



Waterschap
Aa en Maas

Invloed van rwzi's op NH_4 in het watersysteem

periode 2008 - 2013

waterschap Aa en Maas 2014



Werken met water. Voor nu en later.

Samenvatting

Aanleiding

In 2013 is een analyse uitgevoerd van de toestand en ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit boven- en benedenstrooms lozingspunten van de rwzi's in het beheergebied van waterschap Aa en Maas over de periode 2008-2012. Daaruit bleek dat bij alle 7 rwzi's benedenstrooms de KRW-norm voor ammonium op structurele basis werd overschreden.

Niet de concentratie ammonium (NH_4^+) is bepalend voor de ecologie, maar de concentratie ammoniak (NH_3). Ammoniak is echter lastig te meten in tegenstelling tot ammonium. Uiteindelijk is in de Regeling Kwaliteitseisen en Monitoring Water ammonium genormeerd en de norm wordt bij ieder meetresultaat gecorrigeerd op pH en watertemperatuur. Ammonium kent twee normen: jaargemiddelde en maximale waarde. Het is van belang om te weten waardoor de normoverschrijdingen voor het jaargemiddelde worden bepaald: door enkele piekwaarden of door structureel verhoogde concentraties ammonium. Dit bepaalt namelijk de omvang en impact van de overschrijdingen op het watersysteem en de aanpak van de achterliggende oorzaak. Van hieruit kan een vervolgstراتيجية uitgezet worden.

Informatiebehoefte

De eerste inventarisatie naar normoverschrijdingen voor ammonium heeft geleid tot een aantal vragen:

1. Worden de normoverschrijdingen voor het jaargemiddelde vooral bepaald door piekwaarden of door structureel verhoogde waarden van ammonium?
2. In welke periode van het jaar worden de meeste normoverschrijdingen voor ammonium aangetroffen?
3. Is er een relatie te leggen tussen regenval, piekconcentraties in het effluent en de concentraties in het ontvangende oppervlaktewater? Zo ja, welke?
4. Is er een oorzaak te vinden voor de bovenstrooms normoverschrijding bij rwzi Oijen?
5. Over welke afstand vanaf een effluentlozing van een rwzi worden verhoogde concentraties ammonium nog terug gemeten in het ontvangende oppervlaktewater?
6. Welke rwzi's hebben de grootste prioriteit bij nader onderzoek van het optreden van ammoniumpieken?

Bevindingen

Deze vragen zijn beantwoord aan de hand van een data-analyse van waterkwaliteitsgegevens boven- en benedenstrooms effluentlozingen van rwzi's over de periode 2008-2013:

Ad. 1

Voor 4 van de 7 rwzi's geldt dat de jaargemiddelde norm voor ammonium overschreden wordt door structureel hoge waarden in het oppervlaktewater benedenstrooms de effluentlozingen. Vooral rwzi's Dinther en Oijen springen er in negatieve zin uit. Voor de overige 3 wordt dit vooral bepaald door piekwaarden (namelijk: Asten, Land van Cuijk en Vinkel).

Ad. 2

Benedenstrooms effluentlozingen worden in het zomerhalfjaar, en dan met name in de maanden juni en juli, in het oppervlaktewater de meeste overschrijdingen van de jaargemiddelde norm voor ammonium aangetroffen.

Ad. 3

Uit een steekproef blijkt dat in 85% van de situaties met verhoogde concentratie ammonium in het oppervlaktewater verklaard kan worden door regenval, waarbij geldt: door regen neemt het influent-debiet toe, wat leidt tot verhoogde concentraties ammonium in de aeratietank (AT) van de rwzi en uiteindelijk leidt verhoogde waarden in het ontvangende oppervlaktewater. Voor 15% van de situaties gaat deze redenering niet op. Ook bij géén regenval kunnen er pieken optreden in ammonium concentraties in de AT. Wat hier de achterliggende oorzaak in het zuiveringsproces is, dient nader onderzocht te worden. In een enkele situatie met regen werd een piek in ammonium concentratie in de AT niet terug gemeten (gemist) bij de bemonstering van het oppervlaktewater.

Ad. 4

De bovenstroomse overschrijdingen van het jaargemiddelde voor ammonium bovenstrooms rwzi Oijen worden veroorzaakt door enkele piekwaarden.

Voor driekwart van deze piekwaarden wordt de overschrijding bepaald door een combinatie van een hoge pH en watertemperatuur.

Voor een kwart van de piekwaarden is een hoge concentratie ammonium de oorzaak. Deze pieken vielen samen met de periode waarin de inlaat van Maas water in de Teeffelense Wetering en tegelijkertijd de inlaat naar de Lithse Aanvoersloot dicht stonden.

Ad. 5

Om te kunnen bepalen tot op welke afstand er verhoogde waarden voor ammonium worden aangetroffen benedenstrooms effluentlozingen bij rwzi's dienen aanvullende meetgegevens in het veld verkregen te worden. Daartoe is in 2014 een pilot gestart bij rwzi Vinkel. De resultaten komen in 2015 beschikbaar.

Ad. 6

Op basis van de bevindingen van de data-analyses zijn de rwzi's geprioriteerd in de volgorde waarin nader onderzoek naar ammonium plaats zou moeten vinden vanuit de procestechnologie bekeken.

Vanuit deze invalshoek kan inzicht verkregen worden in de achterliggende oorzaak van de normoverschrijdingen voor ammonium en daaruit volgende de mogelijke maatregelen. De drie rwzi's met de hoogste prioriteit hierbij zijn:

1. Oijen
2. Dinther
3. Aarle-Rixtel

Aanbevelingen

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- Aanbevolen wordt om in het zuiveringsproces nader uit te zoeken hoe pieken in ammoniumconcentraties kunnen worden voorkomen. Daarbij is ook een onderzoek waard of de wijze van sturing (op zuurstof of op ammonium) in de aeratietanken hierbij van invloed is.
- Aanbevolen wordt om de invloed van regen te verkleinen om zo de lozing van ammoniumpieken te voorkomen. Dit kan door afkoppelen, door vergroting van buffercapaciteit in het rioolstelsel, en door vergroting van behandelcapaciteit waar deze aan de krappe kant blijkt.
- Aanbevolen wordt om normen/streefwaarden voor ammonium af te leiden voor effluent, rekening houdend met pH en watertemperatuur.
- Aanbevolen wordt om continu ammonium, watertemperatuur en pH te meten in zowel effluent als oppervlaktewater. Zodoende kunnen pieken beter in beeld verkregen worden en hier beter op gestuurd worden vanuit het zuiveringsproces.
- Aanbevolen wordt om bij de rwzi's Oijen, Dinther en Aarle-Rixtel als eerste vanuit de procestechnologie de ammoniumpieken nader te beschouwen, aangezien hier de problematiek voor het ontvangende oppervlaktewater het grootst lijkt.
- Aanbevolen wordt om onderzoek uit te voeren naar de invloed van effluent van rwzi's op de waterecologie in zijn algemeen (o.a., maar niet alleen ammonium).

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	5
Hoofdstuk 1	Inleiding7
1.1	Aanleiding7
1.2	Informatiebehoefte7
1.3	Afbakening8
1.4	Leeswijzer8
Hoofdstuk 2	Werkwijze9
2.1	Beschikbare gegevens9
2.2	Beoordelingsmethode9
Hoofdstuk 3	Resultaten en discussie13
3.1	Overschrijding JGM norm: structureel of piekwaarden13
3.2	Periode in jaar met de meeste overschrijdingen voor NH ₄15
3.3	Relatie concentraties NH ₄ in effluent en oppervlaktewater17
3.4	Bovenstroomse overschrijding NH ₄ rwzi Oijen19
3.5	Concentratieverloop NH ₄ in oppervlaktewater na effluentlozing20
3.6	Prioriteit nader onderzoek per rwzi20
Hoofdstuk 4	Conclusies21
4.1	Overschrijding JGM norm: structureel of piekwaarden21
4.2	Periode in jaar met de meeste overschrijdingen voor NH ₄21
4.3	Relatie concentraties NH ₄ in effluent en oppervlaktewater21
4.4	Bovenstroomse overschrijding NH ₄ rwzi Oijen21
4.5	Concentratieverloop NH ₄ in oppervlaktewater na effluentlozing21
4.6	Prioriteit nader onderzoek per rwzi22
Hoofdstuk 5	Aanbevelingen23
Hoofdstuk 6	Lopend onderzoek 201425
6.1	Proefopzet25
6.2	Planning en rapportage25
6.3	Kanttekeningen25
Geraadpleegde informatiebronnen	27
Bijlage 1A: Analyse overschrijding NH ₄ -norm door jaargemiddelde of maximale waarde	29
Bijlage 1B: Analyse voorkomen overschrijdingen boven- versus benedenstrooms rwzi's	31
Bijlage 2A: Vergelijking concentratie NH ₄ en toetswaarde NH ₄	33
Bijlage 2B: Analyse voorkomen overschrijdingen JGM norm NH ₄ in een jaar	37
Bijlage 3: Relatie piekconcentraties NH ₄ in oppervlaktewater en effluent	39
Bijlage 4: Analyse overschrijding norm maximale waarde bovenstrooms rwzi Oijen	51
Bijlage 5: Memo pilot concentratieverloop NH ₄ benedenstrooms rwzi	53
colofon	56

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2013 is een analyse uitgevoerd van de toestand en ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit boven- en benedenstrooms lozingspunten van de rwzi's in het beheergebied van waterschap Aa en Maas over de periode 2008-2012. Daaruit bleek dat bij alle 7 rwzi's benedenstrooms de KRW-norm voor ammonium op structurele basis werd overschreden (Van Zuilichem, 2013). Uit voorgenoemde rapportage blijkt dat stroomafwaarts van de rwzi in grotere mate normoverschrijdingen van ammonium zijn aangetroffen dan bij de KRW meetpunten die gebruikt worden om tot een KRW-oordeel op waterlichaam te komen.

Eind 2013 heeft een nadere data-analyse plaatsgevonden naar het vóórkomen van overschrijdingen voor ammonium in het beheergebied van waterschap Aa en Maas. Op basis van een representatieve steekproef van meetlocaties (n = 335) in verschillende watertypen blijken ammonium-overschrijdingen veel frequenter voor te komen benedenstrooms effluentlozingspunten van rwzi's. Hierom is de ammonium-situatie nabij rwzi's uitgebreider onderzocht. Voorliggend rapport is hiervan het resultaat.

1.2 Informatiebehoefte

Voor ammonium (= totaal opgelost) geldt dat aan de KRW-norm wordt voldaan, wanneer voldaan wordt aan de toetswaarde voor het jaargemiddelde én aan de toetswaarde voor de maximaal toelaatbare waarde. Hierbij wordt gekeken naar de concentratie ammonium gecorrigeerd voor watertemperatuur en zuurgraad. Deze correctie is nodig om het effect van ammoniak op de waterecologie mee te wegen.

Omdat onduidelijk is wat de aard van de overschrijding van het jaargemiddelde is, is er behoefte om de waterkwaliteitsgegevens verder te analyseren. Van hieruit kan een vervolgstراتيجية uitgezet worden. Daarnaast heeft de inventarisatie geleid tot meer vragen. Hieronder volgen alle onderzoeksvragen:

1. Wanneer niet wordt voldaan aan de KRW-norm voor ammonium (totaal opgelost), dan kan dit komen door:
 - a. overschrijding van de maximale toelaatbare waarde voor de toetswaarde (MAX) of,
 - b. overschrijding van de gemiddelde toetswaarde over een jaar (JGM) of,
 - c. overschrijding van beide toetswaarden.

Voor groep b en c is interessant te weten:

Worden de normoverschrijdingen voor het jaargemiddelde vooral bepaald door piekwaarden of door structureel verhoogde concentraties ammonium? Dit bepaalt namelijk de omvang en impact van de overschrijdingen op het watersysteem¹ en de aanpak van de achterliggende oorzaak.

2. In welke periode van het jaar worden de meeste normoverschrijdingen voor ammonium aangetroffen?
3. Is er een relatie tussen regenval, piekconcentraties in het effluent en de concentraties in het ontvangende oppervlaktewater? Zo ja, welke?
4. Bij rwzi Oijen viel op dat dit de enige rwzi is waarbij vrijwel jaarlijks bovenstrooms de norm voor de maximale waarde wordt overschreden. Is er een oorzaak te vinden voor de bovenstrooms normoverschrijding bij rwzi Oijen? Is er een relatie met de normoverschrijdingen ter hoogte van het inlaatpunt Maas-Teeffelense Wetering met rwzi Oijen?
5. Over welke afstand vanaf een effluentlozing van een rwzi worden verhoogde concentraties ammonium nog terug gemeten in het ontvangende oppervlaktewater?
6. Welke rwzi's hebben de grootste prioriteit bij nader onderzoek van het optreden van ammoniumpieken?

¹ Het uitgangspunt is: Hoge overschrijdingen van de grenswaarden zijn door biota alleen op te vangen als ze kort duren en in lage frequentie voorkomen. Lagere overschrijdingen mogen langer duren bij een hogere frequentie. Uit het project Kalisto blijkt onder meer dat biota gevoeliger zijn voor de duur van een overschrijding dan voor de frequentie van het optreden van de overschrijding (De Klein e.a., 2012).

1.3 Afbakening

Meetlocaties

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is gebruik gemaakt van data afkomstig van de meetlocaties uit het signaleringsmeetnet ten behoeve van het project 'Invloed van rwzi's op het watersysteem' over de periode 2008 - 2013. Per rwzi is een boven- en benedenstrooms meetpunt met elkaar vergeleken. Daarbij zijn alleen meetresultaten van watermonsters gebruikt die op dezelfde dag boven- en benedenstrooms zijn genomen door monsternemers van AQUON.

Parameters

De volgende parameters zijn meegenomen:

- Ammonium = NH_4 (mg N/l),
- Zuurgraad = pH,
- Watertemperatuur = T ($^{\circ}\text{C}$).

De zuurgraad en watertemperatuur zijn namelijk relevant voor de KRW-toetsing. Een nadere uitleg wordt gegeven in paragraaf 2.2.

Meetstrategie

Er is uitgegaan van gegevens uit het signaleringsmeetnet. Hierbij is het oppervlaktewater maandelijks bemonsterd. Deze meetstrategie is minder tot niet geschikt om te bepalen hoe frequent en hoe lang NH_4 -pieken voorkomen. Dit kan wel met behulp van online-metingen. Waterschap De Dommel heeft ervaring opgedaan met online-metingen voor NH_4 bij onder meer rwzi's. Vooralsnog zijn er geen geschikte meetapparatuur welke zowel lage als piekwaarden kan meten. Daarmee is de beschikbare dataset uit het signaleringsmeetnet het best beschikbare uitgangspunt voor dit project.

Vergelijkingen

Verschillen tussen concentraties op boven- en benedenstroomse meetpunten bij eenzelfde rwzi zijn niet statistisch beoordeeld. Dit is complex onder meer vanwege het optreden van autocorrelaties. Voor het kunnen beantwoorden van de onderzoeksvragen is een statistische analyse niet noodzakelijk.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 wordt de aanpak besproken; welke meetlocaties zijn bekeken en welke beoordelingsmethoden zijn gebruikt bij de analyse van de waterkwaliteitsdata om de onderzoeksvragen te beantwoorden;
- Hoofdstuk 3 geeft de resultaten per onderzoeksvraag weer;
- Hoofdstuk 4 presenteert de conclusies, ook weer uitgewerkt per onderzoeksvraag;
- In hoofdstuk 5 volgen aanbevelingen in relatie tot nader onderzoek;
- In hoofdstuk 6 wordt toegelicht wat in 2014 aan lopend onderzoek gaande is rondom NH_4 .

