemer), maaisel kan via afbraakprocessen leiden tot pieken in  $\text{NH}_4$ . Hetzelfde geldt voor bagger- of graafwerkzaamheden, waarbij opwervend organisch bodemmateriaal in de waterkolom terecht kan komen. Ook kunnen monsternemers opmerkingen vergeten te maken van relevante activiteiten in de omgeving van een waterkwaliteitsmeetpunt.

Maar wat is relevant om te melden en wat is naar redelijkheid te koppelen aan ammoniumpieken?

Bijvoorbeeld: zo is er in de beschikbare dataset één keer een melding gemaakt van een monsternemer van de geur van een dode vis (niet waargenomen) op de monsterlocatie. Tegelijkertijd werd een ammoniumwaarde van 5 mg/l aangetroffen. Daarnaast was er 1 meetlocatie in de dataset aanwezig met een melding van 2 dode vissen (wel waargenomen), waar tegelijkertijd de concentratie ammonium laag was (< 0,03 mg/l). Kortom: dit soort zaken zijn met deze dataset niet vast te stellen en bevindingen zijn dan ook vooral anekdotisch.

Het is uitgesloten dat er bemonsterd is direct in waterlopen waar tegelijkertijd gebaggerd wordt.

Wanneer een monsternemer dit aantreft tijdens een regulier bemonsteringsmoment, dan wordt dit gemeld en geen watermonster genomen (aangezien het dan geen representatief monster is voor het betreffende project waarvoor het genomen wordt).

Kortom: deze gegevens voor koppeling neerslag - ammonium - onderhoudswerkzaamheden zijn dus allesbehalve waterdicht.

### Lage waarden ammonium, hoge watertemperatuur en/of pH, wel overschrijding norm

Gaandeweg het beoordelingsproces kwamen er regelmatig locaties voor waar wel overschrijdingen werden gezien, maar geen hoge waarden voor ammonium, tegelijkertijd werd dan een hoge watertemperatuur gemeten en/of een hoge pH.

Veelal kwam dit voor in de droge, warme zomers van 2018 t/m 2020, maar zeker ook in de jaren ervoor. Bij een hoge watertemperatuur wordt de norm voor ammonium vele malen strenger, waardoor bij waarden bijvoorbeeld > 0,46 mg  $\text{NH}_4\text{-N/l}$  al een normoverschrijding kan optreden voor de MAX (bij T 25 °C en pH van 7,5). Op locaties waar dit speelde, was de mate van normoverschrijding het algemeen niet zo sterk (< 2x de norm).

Overigens zijn opsteekproefbasis ook meetpunten aangetroffen met een hoge watertemperatuur waar geen overschrijdingen van ammoniumnormen werden aangetroffen. Er is dus geen 100% 'garantie' dat hoge watertemperaturen leiden tot ammoniumoverschrijdingen. Hetzelfde geldt voor water met een hoge pH (althoewel dit wel vaker lijkt op te gaan, mede door het positief logaritmische verband dat er is tussen pH en ammoniak (bij watertemperatuur is dit een lineair verband)).