Hoofdstuk 2 Werkwijze

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van het onderzoek en wijze van data-analyse.

2.1 Beschikbare gegevens

Zoals in de afbakening is aangegeven zijn meetgegevens van meetlocaties gebruikt die opgenomen zijn in het signaleringsmeetnet voor het project 'Invloed van rwzi's op het watersysteem'. In tabel 1 is de lijst van meetpunten gegeven. Voor detailkaarten met de locatieaanduiding per rwzi wordt verwezen naar de rapportage over dit project begin 2013 (Van Zuilichem, 2013).

Bij elke rwzi is maandelijks een meting uitgevoerd boven- en benedenstrooms de effluentlozing. Verder zijn alle meetgegevens meegenomen van de periode januari 2008 tot en met december 2013, uitgezonderd zijn metingen boven en- en benedenstrooms die niet op dezelfde dag zijn bemonsterd. Hierdoor zijn er met name bij rwzi Den Bosch veel metingen weggevallen in 2010 en 2011. Bij rwzi Asten is erop gelet dat er evenveel boven- als benedenstrooms meetpunten zijn meegenomen voor een eerlijke vergelijking. Bij deze rwzi zijn vanwege het watersysteem twee bovenstroomse meetlocaties gekozen. Deze zijn beide meegenomen, indien er benedenstrooms ook op twee locaties gemeten werd (nl. extra meetlocatie i.k.v. een ander project). Dit was niet in alle jaren mogelijk.

Tabel 1: Meetpunten en -jaren die zijn meegenomen ter bepaling van de invloed van rwzi's op ammonium in het oppervlaktewater. De getallen in de tabel geven het aantal metingen weer die in dat betreffend jaar meegenomen zijn.

rwzi	bov_ben_str	MEPAN	X	Y	Jaar					
					2008	2009	2010	2011	2012	2013
Aarle-Rixtel	ben. str.	oDE_AA_410	173.550	391.607	8	12	11	12	12	12
	bov. str.	oDE_AA_370	174.974	390.110	8	12	11	12	12	12
Asten	ben. str.	oDE_AA_200	179.396	378.385			12	9	11	12
		oDE_AA_210	178.803	378.680			12	9	11	
	bov. str.	oDE_AA_180	179.725	377.969	9	11	12	9	11	12
		oVOBRLO880	179.843	378.101			12	9	11	
Den Bosch	ben. str.	oDIEZE_900	147.100	416.100	7	12	4	3	12	12
	bov. str.	oDIEZE_550	147.094	414.719	7	12	4	3	12	12
Dinther	ben. str.	oBEEKGR880	164.725	404.759	7	12	12	12	12	12
	bov. str.	oBEEKGR810	165.066	405.105	7	12	12	12	12	12
Land van Cuijk	ben. str.	oLAARWL430	188.394	412.369	11	10	10	11	8	12
	bov. str.	oLAARWL260	190.057	411.621	11	10	10	11	8	12
Oijen	ben. str.	oTEEFWE900	163.651	423.170	12	12	12	12	12	12
	bov. str.	oTEEFWE100	161.940	423.597	12	12	12	12	12	12
Vinkel	ben. str.	oGROOWE690	158.683	412.417		12	12	12	12	12
	bov. str.	oGROOWE650	159.616	412.419		12	12	12	12	12

2.2 Beoordelingsmethode

Correctie van concentraties ammonium voor pH en T

Niet de concentratie ammonium is bepalend voor de ecologie, maar de concentratie ammoniak (Besozzi e.a., 2009 & De Klein, e.a., 2012). Ammoniak is echter lastig te meten in tegenstelling tot ammonium. Vanuit ammoniumconcentraties is bij gegeven pH en temperatuur terug te rekenen hoeveel ammoniak er aanwezig is. Uiteindelijk is in de Regeling Kwaliteitseisen en Monitoring Water ammonium genormeerd en de norm wordt bij ieder meetresultaat gecorrigeerd op pH en watertemperatuur.

In deze normering zijn de grenswaarden voor ammoniak verwerkt die zijn bepaald voor vissen. Vissen zijn namelijk gevoeliger voor ammoniak dan bacteriën, algen of waterplanten. Vissen maken ammoniak aan in het stikstofmetabolisme; de ammoniak wordt grotendeels weer uitgescheiden door diffusie via de kieuwen. Bij te hoge pH-waarden in het water wordt dit diffusieproces verstoord. In dat geval treedt er bij vissen zelfvergiftiging door ammoniak op (Besozzi e.a., 2009).

Het aandeel ammoniak binnen het opgelost ammonium in het oppervlaktewater is afhankelijk van:

- pH : hoe hoger de pH, hoe meer N voorkomt in de vorm van ammoniak;
- T : hoe hoger de temperatuur, hoe meer N voorkomt in de vorm van ammoniak.

Ammonium kent een norm jaargemiddelde en een norm maximale waarde, waarbij aan beide voldaan dient te worden. Ieder individueel meetresultaat wordt getoetst aan de norm maximale waarde. Wanneer deze ≥ 1 , dan is er een overschrijding van de norm maximale waarde.

De jaargemiddelde norm wordt bepaald door van elke meting een toetswaarde te bepalen en vervolgens een gemiddelde uit te rekenen van alle toetswaarden. Wanneer dit gemiddelde ≥ 1 , dan is er een overschrijding van de jaargemiddelde norm.

Toetswaarde = $(\text{NH}_4/\text{norm})$

Waarbij:

norm ammonium = $0,0041 \times (10^{(pka-pH)} + 1)$

$pka = 0,09018 + \left(\frac{-2729,92}{(273,2+T)}\right)$

T = watertemperatuur

pH = zuurgraad

NH₄ = totaal opgelost ammonium (NH₄-N)

Voor berekening van de MAX norm geldt dezelfde formule, alleen wordt een factor van 0,0082 genomen i.p.v. 0,0041.

Zoals uit bovenstaande formule blijkt, bestaat er geen vaste normconcentratie voor NH₄-N, zoals voor andere KRW-parameters wel geldt. Deze is afhankelijk van de pH en watertemperatuur; bij een hoge pH en/of watertemperatuur wordt de norm voor ammonium lager (= strenger). Hierbij is het effect van een pH-verhoging groter dan die van een temperatuursverhoging.

Werkwijze gegevensbewerking

De concentraties totaal opgelost ammonium (NH₄-N) zijn over elk meetjaar getoetst met behulp van Aquokit aan de betreffende KRW-norm voor het jaargemiddelde. Zo is het jaaroordeel verkregen. Vervolgens is per individueel monster binnen een jaar de toetswaarde berekend in Excel. Zo kon de analyse "structureel of door pieken" worden uitgevoerd.

Beoordeling overschrijding jaargemiddelde norm: structureel of door pieken

Voor jaren bij rwzi's waar de norm voor het jaargemiddelde voor NH₄ wordt overschreden is gekeken hoeveel van de individuele monsters binnen betreffend jaar een toetswaarde ≥ 1 hebben. Vervolgens is geturfd hoe vaak deze situatie voorkomt binnen dat jaar.

Wanneer dit in $\geq 50\%$ van de metingen het geval is, is dit gedefinieerd als: "een overschrijding van de JGM norm (op basis van de jaartoets) veroorzaakt door een structureel verhoogde toetswaarde".

Wanneer dit $< 50\%$ van de metingen het geval is, dan betekent dit dat de overschrijding van de JGM norm vooral door piekwaarden wordt bepaald.

Het criterium van 50% is overigens voor deze studie door de auteurs bedacht en kan niet verder worden gemotiveerd.

Periode in jaar met de meeste normoverschrijdingen voor NH₄

Per rwzi is over de periode 2008-2013 een grafiek gemaakt met daarin voor de boven- en benedenstroomse meetlocaties de concentraties NH₄. Daarnaast is ook een soortgelijke grafiek gemaakt met de toetswaarde voor NH₄, dus rekening houdend met de norm voor NH₄ met correctie voor pH en T. Zoals eerder in deze paragraaf is niet de concentratie ammonium bepalend voor de ecologie, maar ammoniak. Via de correctie en toetsing aan de toetswaarde wordt zichtbaar of er een effect te verwachten is van de gemeten concentratie NH₄-N in het oppervlaktewater op de ecologie.

Op basis van deze grafieken is beoordeeld of het beeld vergelijkbaar is of dat het beeld sterk beïnvloed is onder invloed van pH en T. Als het beeld sterk beïnvloed is, in die zin dat zeer lage concentraties NH₄ vaak leiden tot hoge toetswaarden en andersom, dan betekent dit dat maanden waarin de hoogste concentraties NH₄ worden gezien niet automatisch betekent dat in deze maanden ook de meeste overschrijdingen van de norm worden geconstateerd.

Koppeling concentraties in effluent met concentraties in oppervlaktewater

Op basis van de grafieken met daarin de concentraties en de toetswaarden voor ammonium (zie vorige alinea) zijn per rwzi datums uitgekozen waarop er sprake was van:

- Hoge concentraties² benedenstrooms en lage concentraties (< 1 mg/l) bovenstrooms de effluentlozing;
- Lage concentraties³ benedenstrooms en lage concentraties bovenstrooms de effluentlozing.

Vervolgens is bij afdeling Advies Zuiveren procesdata opgevraagd van de rwzi's:

- Influent-debiet;
- Concentratie NH_4 in de aeratietank (AT)⁴.

Vervolgens is via Hydronet (neerslagkaart) opgezocht of het geregend heeft enkele dagen voorafgaand op de bemonstering in het oppervlaktewater.

De relaties tussen concentraties NH_4 in de AT, concentraties NH_4 in het oppervlaktewater, influent-debiet en neerslag is samengevat in een tabel met een toelichting.

Bovenstroomse overschrijding rwzi Oijen

Om de mogelijke oorzaak voor de incidentele, maar vrijwel jaarlijkse, piekoverschrijdingen bovenstrooms rwzi Oijen te vinden, zijn de volgende stappen doorlopen:

- Nagaan wat de concentraties NH_4 zijn wanneer de toetswaarde voor NH_4 groter is dan 1;
- Nagaan of er op deze dagen debiet ingelaten is vanuit de Maas;
- Nagaan wat de pH, watertemperatuur en concentratie NH_4 was in de Teeffelense Wetering ter hoogte van de meetlocatie ten tijde van de normoverschrijding;
- Nagaan wat de pH, watertemperatuur en concentratie NH_4 van het Maaswater was ten tijde van de piekoverschrijdingen.

Op basis van deze informatie is beoordeeld wat de meest waarschijnlijke oorzaak is van de piekoverschrijdingen bovenstrooms rwzi Oijen.

In dit rapport wordt met de concentratie ammonium (NH_4) bedoeld:
het totaal opgelost ammonium (= $\text{NH}_4\text{-N}$ + $\text{NH}_3\text{-N}$) met eenheid = mg N/l

Wat AQUON rapporteert is $\text{NH}_4 = \text{NH}_4\text{-N} + \text{NH}_3\text{-N}$

² In dit rapport gesteld op > 1 mg/l

³ In dit rapport gesteld op < 1 mg/l

⁴ Er onvoldoende gegevens beschikbaar van concentraties NH_4 in effluent, daarom is uitgegaan van online metingen in de AT's die bij elke rwzi worden uitgevoerd.

Hoofdstuk 3 Resultaten en discussie

Dit hoofdstuk geeft de resultaten per vraag weer, zoals aangegeven in de informatiebehoefte. Daarnaast is een korte discussie gegeven bij deze resultaten.

3.1 Overschrijding JGM norm: structureel of piekwaarden

Resultaten

Bijlage 1A toont een overzichtstabel waarin per rwzi per jaar staat weergegeven of:

- er in betreffend jaar niet wordt voldaan aan de normen voor NH₄;
- hierbij de jaargemiddelde norm wordt overschreden (= toetswaarde JGM ≥ 1);
- deze overschrijding veroorzaakt wordt door piekwaarden of door structureel verhoogde toetswaarden (ofwel: voor ≥ 50% van de individuele monsters een toetswaarde ≥ 1).

Vervolgens is per rwzi bepaald in hoeveel meetjaren de toetswaarde voor de JGM norm is overschreden en in hoeveel van deze jaren deze werd veroorzaakt door structureel hoge toetswaarden voor NH₄ of door piekwaarden. Dit is uitgewerkt voor de boven- en benedenstroomse meetlocaties afzonderlijk. De bevindingen over de periode 2008-2013 zijn samengevat in onderstaande tabel 2.

Tabel 2: Per rwzi een overzicht van 1) het aantal meetjaren (periode 2008-2013) waarin niet aan de normen voor NH₄ werd voldaan, 2) aantal jaren waarbij dan niet werd voldaan aan de JGM norm, daarinbekeken 3) het aantal jaren dat dit veroorzaakt werd door structureel verhoogde waarden of door piekwaarden. Voor alle rwzi's geldt dat er 6 meetjaren beschikbaar zijn, uitgezonderd rwzi Vinkel met 5 meetjaren.

Benedenstrooms

rwzi	(1) KRW-norm overschrijding	MAX overschrijding?	(2) JGM overschrijding?	(3)	
				Oorzaak overschrijding JGM-norm NH ₄ (1 = ja, 0 = nee)	
				door structureel verhoogde toetswaarden (≥ 50% metingen toetswaarde (≥ 1)	door piekwaarde(n)
Aarle-Rixtel	5	5	4	3	1
Asten	5	5	3	1	2
Den Bosch	6	5	5	4	1
Dinther	6	6	6	6	0
Land van Cuijk	5	5	2	0	2
Oijen	6	6	6	6	0
Vinkel	4	4	3	1	2
Totaal	37	36	29	21	8

Bovenstrooms

rwzi	(1) KRW-norm overschrijding	MAX overschrijding?	(2) JGM overschrijding?	(3)	
				Oorzaak overschrijding JGM-norm NH ₄ (1 = ja, 0 = nee)	
				door structureel verhoogde toetswaarden (≥ 50% metingen toetswaarde (≥ 1)	door piekwaarde(n)
Aarle-Rixtel	2	2	1	0	1
Asten	2	2	1	0	1
Den Bosch	0	0	0	0	0
Dinther	1	1	1	0	1
Land van Cuijk	0	0	0	0	0
Oijen	5	5	1	0	1
Vinkel	2	2	0	0	0
Totaal	12	12	4	0	4

Deelvragen:

- (1) In hoeveel jaar werd niet voldaan aan de KRW-norm voor NH₄? (= overschrijding van JGM en/of MAX)
- (2) In hoeveel jaren werd niet voldaan aan de JGM-norm?
- (3) In hoeveel jaren werd dit veroorzaakt door (een) piekwaarde(n) of door structureel verhoogde waarden?

Benedenstreams geldt dat voor alle rwzi's minimaal in 4 van de 6 meetjaren een overschrijding van de normen voor NH₄ optreden. Uit de tweede en derde kolom in tabel 2 (benedenstreams) blijkt dat in de meeste jaren met een KRW-normoverschrijding deze (mede) wordt veroorzaakt door een overschrijding van de JGM norm.

Rwzi's waar benedenstreams in 3 of meer *meetjaren* de overschrijding van de JGM-norm voort kwam uit structureel verhoogde toetswaarden zijn:

- Aarle-Rixtel (3),
- Den Bosch (4),
- Dinther (6),
- Oijen (6).

Bovenstreams geldt dat Oijen in 5 van de 6 meetjaren een overschrijding kende. Bij Vinkel is dit in 2 van de 5 jaren en bij Aarle-Rixtel, Asten 2, Dinther 1 meetjaar. Een meerderheid van de overschrijdingen komt hier door het overschrijden van de MAX-norm. Wanneer de JGM norm overschreden werd, dan werd dit veroorzaakt door incidentele piekwaarden.

Bijlage 1B toont een overzichtstabel waarin per rwzi en per jaar staat weergegeven:

- het aantal overschrijdingen van de toetswaarde voor de JGM norm per individueel monster in betreffend jaar;
- het procentuele aandeel van het aantal overschrijdingen (= toetswaarde JGM \geq 1) in het betreffende jaar;
- bovengenoemde is uitgesplitst naar boven- en benedenstroomse meetlocatie.

Dit is uitgewerkt voor de boven- en benedenstroomse meetlocaties afzonderlijk. De bevindingen over de periode 2008-2013 zijn samengevat in onderstaande tabel 3.

Tabel 3: Per rwzi een overzicht van het aantal monsters waarbij de toetswaarde voor de JGM norm \geq 1, het totaal aantal monsters en het procentuele aandeel waarbij de JGM norm wordt overschreden over de periode 2008-2013

rwzi	Aantal indiv. overschrijdingen / jaar		Tot. aantal metingen / jaar	% overschrijdingen / jaar	
	ben. str.	bov. str.	ben. str. = bov. str.	ben. str.	bov. str.
Aarle-Rixtel	35	18	67	52	27
Asten	32	6	96	33	6
Den Bosch	30	10	50	60	20
Dinther	55	6	67	82	9
Land van Cuijk	8	1	62	13	2
Oijen	57	8	72	79	11
Vinkel	18	5	60	30	8
Totaal	235	54	474	50	11

Uit de tabel blijkt dat op basis van *individuele monsters* benedenstreams bij meer dan 50% van de individuele monsters de toetswaarde voor NH₄ \geq 1 is bij de volgende rwzi's:

- Aarle-Rixtel (52%),
- Den Bosch (60%),
- Dinther (82%),
- Oijen (79%).

Discussie

Op basis van tabel 2 wordt nogmaals bevestigd dat stroomafwaarts van de rwzi's er meer normoverschrijdingen voor ammonium zijn dan bovenstreams.

Voor 4 van de 7 rwzi's in ons beheergebied geldt dat de overschrijding van de JGM norm voor NH₄ veroorzaakt wordt door structureel verhoogde toetswaarden voor NH₄. Concreet in een overzicht gezet:

Overschrijding JGM norm voor NH ₄ veroorzaakt door structureel verhoogde waarden	Overschrijding JGM norm voor NH ₄ veroorzaakt door piekwaarden
Aarle-Rixtel Den Bosch Dinther Oijen	Asten Land van Cuijk Vinkel

In de tabel 3 is te zien dat er bovenstrooms ook individuele overschrijdingen van de toetswaarde voorkomen. Wanneer deze niet meegewogen in het lijstje van de 4 rwzi's, die nu eruit gelicht zijn met structureel verhoogde toetswaarden benedenstrooms, dan wordt het overzicht verkregen zoals in tabel 4. Hierin zijn de bovenstroomse overschrijdingen dus in mindering gebracht waar op dezelfde datum benedenstroomse ook een overschrijding werd bepaald. Dit om enige invloed van de normoverschrijding benedenstrooms door bovenstroomse waterkwaliteit uit te sluiten. Uit dit overzicht blijkt dat rwzi's Dinther en Oijen er negatief uit springen.

Tabel 4: Het percentage van het totaal aantal watermonsters over de periode 2008-2013 waar de JGM norm voor NH₄ wordt overschreden.

Rwzi	Individuele overschrijdingen (%)		Individuele overschrijdingen (%) benedenstrooms gecorrigeerd voor bovenstrooms
	Benedenstrooms	Bovenstrooms	
Aarle-Rixtel	52	27	39
Den Bosch	60	20	38
Dinther	82	9	75
Oijen	79	11	69

* N.B.: Hierbij is alleen gecorrigeerd voor bovenstroomse overschrijdingen die tegelijkertijd voorkomen met benedenstroomse overschrijdingen. Daarom kunnen de percentages uit de eerste 2 kolommen niet zomaar 1 op 1 van elkaar getrokken worden. Bijv. voor Aarle-Rixtel geldt dat voor 7 bovenstrooms overschrijdingen, tegelijkertijd benedenstrooms de effluentlozing géén overschrijding werd geconstateerd.

Onlangs zijn in een variantenstudie verschillende saneringsscenario's doorgerekend voor 5 van de 7 zuiveringsinstallaties met HSA⁵ modellering. Volgens het model is de aeratiecapaciteit bij rwzi's Dinther en Oijen te klein, en bij de andere rwzi's (Asten, Land van Cuijk en Vinkel) lijkt e.e.a. op orde (Van Nieuwenhuijzen e.a., 2014). Wellicht speelt bij de slechtere score van Dinther en Oijen ook de procesregeling een rol. De rwzi's Dinther en Oijen regelen gericht op NH₄ terwijl de overige rwzi's (nog) op zuurstofgehalte regelen (bijdrage R. v.d. Sande, afdeling Advies Zuiveren).

De vergunningen voor rwzi's zijn gericht op N-totaal. N-totaal bestaat uit N_{org} (= N-organisch + NH₄-N) + NO₃-N + NO₂-N. Voor de rwzi's gelden normen van 10 mg N-totaal/l en in het zuiveringsproces wordt hierop gestuurd. Hierdoor is het mogelijk dat een structureel verhoogde waarde voor NH₄-N wordt geloosd, terwijl aan de vergunningseisen voor stikstof wordt voldaan (bijdrage R. v.d. Sande & W. v.d. Hulst). Hiermee wordt de behoefte tot het bepalen van een afzonderlijke norm voor ammonium in het te lozen effluent duidelijk. Een eerste stap hiertoe is door ook continu ammonium in het effluent te gaan meten en vervolgens ook continu in het oppervlaktewater (bijdrage W. v.d. Hulst).

3.2 Periode in jaar met de meeste overschrijdingen voor NH₄

Resultaten

De overschrijdingen van de NH₄ norm zijn eerst geanalyseerd: komt het door ammonium pieken of door ongunstige pH of temperatuur. [Bijlage 2A](#) toont per rwzi over de periode 2008-2013 een grafiek met daarin voor de boven- en benedenstroomse meetlocaties de concentraties NH₄ in het oppervlaktewater. Daarnaast is ook een soortgelijke grafiek gemaakt met de toetswaarden voor NH₄. Uit een visuele vergelijking van beide grafieken is op te maken dat de pieken voor concentratie NH₄ (mg N/l) veelal in sterkere pieken naar voren komen via de toetswaarden. Echter, het verloop van het patroon van de grafieklijn blijft grofweg vergelijkbaar.

Conclusie: de meeste normoverschrijdingen voor ammonium komen voort uit hoge concentraties NH₄. Voor enkele rwzi's is er een afwijkend beeld te zien:

- rwzi Land van Cuijk: een piek op 24 juni 2013 in de grafiek met de toetswaarden en geen verhoogde concentratie NH₄ (mg/l).

De toetswaarde wordt erg hoog door toedoen van een hoge pH (8,6) in het oppervlaktewater. Deze pH-verhoging kan een effect zijn van de effluentlozing. Uit een nadere data-analyse blijkt namelijk dat benedenstrooms in 95% van de metingen een hogere pH gemeten dan

⁵ Het HSA-model (Hochschule Ansatz model) is een statische methode die wordt gebruikt voor de dimensionering van N-verwijdering van een- of meertraps zuiveringsinstallaties die voornamelijk huishoudelijk (of daarmee vergelijkbaar) afvalwater krijgen aangeboden (Van Nieuwenhuijzen e.a., 2014).

bovenstrooms. Dat geldt niet voor de watertemperatuur: benedenstrooms wordt op 47% van de metingen benedenstrooms een hogere watertemperatuur gemeten.

- rwzi Dinther: relatief lage concentraties NH₄ (ca. 90% metingen < 1 mg/l) leiden tot pieken (en overschrijdingen) in de grafiek met toetswaarden.

Dit blijkt het gevolg van een hoge pH gecombineerd met een hoge watertemperatuur. De pH-verhoging kan ook hier een effect zijn van de effluentlozing. Uit een nadere data-analyse blijkt namelijk dat benedenstrooms in 94% van de metingen een hogere pH wordt gemeten dan bovenstrooms. Dat geldt ook voor de watertemperatuur: benedenstrooms wordt op 100% van de metingen benedenstrooms een hogere watertemperatuur gemeten.

- rwzi Den Bosch: relatief lage concentraties NH₄ (ca. 90% metingen < 1 mg/l) leiden tot pieken (en overschrijdingen) in de grafiek met de toetswaarden. Dit effect is vooral te zien voor de benedenstroomse metingen.

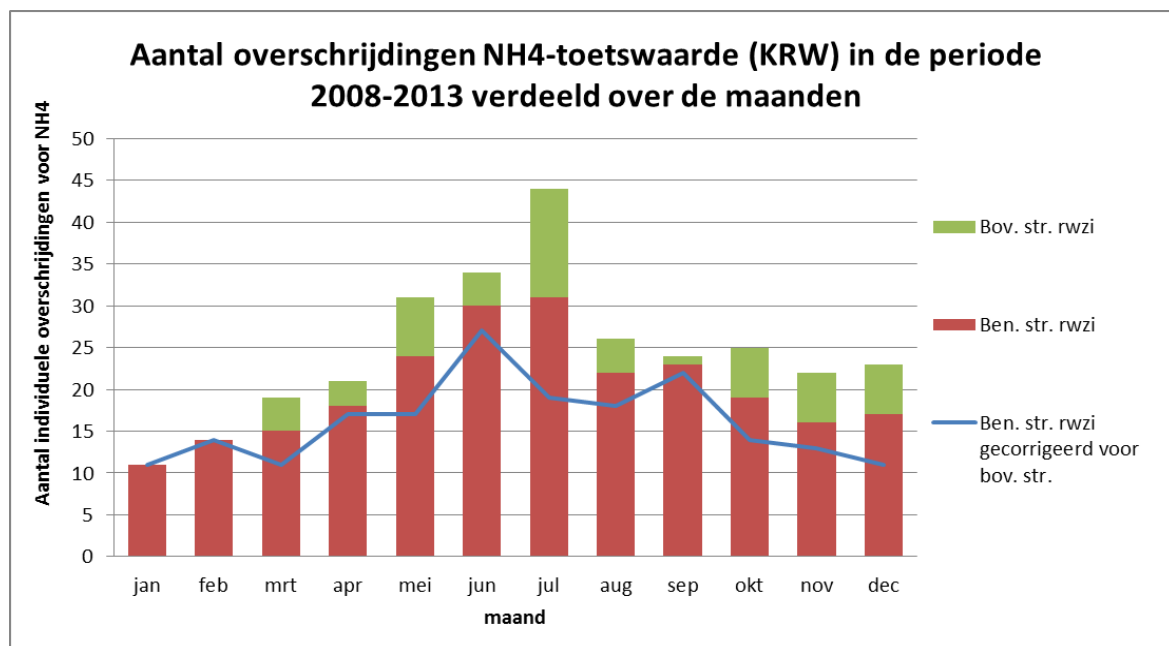
Uit een nadere data-analyse blijkt geen duidelijke relatie tussen hogere pH of hogere watertemperatuur benedenstrooms versus bovenstrooms.

Bijlage 2B toont een uitgebreide analyse van de maanden waarin de meeste individuele overschrijdingen van de toetswaarde voor NH₄ (JGM) worden aangetroffen. Hier is te zien dat over de periode 2008-2013 in totaal 240 x benedenstrooms een rwzi effluentlozingspunt de toetswaarde ≥ 1 is versus 54 x bovenstrooms. Daaruit blijkt dat rwzi's een belangrijke bron zijn voor overschrijdingen van de norm voor ammonium.

Daarnaast valt op dat bij rwzi Aarle-Rixtel vanaf 2011 meer ammoniumpieken worden gemeten in het oppervlaktewater dan de jaren daarvoor.

Figuur 1 toont een samenvatting van de analyse uit **bijlage 2** in vorm van een grafiek en op grover niveau (niet per jaar). Hierin is te zien dat in het zomerhalfjaar en dan vooral in de maanden juni en juli de meeste overschrijdingen van de JGM norm (toetswaarden ≥ 1) worden aangetroffen benedenstrooms effluentlozingen. In de wintermaanden komen niettemin ook overschrijdingen voor.

In de grafiek is met een blauwe lijn aangegeven het aantal benedenstroomse overschrijdingen waar tegelijkertijd bovenstrooms geen overschrijding werd aangetroffen. Dit is om alle schijn van beïnvloeding van het grafiekbeeld benedenstrooms te voorkomen.



Figuur 1: Grafiek met daarin per maand het aantal monsters dat boven- en benedenstrooms een effluentlozing van rwzi's in het beheergebied van waterschap Aa en Maas de toetswaarde voor JGM ≥ 1 is. De blauwe lijn geeft de aantallen benedenstrooms weer wanneer daar het aantal bovenstroomse metingen vanaf zijn gehaald waar tegelijkertijd met benedenstrooms de toetswaarde voor JGM ≥ 1 is.

Discussie

In tabel 4 staan de rwzi's Dinther en Den Bosch genoemd in het rijtje waar sprake is van structureel verhoogde toetswaarden voor NH_4 . Echter, voor deze rwzi's geldt dat deze niet zo zeer veroorzaakt worden door hoge concentraties NH_4 . Bij rwzi Dinther is er sprake van een pH-verhoging welke structureel benedenstrooms terug te zien is ten opzichte van bovenstrooms. Hiermee is aannemelijk dat de pH-verhoging veroorzaakt wordt door de rwzi. Of het technisch mogelijk of haalbaar is om door pH-verlaging van het effluent het aantal normoverschrijdingen te doen afnemen is de vraag. Voor rwzi Den Bosch bleek geen duidelijk beeld uit de dataset van een invloed van pH.

De normoverschrijdingen van ammonium zijn bij de rwzi's Oijen en Aarle-Rixtel zijn sterk gerelateerd aan hoge concentraties NH_4 . Aanpak van deze overschrijdingen moet dus gericht zijn op sturing op NH_4 .

Hoewel er meer normoverschrijdingen worden aangetroffen in de zomermaanden, dient er het hele jaar door gelet te worden op normoverschrijdingen voor NH_4 .

3.3 Relatie concentraties NH_4 in effluent en oppervlaktewater

Resultaten

Betreffende relatie is onderzocht door een steekproef. Deze bestaat uit 14 datums waarop pieken werden gezien benedenstrooms in het oppervlaktewater en 6 datums waarop benedenstrooms geen hoge waarden werden gezien in het oppervlaktewater. Tegelijkertijd gold voor de bovenstroomse meetlocatie dat op alle 20 datums de concentratie NH_4 laag moest zijn.

Bijlage 3 geeft in een overzichtstabel de resultaten weer van:

- de 20 watermonsters en datums (= steekproef) die zijn bekeken;
- de concentratie NH_4 boven- en benedenstrooms de betreffende effluentlozing;
- het weer (neerslag) in de regio van de rwzi vlak voor de monsternamen van de watermonsters;
- de concentratie NH_4 in de AT (aeratie tank) van betreffende rwzi;
- de bevindingen op basis van neerslag in relatie tot het influent-debiet en de concentratie NH_4 in de AT.

Verder zijn per monsterdatum grafieken weergegeven van:

- de procesgegevens van betreffende rwzi ten aanzien van influent-debiet en concentratie NH_4 in de AT enkele dagen voor de monsternamen in het oppervlaktewater en op de dag zelf;
- de neerslaggrafieken uit Hydronet van het gebied dat aanvoert op betreffende rwzi over vergelijkbare periode.