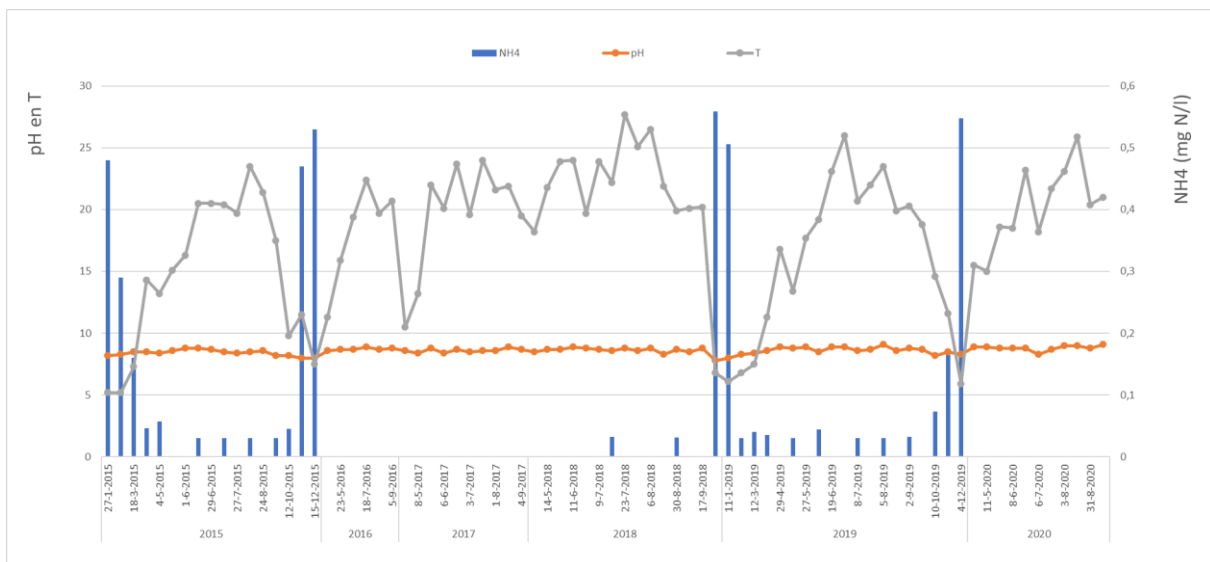
## BIJLAGE 8: Invloed grondwater

Hoe relevant is grondwater als bron voor ammonium voor waterschap Aa en Maas?

De eventuele invloed van grondwater in het beheergebied van waterschap Aa en Maas speelt door alle categorieën heen en is in dit projectkader niet apart eruit te lichten. Waarschijnlijk speelt dit vooral een rol in gebieden waar veenlagen in de ondergrond zitten, zoals in het zuiden van ons beheergebied.

Wat wel opviel bij de steekproefanalyse is dat in 5 van de 6 onderzochte diepe plassen een seizoenpatroon was te zien in relatief hogere concentraties ammonium in het winterhalfjaar (oktober-maart). Het gaat hier dus om relatief hogere concentraties ammonium voor betreffende plas (denk dan aan bijvoorbeeld concentraties tot 0,65 mg/l in het winterhalfjaar en concentraties tot 0,04 mg/l in het zomerhalfjaar voor de Radioplassen. En voor de Oosterplas tot 0,07 mg/l en tot 0,60 mg/l in resp. het zomer- en het winterhalfjaar (zie ter illustratie figuur B2).

Ook in onder meer de Goorloop seizoensinvloed zichtbaar (bevinding uit sensorenproject Koen Dorn). Dit wordt gewijd aan de afbraak in de zomer door bacteriën (als het water lekker warm is).



Figuur B2: Voorbeeld van een seizoenpatroon voor ammonium in diepe plas Oosterplas in 's-Hertogenbosch

Het is bekend dat in delen van ons beheergebied het grondwater van nature hoge concentraties ammonium bevat vanwege de ondergrond (Formatie van Boxtel, zie figuur B1 van Deltares). Er kan vooral bij droog weer naar verhouding meer grondwater in waterlopen zitten en daarmee een hogere concentratie ammonium in tegenstelling tot bij nat weer, wanneer het aandeel grondwater lager wordt door verdunning. Grondwater als belangrijke bron voor ammonium speelt overigens vooral in westelijk Nederland vanwege de veenlagen in de ondergrond.

In (aerobe) zandgronden hoort de nitrificatie van ammonium nagenoeg volledig te zijn zolang de grond niet te zuur is ( $\text{pH} > 6$ ) en temperaturen niet te laag zijn (onder of nabij het vriespunt). In anaerobe gronden, die doorgaans rijk zijn aan organische stof, is geen sprake van nitrificatie (dit proces heeft zuurstof nodig), maar van denitrificatie. In dergelijke bodems is ammonium de enige minerale stikstofvorm. Nitraat en ammonium horen dus eigenlijk niet tegelijkertijd in de grond voor te komen. Toch is dit op sommige locaties het geval.