Tabel 5 geeft een samenvatting van de bevindingen.

Tabel 5: Relatie neerslag – influent-debiet – NH_4 concentratie in aeratie tank (AT) – NH_4 concentratie in oppervlaktewater (OW) benedenstrooms effluentlozingen van rwzi's. Rood = situaties met concentratiepieken in het oppervlaktewater.

Aantal binnen steekproef (n = 20)	Beschrijving van de situatie / relatie
12	neerslag → toename influent-debiet → toename NH_4 in AT* → toename concentratie in OW
2	hoge waarde NH_4 in proces over langere periode***
3	geen neerslag → geen toename influent-debiet → geen toename NH_4 in AT** → geen toename in concentratie in OW
1	neerslag → toename influent-debiet → geen toename NH_4 in AT → geen toename concentratie in OW
1	geen neerslag → toename influent-debiet → geen toename NH_4 in AT → geen toename in concentratie in OW
1	neerslag → toename influent-debiet → toename NH_4 in AT → geen toename concentratie in OW
20	

*) Voor 1 situatie (rwzi Asten) werden de metingen van NH_4 in de AT door AZ niet al betrouwbaar beoordeeld.

**): Voor 1 situatie (rwzi Oijen) werden de metingen van NH_4 in de AT door AZ niet al betrouwbaar beoordeeld.

***): Dit betreft rwzi Land van Cuijk in 2011.

Discussie

De 14 ammoniumpieken konden 12x verklaard worden door regenval, gevolgd door meetbare concentratiepieken in de AT en vervolgens in het oppervlaktewater. Daarbij geldt: neerslag zorgt voor een versnelde afvoer en uitspoeling van vervuiling uit het riool naar de rwzi. Dit zorgt voor een verhoogde vuilvracht in een hoger influent-debiet. De verblijftijd op de rwzi wordt korter door het hogere debiet met als gevolg dat de verhoogde vuilvracht niet volledig kan worden afgebroken. Dit resulteert in extremere gevallen in overschrijding van de (lozings)normen.

Een derde van het jaar is er sprake van regendagen. In tabel 4 is te zien dat er bij sommige rwzi's veel vaker dan 33% sprake is van normoverschrijdingen. Duidelijk is dat er naast regen andere achterliggende oorzaken moeten zijn. Dit blijkt ook uit de steekproef.

Voor 2 van de bekeken situaties is er normoverschrijding in oppervlaktewater op een droge dag. Hier bleek sprake van zuiveringstechnische problemen.

Van de 6 beschouwde datums waarbij er géén normoverschrijding was in oppervlaktewater, zijn er 3 situaties met droog weer. Er waren dan ook geen verhoogde concentraties ammonium in de AT's. In 1 situatie was er droog weer, maar wel een verhoogd aanbod van afvalwater. Dit leidde niet tot een toename van ammonium in de AT.

In 2 situaties was er wel sprake van regenweer. Eén keer leidde dat niet tot hogere concentraties ammonium in de AT, en ook in oppervlaktewater is dus niets gemeten. In de andere situatie was er wel een hogere concentratie ammonium in de AT, maar werd deze niet terug gemeten in het oppervlaktewater. Mogelijk dat de piek gemist is in de bemonstering, doordat er tijd zit tussen dat rioolwater van de AT de nabezinktank heeft doorlopen, is geloosd op oppervlaktewater en door het oppervlaktewater naar het oppervlaktewaterkwaliteitsmeetpunt stroomt.

Dat een piekconcentratie in de AT met regen niet altijd terug gevonden wordt in het oppervlaktewater, is inherent aan de wijze van monsternamen (= willekeurig tijdstip 1x/maand).

Het meetplan voor het oorspronkelijke project waarvoor de metingen bedoeld zijn, is niet gericht op het opsporen van pieken, maar om een algemeen beeld te krijgen van de invloed van rwzi's op het watersysteem (in het kader van signaleringsmonitoring). Om dit verder aan te scherpen zouden in het oppervlaktewater continumetingen uitgevoerd kunnen worden tegelijkertijd met metingen in het effluent. Deze aanpak is in het bijzonder geschikt voor het opsporen van de pieken en deze te relateren aan effluent van een rwzi.

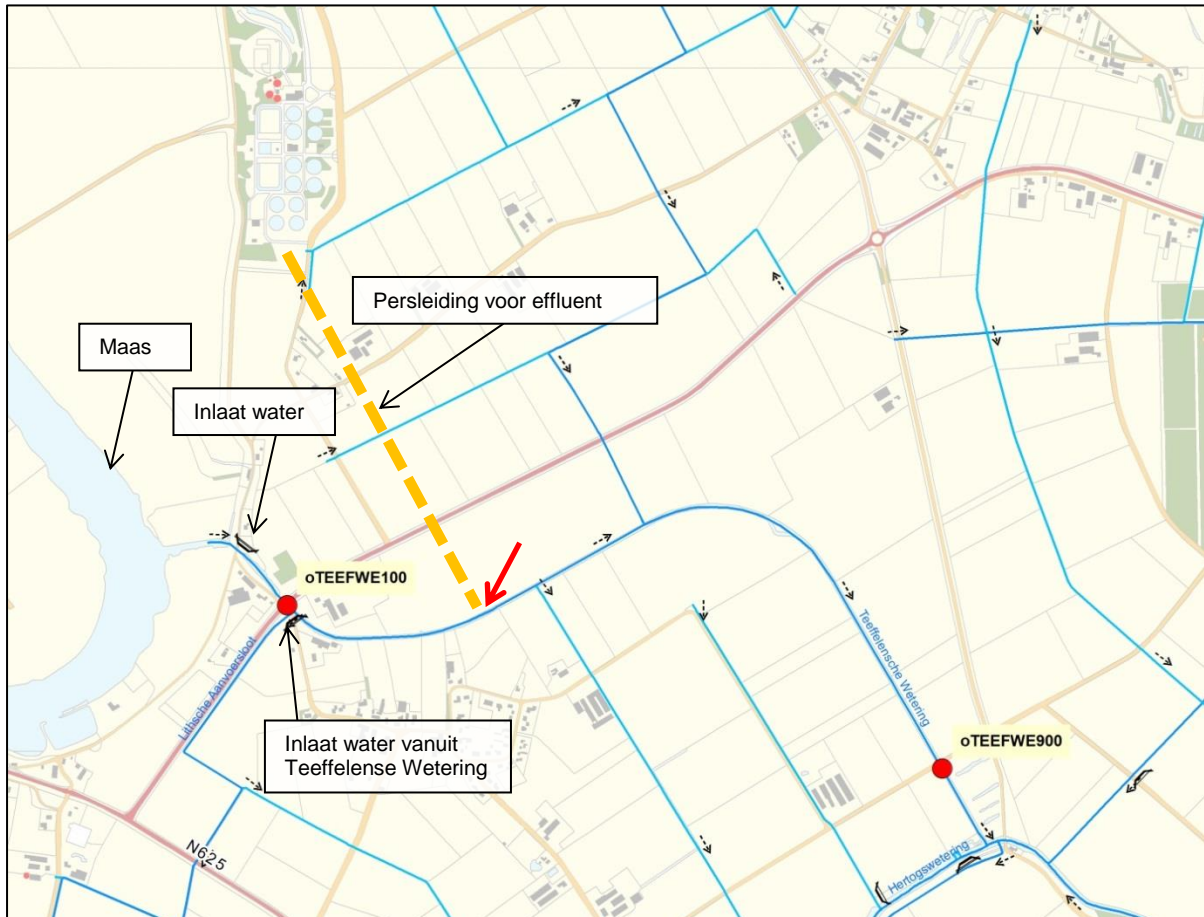
Echter, er is nog geen meetapparaat op de markt die in dit bereik (lage concentraties én piekwaarden) stabiel kan meten. Bij waterschap De Dommel loopt een vergelijkend onderzoek naar diverse online meetapparaten.

Daarom is het vooralsnog het meest praktisch om vanuit de zuivering een data-analyse uit te voeren naar het optreden van schommelingen en de frequentie en duur van pieken in de concentratie ammonium in het zuiveringsproces en vervolgens de achterliggende oorzaken in kaart te brengen.

3.4 Bovenstroomse overschrijding NH₄ rwzi Oijen

Resultaten

In deze paragraaf is bekeken hoe het komt dat vrijwel ieder jaar de norm voor ammonium bovenstrooms rwzi Oijen wordt overschreden. Om de resultaten voor de lezer beter te kunnen plaatsen, toont figuur 2 een kaartje van de locatie van rwzi Oijen en de ligging van de boven- en benedenstroomse meetpunten.



Figuur 2: Ligging meetpunten (rode stippen) ten opzichte van rwzi Oijen in de Teeffelse Wetering. Rode pijl geeft lozingspunt van het effluent weer. De zwarte pijltjes langs de waterloop geeft de stromingsrichting van het water weer.

Bijlage 4 geeft in een overzichtstabel de resultaten weer van:

- De dagen waarop sprake was van een toetswaarde ≥ 1 van een individueel monster;
- Op welke van deze dagen er geen water werd ingelaten vanuit de Maas;
- Wat de pH, watertemperatuur en concentratie NH₄ was in de Teeffelse Wetering ter hoogte van de meetlocatie ten tijde van de normoverschrijding;
- Wat de pH en concentratie NH₄ van het Maaswater was ten tijde van de piekoverschrijdingen. Daarvoor is de website www.aqualarm.nl gebruikt en dan meetstation Eijsden. Meetgegevens van de watertemperatuur waren niet beschikbaar.

Hieronder volgt een samenvatting van de tabel uit bijlage 4:

- In totaal werden in de beschikbare dataset in de periode 2008-2013 op 8 datums overschrijdingen in de Teeffelse Wetering bovenstrooms rwzi Oijen aangetroffen (toetswaarde ≥ 1);
- Voor 6 van deze 8 datums (in juli en augustus) gold dat de concentratie NH₄ in het oppervlaktewater relatief laag was (maximaal 0,13 mg/l). De normwaarde voor NH₄ werd vooral bepaald door de combinatie van een hoge pH (8,4 of hoger) en een hoge watertemperatuur (> 20 °C).⁶ Het ingelaten Maaswater had een pH die onder de pH van de Teeffelse Wetering lag;

⁶ In bijlage 4 staat een tabel waar een indruk wordt verkregen van de invloed van pH en/of T op de normwaarde van NH₄.

- Voor 2 van deze 8 datums (in maart en december) gold dat de concentratie NH₄ in het oppervlaktewater relatief hoog was (namelijk 2,4 en 4,1 mg/l). Deze pieken vielen samen met de periode waarin de inlaat van Maas water in de Teeffelense Wetering en tegelijkertijd de inlaat naar de Lithse Aanvoersloot dicht stonden.

Discussie

De bovenstroomse overschrijdingen van de norm(en) voor NH₄ bij rwzi Oijen wordt veroorzaakt door enkele piekwaarden.

Voor 6 piekwaarden geldt dat de normwaarde⁷ voor NH₄ zeer laag werd onder invloed van een hoge pH en tegelijkertijd een hoge watertemperatuur. De oorzaak hiervoor dient lokaal gezocht worden, zoals pH-verhoging als gevolg van waterplanten- en/of algenontwikkeling. De piekwaarden werden allemaal aangetroffen in de maanden juli en augustus; de periode waarin de algen- en waterplanten zich ontwikkelen. Een neveneffect van de fotosynthese op het oppervlaktewater is dat de pH van het oppervlaktewater kan stijgen.

De pH van het Maaswater (Eijsden) lag op de dagen van piekwaarden steeds onder de pH van de Teeffelense Wetering. In hoeverre deze waarden vergelijkbaar zijn met de waarden in de dode Maas-arm van waaruit water wordt ingelaten, is niet bekend.

Voor 2 piekwaarden traden op wanneer er geen waterinlaat plaats vond. In deze situaties is het niet ondenkbaar dat NH₄ in het lozingswater voor een deel richting bovenstrooms kan diffunderen. De concentratie NH₄ in de Teeffelense Wetering benedenstrooms de effluentlozing was beide keren hoog (resp. 3,0 en 7,0 mg/l). Het effluent is hier de grootste bron voor de Teeffelense Wetering voor NH₄.

3.5 Concentratieverloop NH₄ in oppervlaktewater na effluentlozing

De beschikbare dataset is niet geschikt om antwoord te geven op de vraag tot op welke afstand er verhoogde concentraties voor NH₄ worden aangetroffen benedenstrooms lozingen van effluent van rwzi's. Ook kon de dataset niet uitgebreid worden met gegevens verkregen uit andere (monitorings)projecten om benedenstrooms rwzi's meer bruikbare gegevens te verkrijgen over het traject benedenstrooms de effluentlozingen.

Eind 2013 is hiertoe al een pilot in gang gezet voor 2014 naar aanleiding van de eerste data-analyse eind 2013 (zie: 'Aanleiding'). In hoofdstuk 6 wordt de proefopzet nader toegelicht. Met dit aanvullende onderzoek zal een eerste indruk verkregen worden tot over welke afstand verhoogde concentraties van NH₄ worden aangetroffen benedenstrooms effluentlozingen.

3.6 Prioriteit nader onderzoek per rwzi

De voorgaande beschouwing leidt uiteindelijk tot nieuwe inzichten bij welke rwzi's de problemen groter zijn dan bij andere. Op basis hiervan zijn de rwzi's in volgorde van prioriteit gezet voor eerst nader onderzoek, daarna mogelijk maatregelen. Tabel 6 geeft het resultaat. De prioriteit is bepaald door de mate waarin op de benedenstroomse meetpunten normoverschrijdingen voorkomen.

Tabel 6: Prioritering van rwzi's om nader te onderzoeken welk type maatregel geschikt is om ammoniumpieken te voorkomen

Nr.	Rwzi	Probleem	Aandachtspunt
1	Oijen	Structurele overschrijding toetswaarden NH ₄	NH ₄ in effluent Buffercapaciteit / behandelcapaciteit
2	Dinther	Structurele overschrijding toetswaarden NH ₄	pH van effluent
3	Aarle-Rixtel	Structurele overschrijding toetswaarden NH ₄	Problemen ammoniumpieken sinds 2011 groter dan in jaren daarvoor
4	Den Bosch	Structurele overschrijding toetswaarden NH ₄	Mogelijk door verbouwing rwzi in 2014 / '15 problematiek al opgelost
5	Asten	M.n. piekwaarden NH ₄ (na regenval)	Buffercapaciteit / behandelcapaciteit
6	Vinkel	M.n. piekwaarden NH ₄ (na regenval)	Buffercapaciteit / behandelcapaciteit
7	Land van Cuijk	Incidentele piekwaarden NH ₄ in oppervlaktewater niet gerelateerd aan regenval	Procesregeling

⁷ Een lage normwaarde (lager dan de concentratie NH₄) leidt tot een toetswaarde > 1. Zie ook het kader op pag. 10).

Hoofdstuk 4 Conclusies

Dit hoofdstuk geeft per onderzoeksvraag een antwoord op de vragen uit de informatiebehoefte.

4.1 Overschrijding JGM norm: structureel of piekwaarden

Of een overschrijding van de jaargemiddelde (JGM) norm voor NH_4 benedenstrooms rwzi's voornamelijk bepaald wordt door structureel hoge toetswaarden voor NH_4 of door piekwaarden verschilt per rwzi.

Uit de data-analyse over de periode 2008-2013 volgt het onderstaande overzicht:

Overschrijding JGM norm voor NH_4 door structureel verhoogde waarden	Overschrijding JGM norm voor NH_4 door piekwaarden
Aarle-Rixtel Den Bosch Dinther Oijen	Asten Land van Cuijk Vinkel

Daarbij is 'structureel verhoogde waarden' als volgt gedefinieerd: meer dan 50% van de individuele monsters levert een toetswaarde ≥ 1 op en daarmee een overschrijding van de JGM norm voor NH_4 . Rwnzi's Dinther en Oijen springen er binnen deze categorie het meest uit in negatieve zin.

4.2 Periode in jaar met de meeste overschrijdingen voor NH_4

Voor de waterecologie moet een correctie van de concentratie NH_4 voor pH en watertemperatuur toegepast worden. Deze correctie is nodig om het effect van ammoniak op de waterecologie mee te wegen. Dit is verwerkt in de jaargemiddelde norm voor NH_4 in het oppervlaktewater. Benedenstrooms effluentlozingen worden in het zomerhalfjaar, en dan met name in de maanden juni en juli, in het oppervlaktewater de meeste overschrijdingen van de jaargemiddelde norm voor NH_4 aangetroffen. Dit wordt met name veroorzaakt door hoge concentraties ammonium of hoge pH. Bovenstrooms worden in de zomermaanden eveneens meer overschrijdingen aangetroffen. Dit wordt met name veroorzaakt door hoge watertemperaturen en/of een hoge zuurgraad.

4.3 Relatie concentraties NH_4 in effluent en oppervlaktewater

Uit een steekproef blijkt dat in 85% van de situaties met verhoogde concentratie NH_4 in het oppervlaktewater verklaard kan worden door regenval, waarbij geldt: door regen neemt het influent-debiet toe, wat leidt tot verhoogde concentraties NH_4 in de aeratietank (AT) van de rwzi en uiteindelijk leidt verhoogde waarden in het ontvangende oppervlaktewater.

Voor 15% van de situaties gaat deze redenering niet op. Ook bij géén regenval kunnen er pieken optreden in NH_4 concentraties in de AT. Wat hier de achterliggende oorzaak in het zuiveringsproces is, dient nader onderzocht te worden. In een enkele situatie met regen werd een piek in NH_4 concentratie in de AT niet terug gemeten (gemist) bij de bemonstering van het oppervlaktewater.

4.4 Bovenstroomse overschrijding NH_4 rwzi Oijen

De bovenstroomse overschrijdingen van de jaargemiddelde norm voor NH_4 bovenstrooms rwzi Oijen worden veroorzaakt door enkele piekwaarden.

Voor driekwart van deze piekwaarden wordt de overschrijding bepaald door een combinatie van een hoge pH en watertemperatuur.

Voor een kwart van de piekwaarden is een hoge concentratie ammonium de oorzaak. Deze pieken vielen samen met de periode waarin de inlaat van Maas water in de Teeffelense Wetering en tegelijkertijd de inlaat naar de Lithse Aanvoersloot dicht stonden.

4.5 Concentratieverloop NH_4 in oppervlaktewater na effluentlozing

Om te kunnen bepalen tot op welke afstand er verhoogde waarden voor NH_4 worden aangetroffen benedenstrooms effluentlozingen bij rwzi's dienen aanvullende meetgegevens in het veld verkregen te worden. Daartoe is in 2014 een pilot gestart bij rwzi Vinkel. Deze wordt in hoofdstuk 6 toegelicht.

4.6 Prioriteit nader onderzoek per rwzi

Op basis van de bevindingen van de data-analyses zijn de rwzi's geprioriteerd in de volgorde waarin nader onderzoek naar ammonium plaats zou moeten vinden vanuit de procestechnologie bekeken. Vanuit deze invalshoek kan inzicht verkregen worden in de achterliggende oorzaak van de normoverschrijdingen voor ammonium en daaruit volgende de mogelijke maatregelen. De rwzi's zijn daarbij als volgt geprioriteerd:

1. Oijen
2. Dinther
3. Aarle-Rixtel
4. Den Bosch
5. Asten
6. Vinkel
7. Land van Cuijk

Hoofdstuk 5 **Aanbevelingen**

In dit hoofdstuk zijn aanbevelingen gedaan toegespitst naar afdeling ten aanzien van nader onderzoek en welke onderwerpen nadere beleidsmatige aandacht behoeven.

- Afdeling Advies Zuiveren:

1. Aanbevolen wordt om in het zuiveringsproces nader uit te zoeken hoe pieken in ammoniumconcentraties kunnen worden voorkomen. Daarbij is ook een onderzoek waard of de wijze van sturing (op zuurstof of op ammonium) in de aeratietanken hierbij van invloed is.
2. Aanbeveling is de invloed van regen te verkleinen om zo de lozing van ammoniumpieken te voorkomen. Dit kan door afkoppelen, door vergroting van buffercapaciteit in het rioolstelsel, en door vergroting van behandelcapaciteit waar deze aan de krappe kant blijkt.

- Afdeling Onderzoek & Monitoring in samenwerking met afdeling Advies Zuiveren:

1. Aanbevolen wordt om continu ammonium, watertemperatuur en pH te meten in zowel effluent als oppervlaktewater. Zodoende kunnen pieken beter in beeld verkregen worden en hier beter op gestuurd worden vanuit het zuiveringsproces.
2. Verder wordt aanbevolen om onderzoek uit te voeren naar de invloed van effluent van rwzi's op de waterecologie in zijn algemeen (o.a., dus niet specifiek ammonium).
3. Aanbevolen wordt om de pilotstudie naar het concentratieverloop van ammonium benedenstrooms een rwzi uit te breiden met de locatie Oijen. Dit aanvullende onderzoek en het nog op te starten onderzoek naar het effect van effluent op de waterecologie in 2015 kan als input dienen voor de regulering van ammonium (bepalen van normen/streefwaarden).

- Afdeling Integraal Beleid in samenwerking met afdeling Advies Zuiveren:

1. Aanbevolen wordt om normenstreefwaarden voor ammonium af te leiden voor effluent, rekening houdend met pH en watertemperatuur.
2. Aanbevolen wordt om bij de rwzi's Oijen, Dinther en Aarle-Rixtel als eerste vanuit de procestechnologie de ammoniumpieken nader te beschouwen, aangezien hier de problematiek voor het ontvangende oppervlaktewater het grootst lijkt.

Hoofdstuk 6 Lopend onderzoek 2014

In de voorliggende rapportage is uit beschikbare data een invloed gebleken van effluentlozingen op ammonium in het oppervlaktewater benedenstrooms rwzi's. Om de omvang van de potentiële problemen voor de ecologie beter in te kunnen schatten, is het nodig inzicht te verkrijgen in hoe ver vanaf een effluentlozing verhoogde waarden van NH_4 aangetroffen worden. In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de pilot die in 2014 bij rwzi Vinkel is gestart om de reikwijdte van ammonium te bepalen. Voor meer details en de oorspronkelijke memo wordt verwezen naar [bijlage 5](#).

6.1 Proefopzet

Afbakening

Er wordt één rwzi gekozen als pilot. Op basis van de resultaten kan in een later stadium (2015) alsnog breder bij andere rwzi's gemeten worden. De keuze is gevallen op rwzi Vinkel. Deze rwzi loost in de Groote Wetering en deze komt pas na ruim 6,5 km in de Aa uit. Op dit traject zijn er een beperkt aantal zijwaterlopen, dat instroomt. De watermonsters worden op gezette tijdstippen genomen. Er wordt geen gebruik gemaakt van continuumeters. Via deze laatste meetmethode kunnen piekwaarden (lengte en duur) beter in beeld gekregen worden, maar er is nog geen geschikte meetapparatuur om dit te meten. De pilot dient als eerste indruk.

Onderzoeksopzet

Meetlocaties:

Op 5 meetlocaties benedenstrooms en 1 locatie bovenstrooms wordt maandelijks op de volgende parameters gemeten: NH_4 , pH en T. De pH en T bepalen namelijk de normwaarde voor NH_4 . De metingen op de verschillende meetlocaties worden consequent voor alle locaties op dezelfde dag en in dezelfde volgorde uitgevoerd (van boven- naar benedenstrooms in de waterloop). Figuur 2 toont een kaart met de ligging van de meetpunten en de afstanden (indicatief) tussen de verschillende meetlocaties en ten opzichte van het effluent lozingspunt.

Beoordeling gemeten concentraties:

Bij elk meetpunt wordt per individuele meting bekeken in hoeverre er nog sprake is van verhoogde concentraties ammonium benedenstrooms ten opzichte van de concentraties bovenstrooms.

6.2 Planning en rapportage

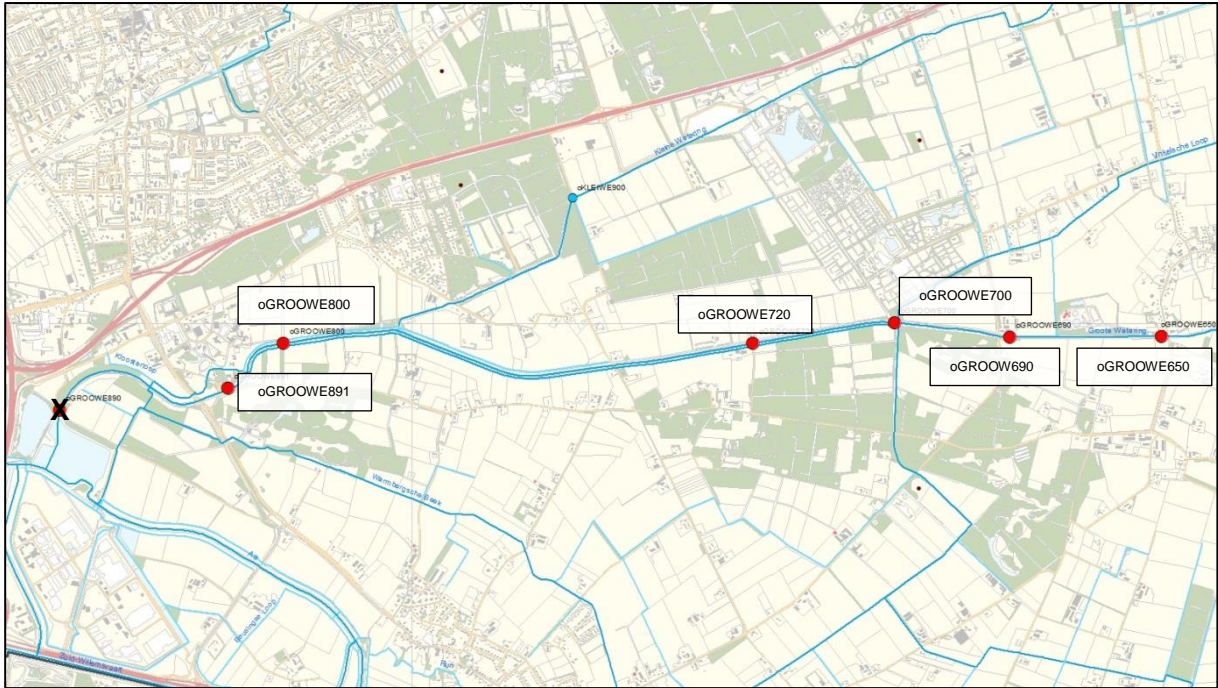
Er wordt over meetjaar 2014 gekeken of er een consistente lijn uit te halen valt over tot welke afstand van de effluentlozing verhoogde waarden / concentraties worden teruggevonden. Op basis van de resultaten zal beoordeeld worden in hoeverre soortgelijk onderzoek voor andere rwzi's relevant is. Rapportage hierover zal plaatsvinden in het 1^e kwartaal van 2015.

Halverwege het jaar 2014 zal een tussentijdse beoordeling plaats vinden. Deze kan mogelijk al aanleiding zijn om het onderzoek aan te passen of uit te breiden naar andere rwzi's (voor 2015). Bij de rapportages zal niet alleen gekeken worden naar de NH_4 -concentraties in het water en de toetswaarden, maar ook naar de vrachten.

6.3 Kanttekeningen

De effluentaanvoer is een continue stroom met in de tijd variërende concentraties en debiet. Er wordt op elk benedenstrooms meetpunt dus in een andere mix van oppervlaktewater en effluent gemeten. Vrachtberekeningen van NH_4 zijn lastig uitvoerbaar: er is immers een sterke relatie met pH en watertemperatuur en de mate waarin de concentratie NH_4 doorwerkt op de waterecologie (via het evenwicht met ammoniak). Verder blijkt het in de praktijk zeer lastig om juist in de tijd te bemonsteren rekening houdend met de stroomsnelheid van de waterloop.

Deze aspecten samen maken de interpretatie van de meetresultaten straks lastig, los van de aannames die gemaakt moeten worden (bijv. omtrent debiet). Door over een langere periode te meten wordt gehoopt toch een eerste indruk te krijgen van de reikwijdte van NH_4 afkomstig uit effluent in de ontvangende waterloop.



Figuur 3: Kaart met onderzoekstraject en meetlocaties pilot rwzi Vinkel, 2014.
Rode stippen zijn meetlocaties in kader van de pilot. Blauwe meetlocatie wordt gemeten in kader van de KRW.
Meetgegevens omtrent NH4, T en pH kunnen hieruit meegenomen worden in deze pilot.

Indicatie afstanden onderlinge meetpunten en ten opzichte van de effluentlozing:

Meetlocatie	Afstand tussen twee opeenvolgende locaties	Afstand vanaf effluentlozing
bov. str. oGROOWE650	450 m	effluentlozing
effluentlozing		
ben. str. oGROOWE690	450 m	450 m
oGROOWE700	700 m	1150 m
oGROOWE720	900 m	2050 m
oGROOWE800	3000 m	5050 m
oGROOWE891	500 m	5550 m
oGROOWE890	1200 m	6750 m

Onderzoekstraject pilot

oGROOWE890 = bestaande vervallen meetlocatie vanwege werkzaamheden rondom de omlegging van het Zuid-willemskanaal

N.B.: Afstanden zijn indicatief op GIS-kaart bepaald

Geraadpleegde informatiebronnen

1. Besozzi, D. e.a., 2009. Afleiding van milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn, rapportnummer 164, ISBN 3-935324-72-3, Koblenz;
2. Informatiehuis Water, 2013. Aquo-kit, specificaties, eisen en wensen, 23 januari 2013, Amersfoort;
3. Klein, J. de, e.a., 2012. An ecological assessment framework (EAF) for evaluating the effect of waste water treatment plant and combined sewer overflows loads on the river Dommel, Kallisto-project, Workpackage 4, Wageningen UR, Wageningen;
4. Nieuwenhuijzen, A.F. van, e.a., 2014. Variantenstudie 5 RWZI's: Asten, Dinther, Land van Cuijk, Oijen en Vinkel, uitgevoerd door Witteveen + Bos in opdracht van Waterschap Aa en Maas, Deventer;
5. Zuilichem, H. van, 2013. Oppervlaktewaterkwaliteit nabij rwzi's, periode 2008-2012, d.d. 26 april 2013, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.

Bijlage 1A: Analyse overschrijding NH₄-norm door jaargemiddelde of maximale waarde

Wordt de overschrijding van JGM veroorzaakt door piekwaarden of door structureel verhoogde toetswaarden (= NH₄-concentraties gecorrigeerd voor T en pH)?

Deelvragen:

(1) Werd in betreffend jaar niet voldaan aan de KRW-norm voor NH₄? (= overschrijding van JGM en/of MAX)

(2) Zo niet, werd dan de JGM-norm overschreden?

(3) Zo ja, werd dit veroorzaakt door (een) piekwaarde(n) of door structureel verhoogde waarden?