In niet-verzuurde zandgronden kunnen ook verhoogde ammoniumconcentraties aangetroffen worden. Wanneer in niet-verzuurde zandgronden zowel nitraat als ammonium voorkomt, duidt dat op een te grote input van organisch materiaal waardoor de zuurstofhuishouding in de bodem is verstoord. Hierdoor verloopt de nitrificatie onvolledig en spoelt ook ammonium uit naar het grondwater.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Grondwaterkwaliteit Nederland 2020, KWR 2020.067 Mei 2020. Vastgesteld door Platform Meetnetbeheerders 25/06/2020

## Bronnen van ammonium

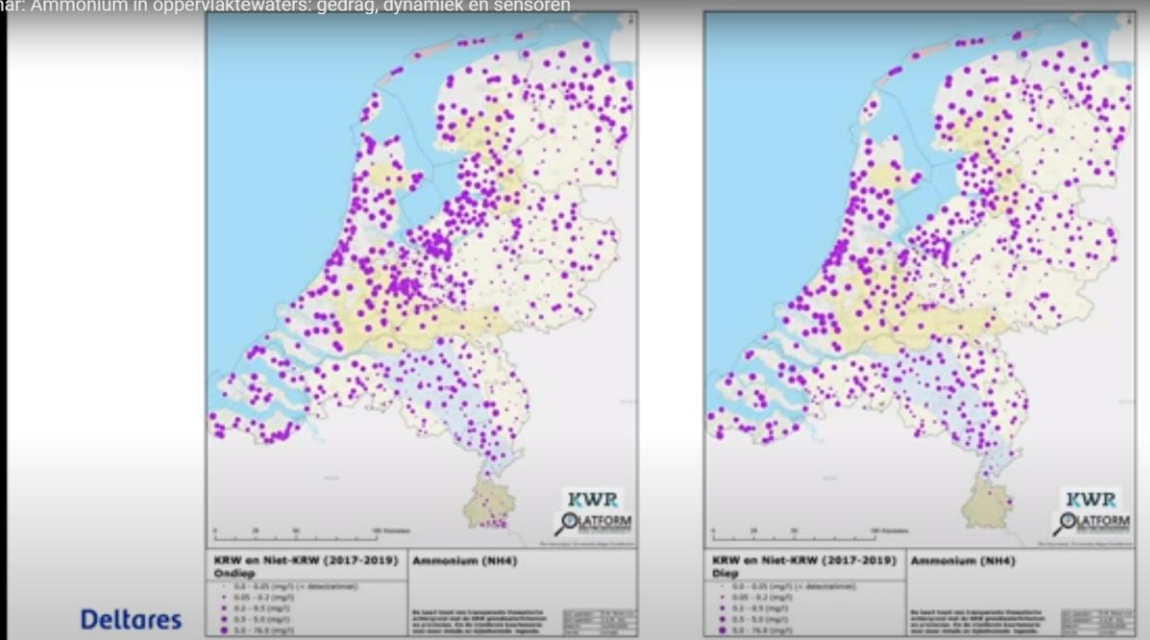
- Landbouw
- RWZI-effluent
- Kwel/Veenafbraak



Mediane concentraties in geotopgebied 1b Holland (Bron: TNO)

Formatie	Cl	Fe	NH4	NO3	PO4	SO4	pH	Hardheid	SI CaCO3
Holoceen	610,00	5,65	18,89	0,03	6,20	10,35	7,4	6,98	0,52
Bostel	248,48	8,40	15,94	0,11	5,96	2,60	7,2	5,61	0,37
Krefenbeye	294,00	18,73	18,93	0,02	4,10	5,00	7,2	5,37	0,38

Deltares



Figuur B8: Sheet met plaatjes invloed grondwater tijdens webinar 'Ammonium in oppervlaktewater: gedrag, dynamiek, sensoren op 9 september 2021 (i.k.v. Actieplan Ammonium). Te zien is de ligging van Formatie van Bostel in ons beheergebied en met paarse bollen de concentratie ammonium in grondwater (hoe groter de stip, des te hoger de concentraties).