Benedenstrooms

rwzi	Jaar	(1) KRW-norm overschrijding	MAX overschrijding?	(2) JGM overschrijding?	(3)	
					Oorzaak overschrijding JGM-norm NH ₄ (1 = ja, 0 = nee)	
					door structureel verhoogde toetswaarden (≥ 50% metingen toetswaarde (≥ 1)	door piekwaarde(n)
Aarle-Rixtel	2008	ja	ja	ja	1	0
	2009	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	ja	1	0
	2012	ja	ja	ja	1	0
	2013	ja	ja	ja	0	1
Totaal Aarle-Rixtel		5	5	4	3	1
Asten	2008	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	ja	1	0
	2012	ja	ja	ja	0	1
	2013	ja	ja	ja	0	1
Totaal Asten		4	5	3	1	2
Den Bosch	2008	ja	ja	ja	1	0
	2009	ja	ja	ja	1	0
	2010	ja	ja	ja	1	0
	2011	ja	ja	ja	1	0
	2012	ja	nee	ja	n.v.t.	n.v.t.
	2013	ja	ja	nee	0	1
Totaal Den Bosch		6	5	5	4	1
Dinther	2008	ja	ja	ja	1	0
	2009	ja	ja	ja	1	0
	2010	ja	ja	ja	1	0
	2011	ja	ja	ja	1	0
	2012	ja	ja	ja	1	0
	2013	ja	ja	ja	1	0
Totaal Dinther		6	6	6	6	0
Land van Cuijk	2008	ja	ja	ja	0	1
	2009	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	ja	0	1
	2012	ja	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Land van Cuijk		6	5	2	0	2
Oijen	2008	ja	ja	ja	1	0
	2009	ja	ja	ja	1	0
	2010	ja	ja	ja	1	0
	2011	ja	ja	ja	1	0
	2012	ja	ja	ja	1	0
	2013	ja	ja	ja	1	0
Totaal Oijen		6	6	6	6	0
Vinkel	2009	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	ja	1	0
	2011	ja	ja	ja	0	1
	2012	ja	ja	ja	0	1
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Vinkel		4	4	3	1	2
Eindtotaal		37	36	29	21	8

Bovenstrooms

rwzi	Jaar	(1) KRW-norm overschrijding	MAX overschrijding?	(2) JGM overschrijding?	(3)	
					Oorzaak overschrijding JGM-norm NH ₄ (1 = ja, 0 = nee)	
					door structureel verhoogde toetswaarden (≥ 50% metingen toetswaarde (≥ 1)	door piekwaarde(n)
Aarle-Rixtel	2008	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	ja	ja	ja	0	1
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Aarle-Rixtel		2	2	1	0	1
Asten	2008	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	ja	0	1
	2012	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Asten		2	2	1	0	1
Den Bosch	2008	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Den Bosch		0	0	0	0	0
Dinther	2008	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	ja	0	1
	2011	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Dinther		1	1	1	0	1
Land van Cuijk	2008	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Land van Cuijk		0	0	0	0	0
Oijen	2008	ja	ja	ja	0	1
	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Oijen		5	5	1	0	1
Vinkel	2009	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2010	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2011	ja	ja	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2012	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
	2013	nee	nee	nee	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Vinkel		2	2	0	0	0
Eindtotaal		12	12	4	0	4

Bijlage 1B: Analyse voorkomen overschrijdingen boven- versus benedenstrooms rwzi's

Tabel B1A: Vergelijking aantal individuele overschrijdingen (= toetswaarde ≥ 1) boven- en benedenstrooms per rwzi. Een individuele overschrijding is een toetsing van een afzonderlijk monster aan de KRW-norm (gecorrigeerde waarde NH4 voor T en pH).

rwzi	Jaar	Aantal indiv. overschrijdingen / jaar		% overschrijdingen / jaar		Aantal metingen / jaar	
		ben. str.	bov. str.	ben. str.	bov. str.	ben. str.	bov. str.
Aarle-Rixtel	2008	7	2	88	25	8	8
	2009	4	1	33	8	12	12
	2010	2	3	18	27	11	11
	2011	10	5	83	42	12	12
	2012	7	4	58	33	12	12
	2013	5	3	42	25	12	12
Totaal Aarle-Rixtel		35	18	52	27	67	67
Asten	2008	3	0	33	0	9	9
	2009	1	0	9	0	11	11
	2010	4	0	17	0	24	24
	2011	9	4	50	22	18	18
	2012	10	1	45	5	22	22
	2013	5	1	42	8	12	12
Totaal Asten		32	6	33	6	96	96
Den Bosch	2008	5	0	71	0	7	7
	2009	9	4	75	33	12	12
	2010	4	2	100	50	4	4
	2011	2	2	67	67	3	3
	2012	5	1	42	8	12	12
	2013	5	1	42	8	12	12
Totaal Den Bosch		30	10	60	20	50	50
Dinther	2008	6	1	86	14	7	7
	2009	11	1	92	8	12	12
	2010	8	3	67	25	12	12
	2011	11	1	92	8	12	12
	2012	11	0	92	0	12	12
	2013	8	0	67	0	12	12
Totaal Dinther		55	6	82	9	67	67
Land van Cuijk	2008	1	0	9	0	11	11
	2009	3	1	30	10	10	10
	2010	1	0	10	0	10	10
	2011	2	0	18	0	11	11
	2012	0	0	0	0	8	8
	2013	1	0	8	0	12	12
Totaal Land van Cuijk		8	1	13	2	62	62
Oijen	2008	11	2	92	17	12	12
	2009	10	0	83	0	12	12
	2010	10	2	83	17	12	12
	2011	8	1	67	8	12	12
	2012	8	2	67	17	12	12
	2013	10	1	83	8	12	12
Totaal Oijen		57	8	79	11	72	72
Vinkel	2009	4	0	33	0	12	12
	2010	3	1	25	8	12	12
	2011	6	3	50	25	12	12
	2012	4	0	33	0	12	12
	2013	1	1	8	8	12	12
Totaal Vinkel		18	5	30	8	60	60
Eindtotaal		235	54	50	11	474	474

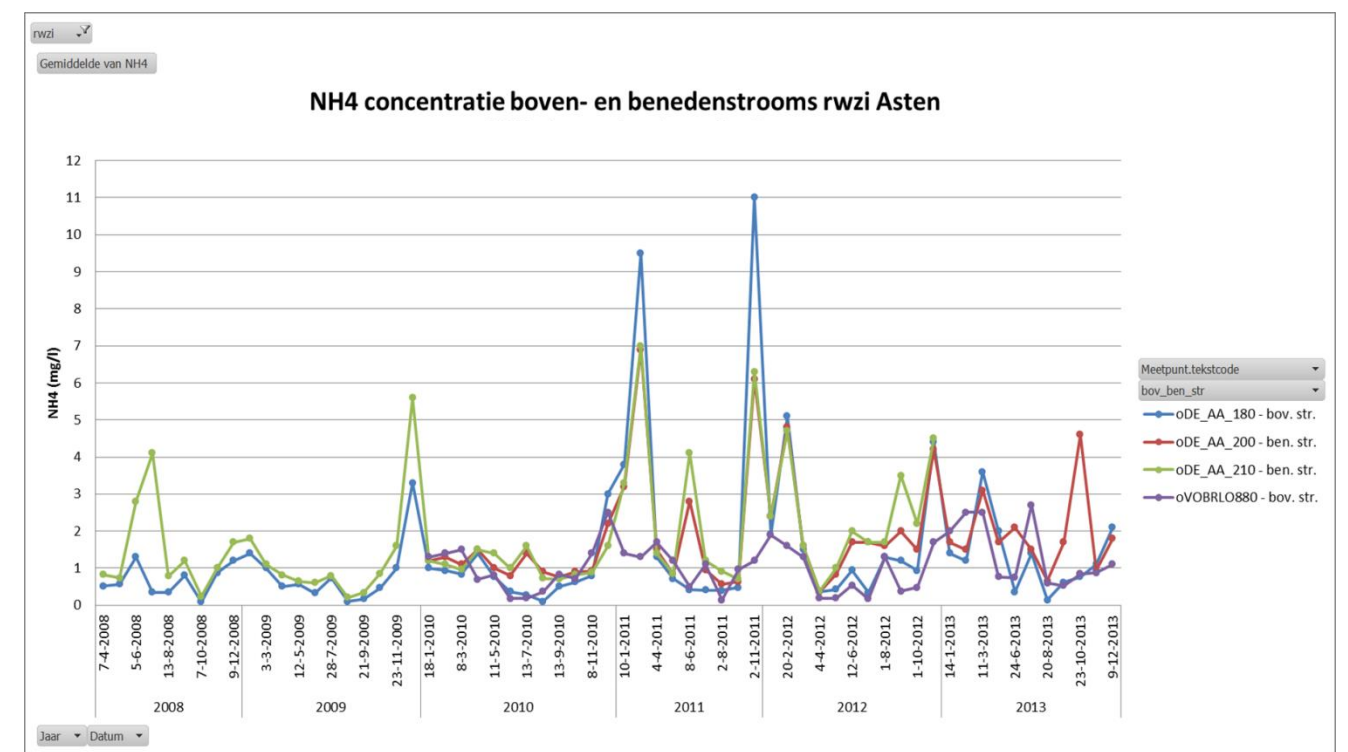
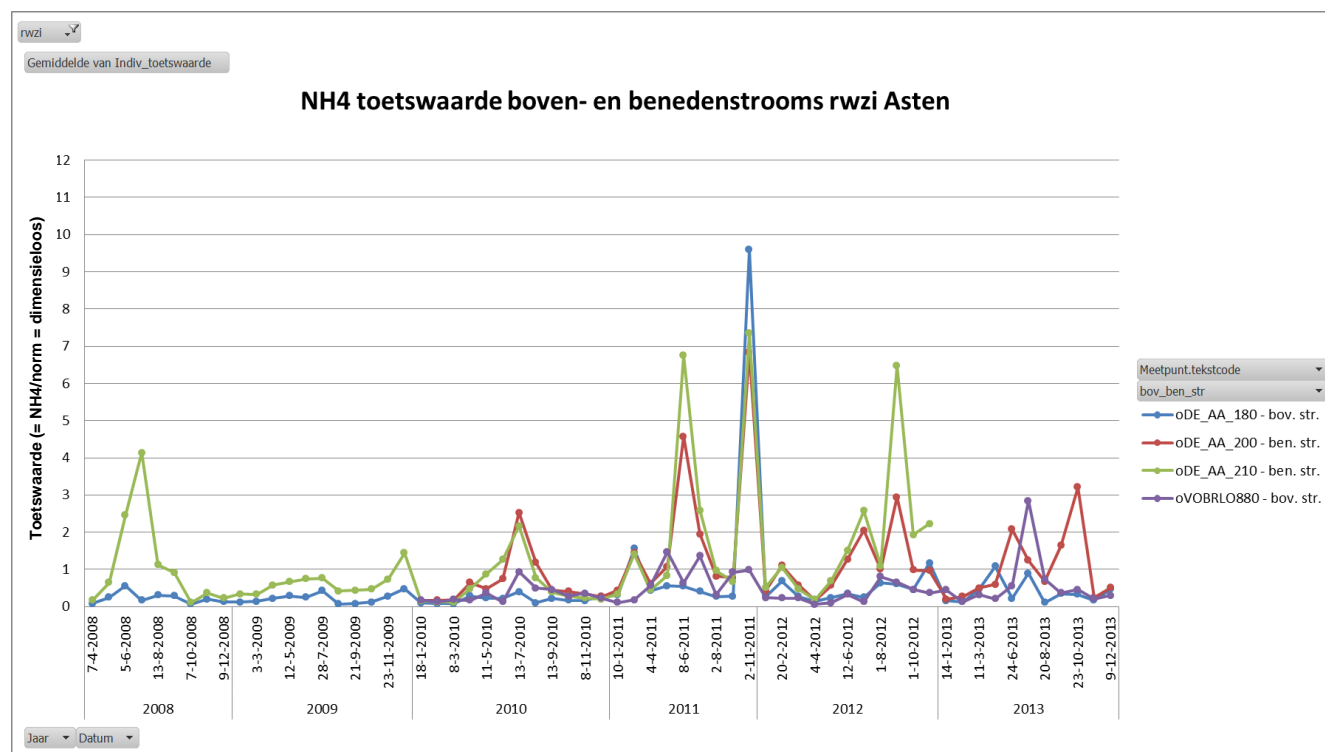
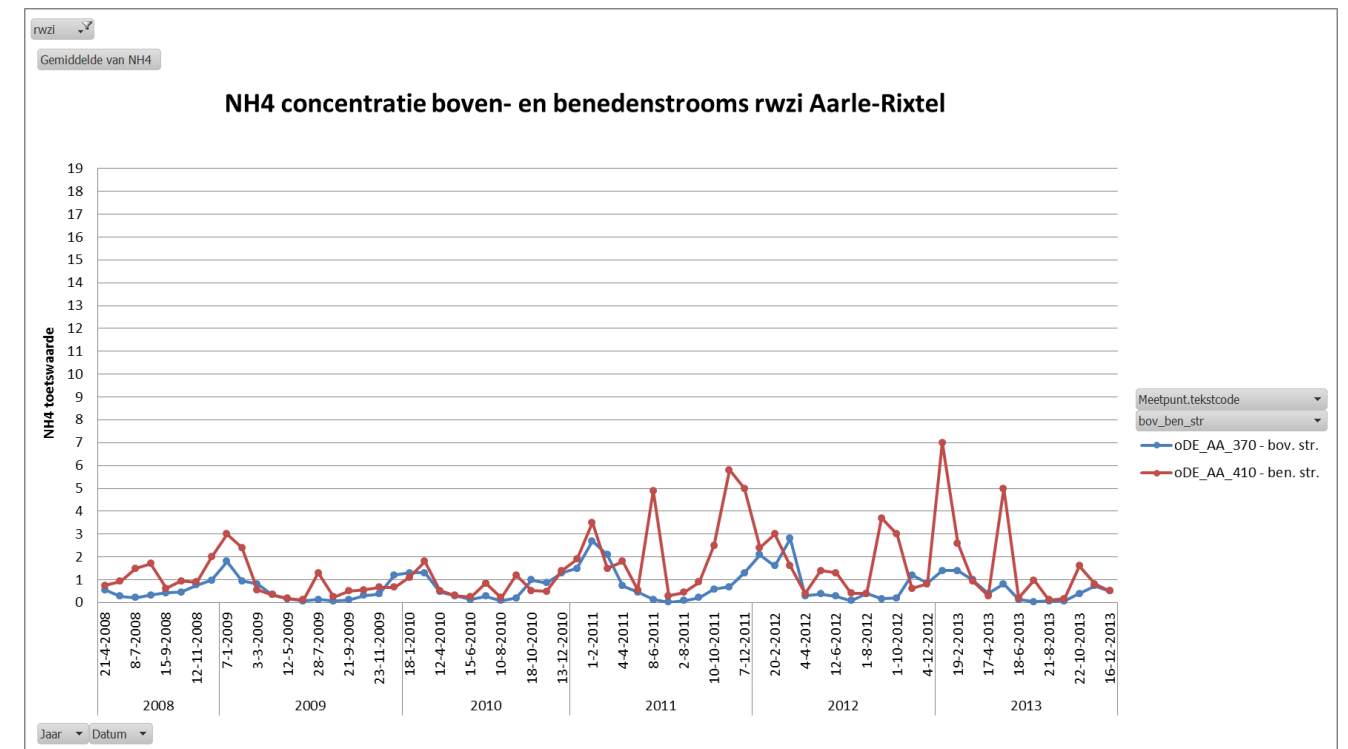
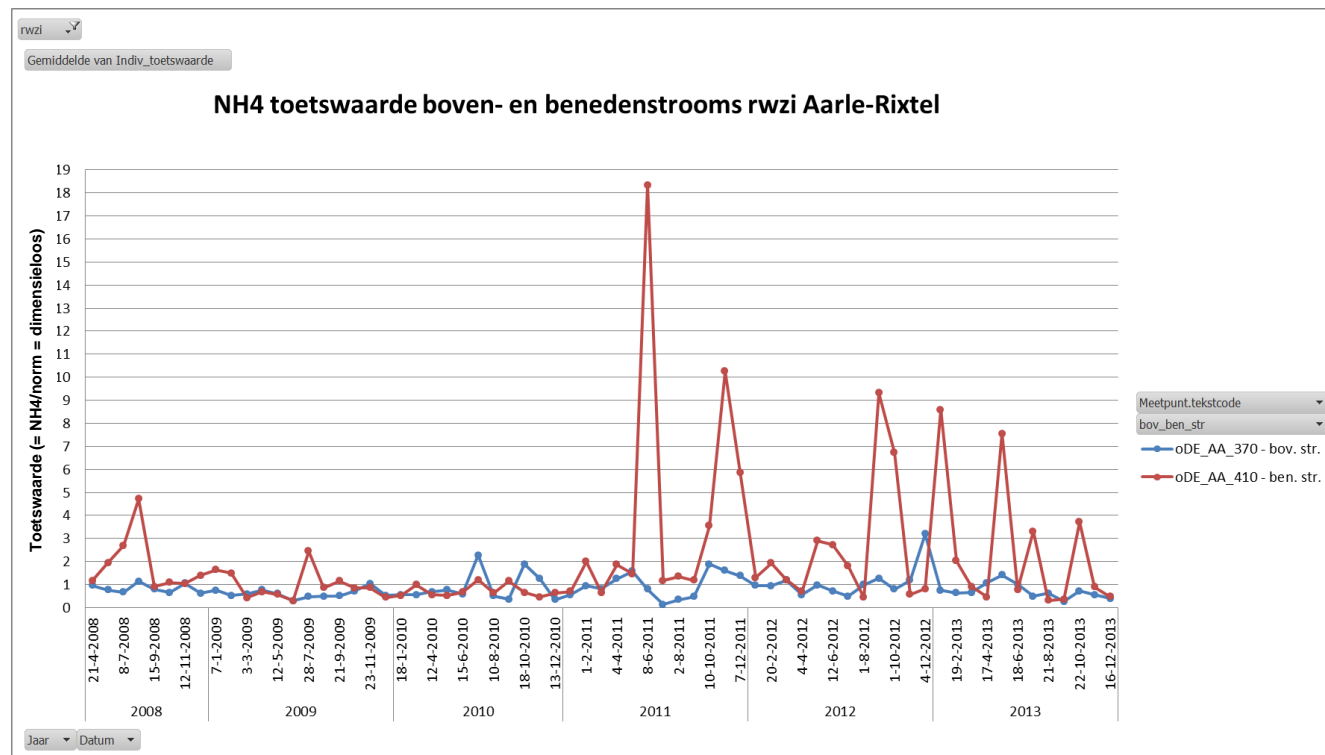
Overzicht meetfrequentie meetlocaties per rwzi per jaar (gebruikt voor tabel links):

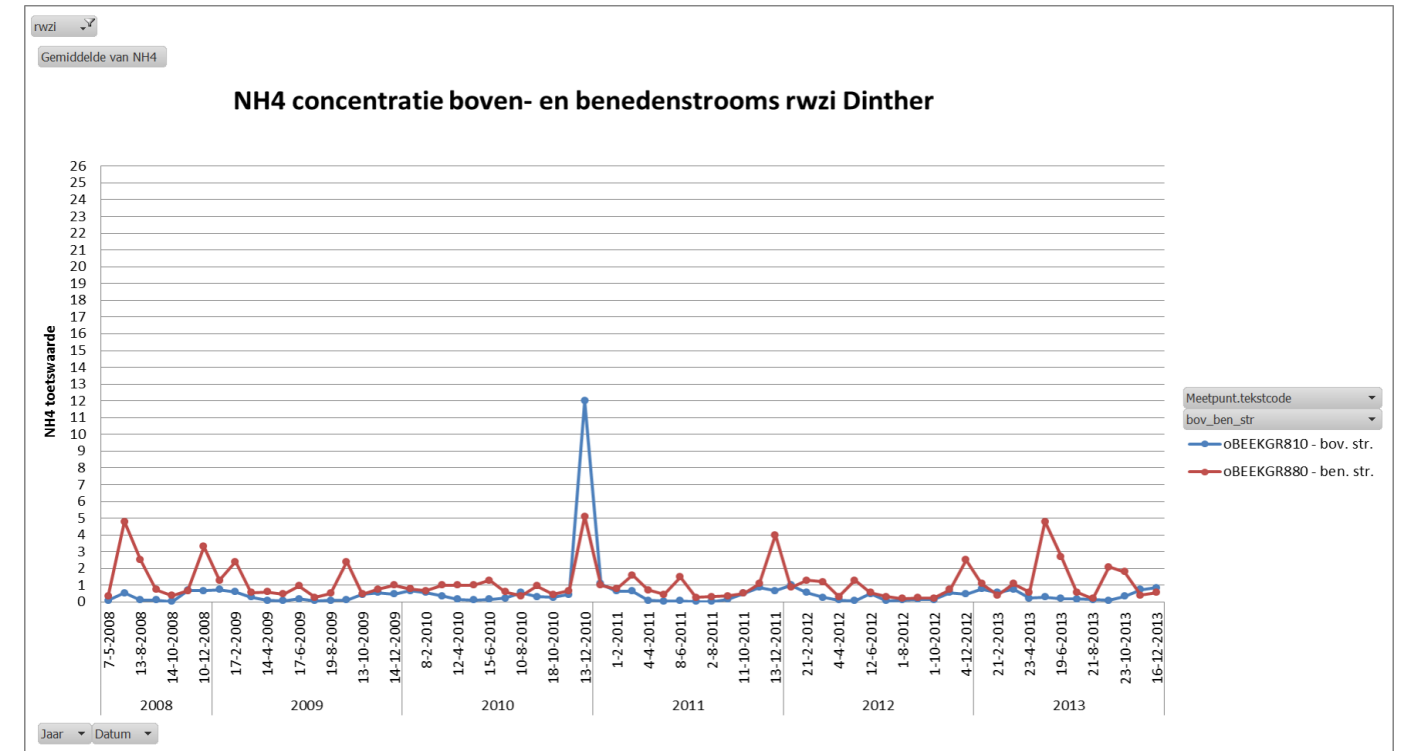
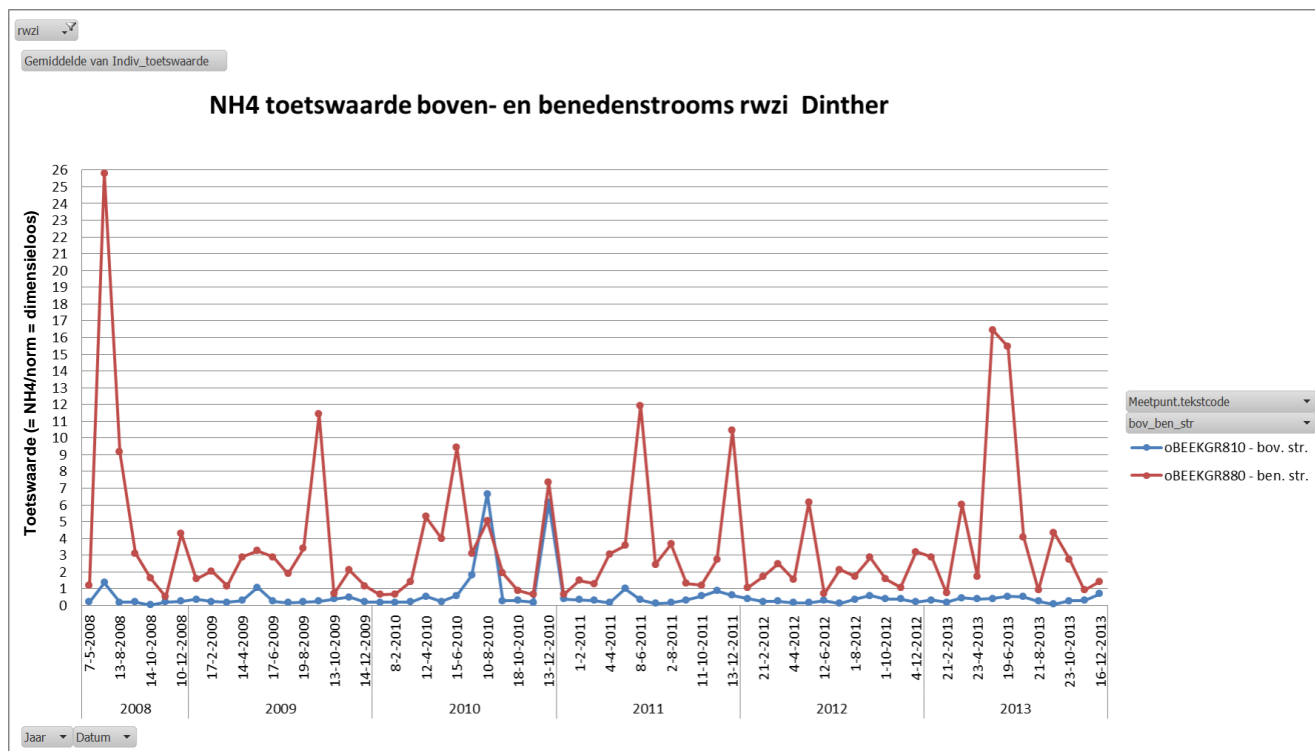
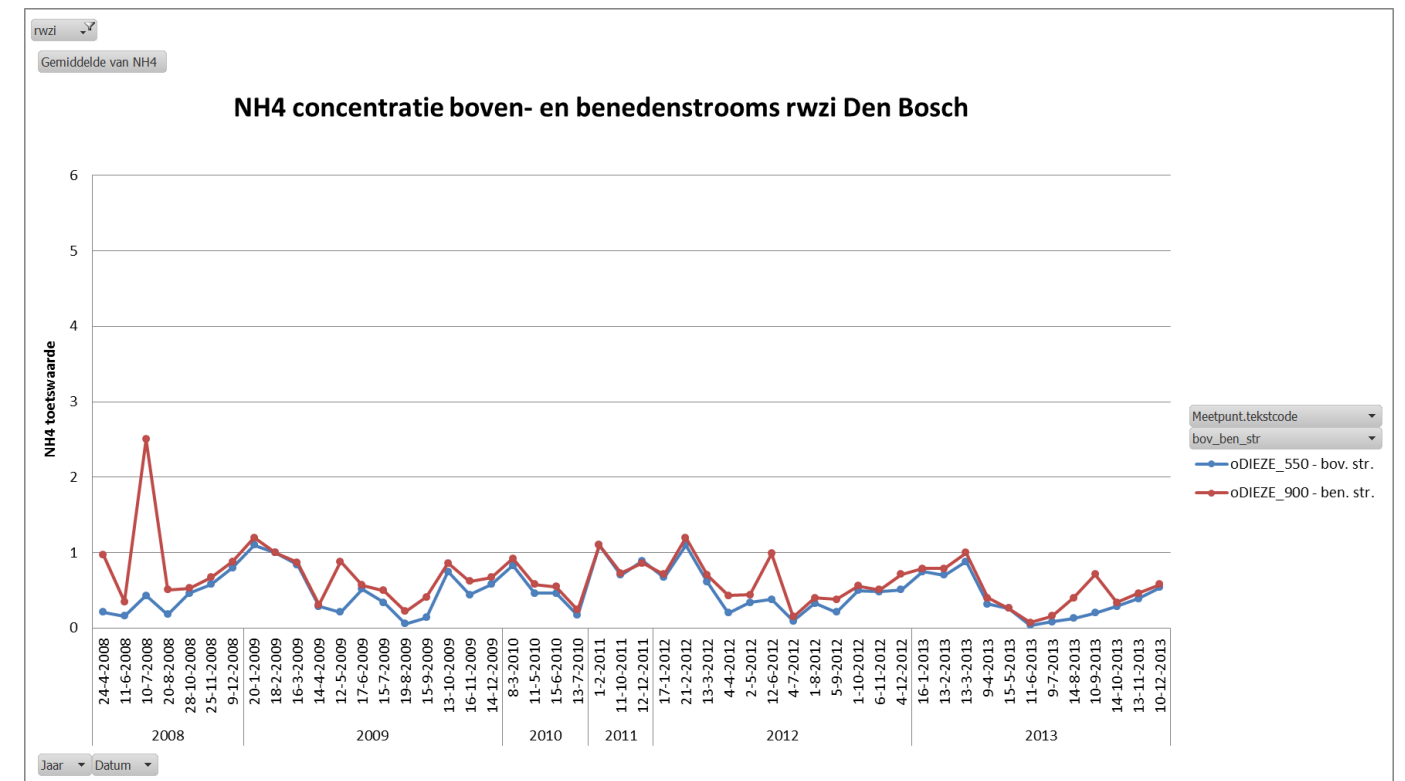
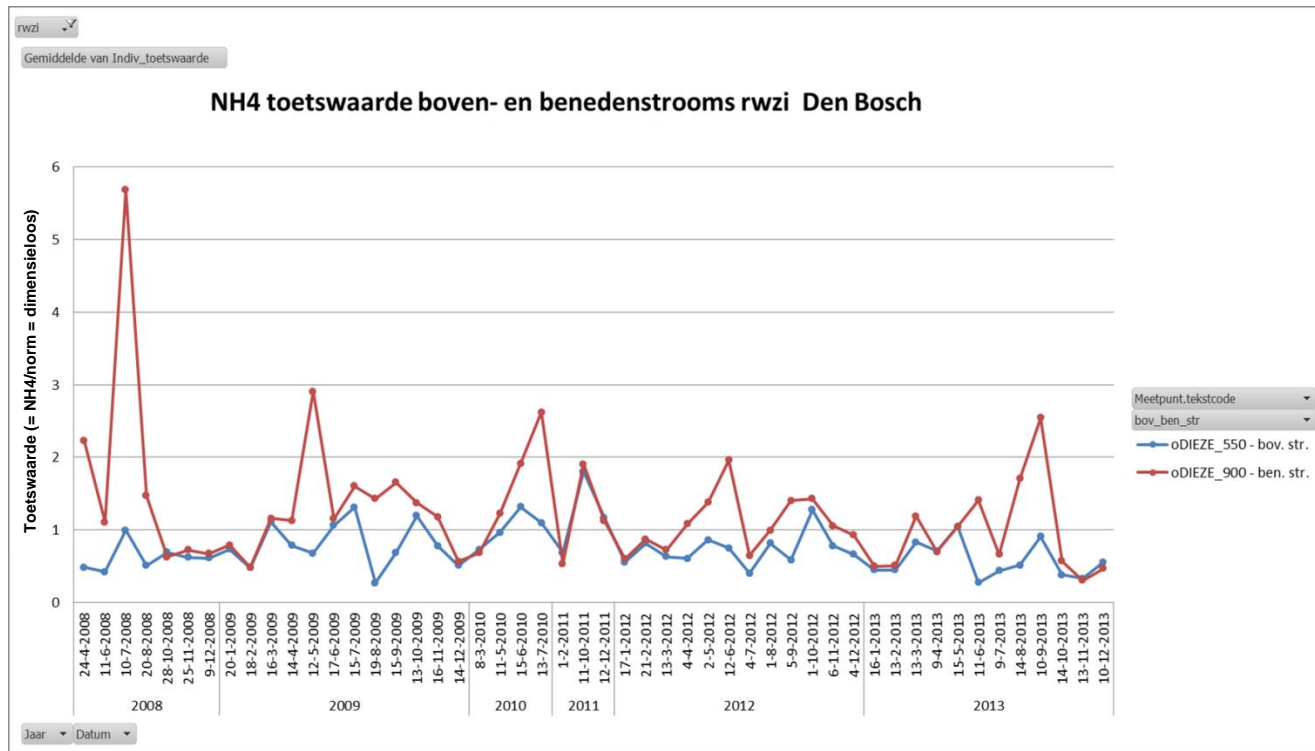
rwzi	bov_ben_Meetpunt.tekstcode	Jaar						Eindtotaal
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Aarle-Rixtel	ben. str. oDE_AA_410	8	12	11	12	12	12	67
	bov. str. oDE_AA_370	8	12	11	12	12	12	67
Asten	ben. str. oDE_AA_200			12	9	11	12	44
	oDE_AA_210	9	11	12	9	11		52
	bov. str. oDE_AA_180	9	11	12	9	11	12	64
	oVOBRLO880			12	9	11		32
Den Bosch	ben. str. oDIEZE_900	7	12	4	3	12	12	50
	bov. str. oDIEZE_550	7	12	4	3	12	12	50
Dinther	ben. str. oBEEKGR880	7	12	12	12	12	12	67
	bov. str. oBEEKGR810	7	12	12	12	12	12	67
Land van Cuijk	ben. str. oLAARWL430	11	10	10	11	8	12	62
	bov. str. oLAARWL260	11	10	10	11	8	12	62
Oijen	ben. str. oTEEFWE900	12	12	12	12	12	12	72
	bov. str. oTEEFWE100	12	12	12	12	12	12	72
Vinkel	ben. str. oGROOWE690		12	12	12	12	12	60
	bov. str. oGROOWE650		12	12	12	12	12	60
Eindtotaal		108	162	170	160	180	168	948

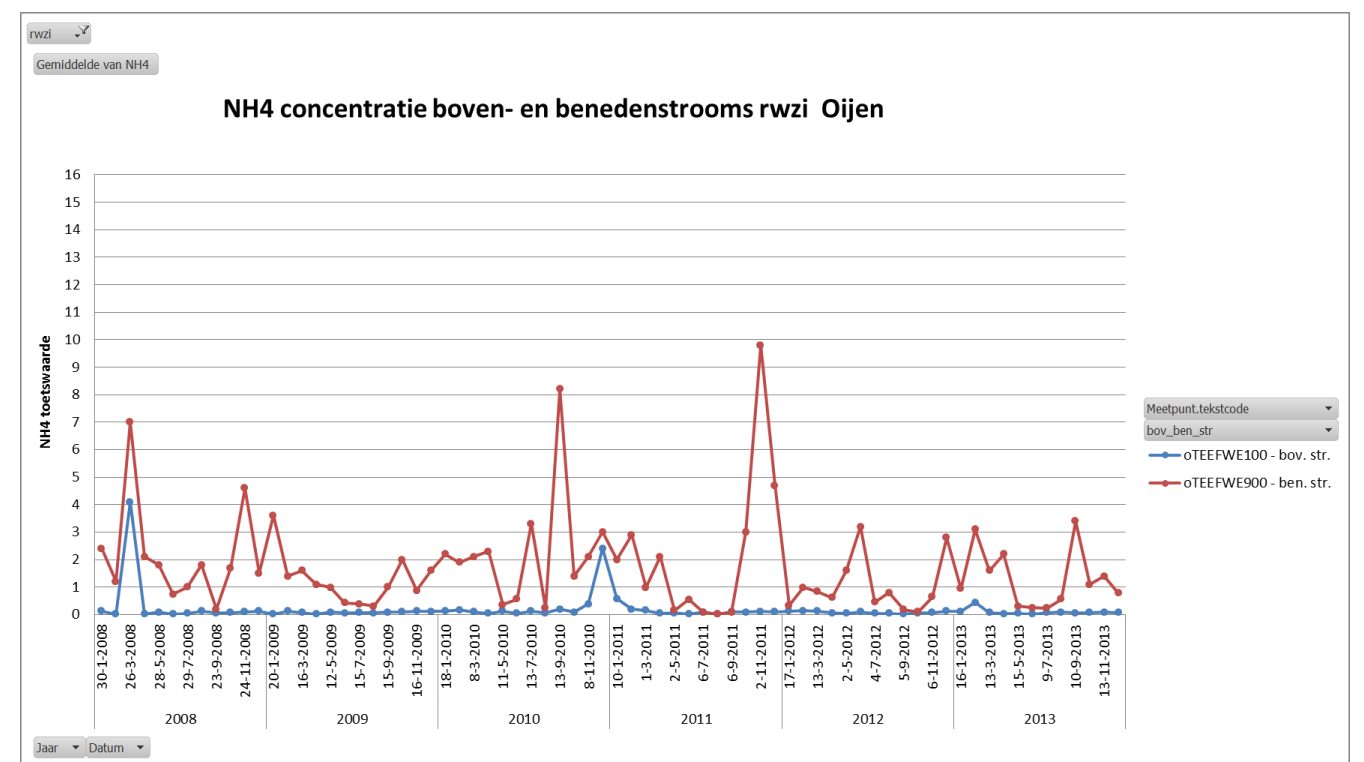
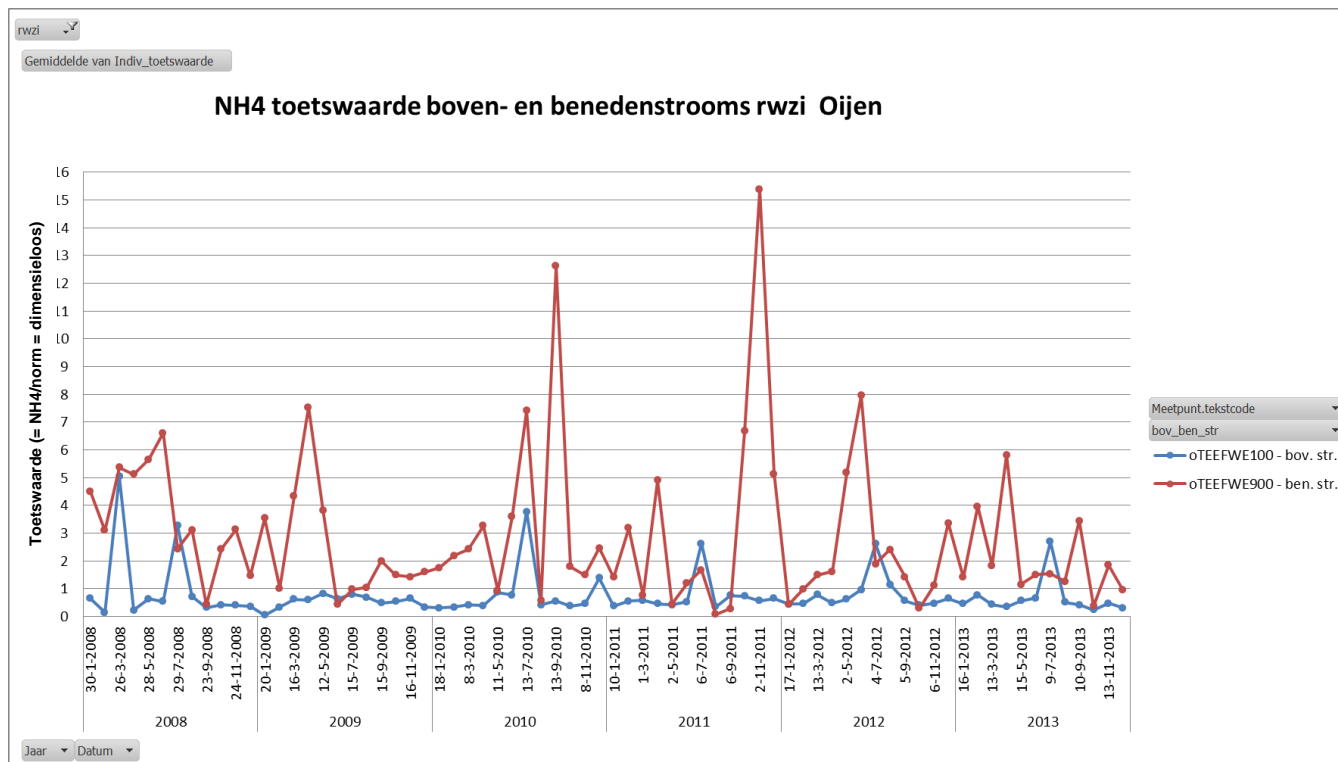
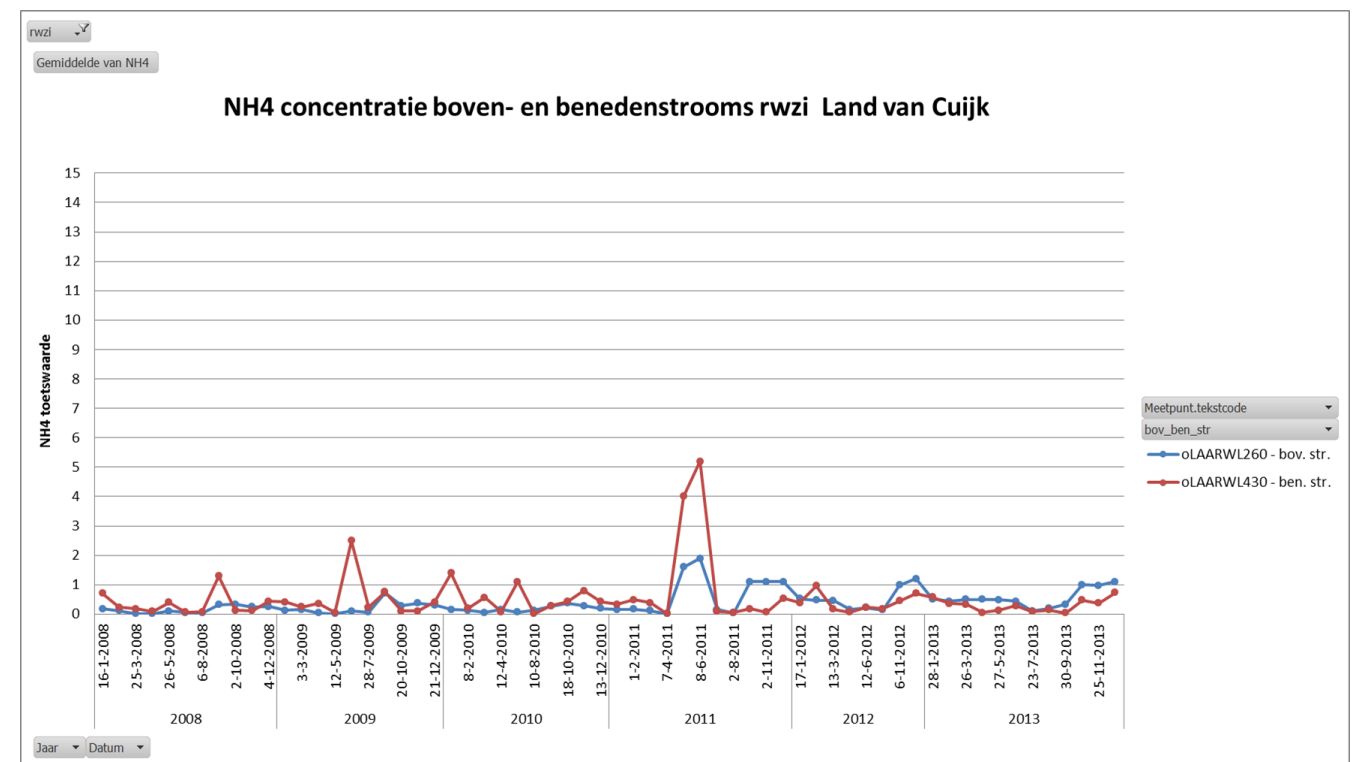
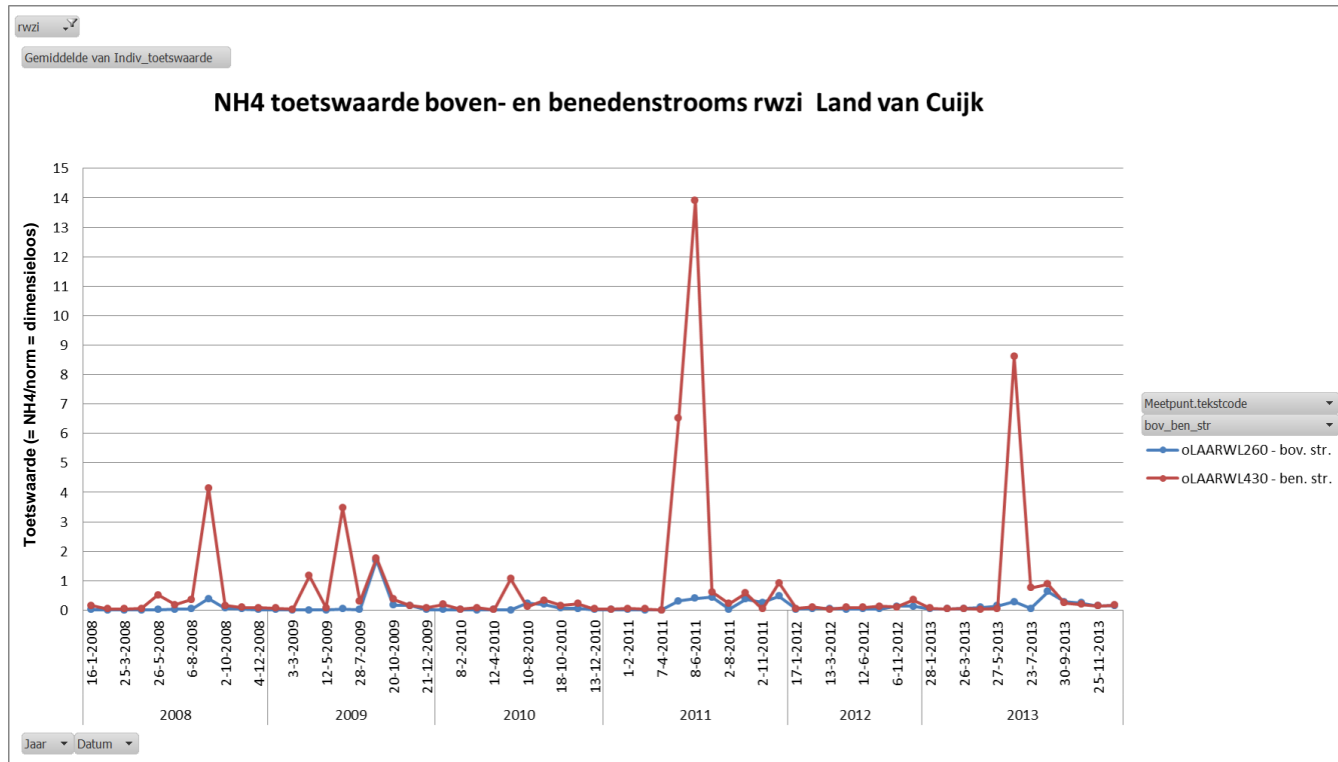
*) : Boven- en benedenstrooms is per rwzi even vaak gemeten en op dezelfde dagen bemonsterd.

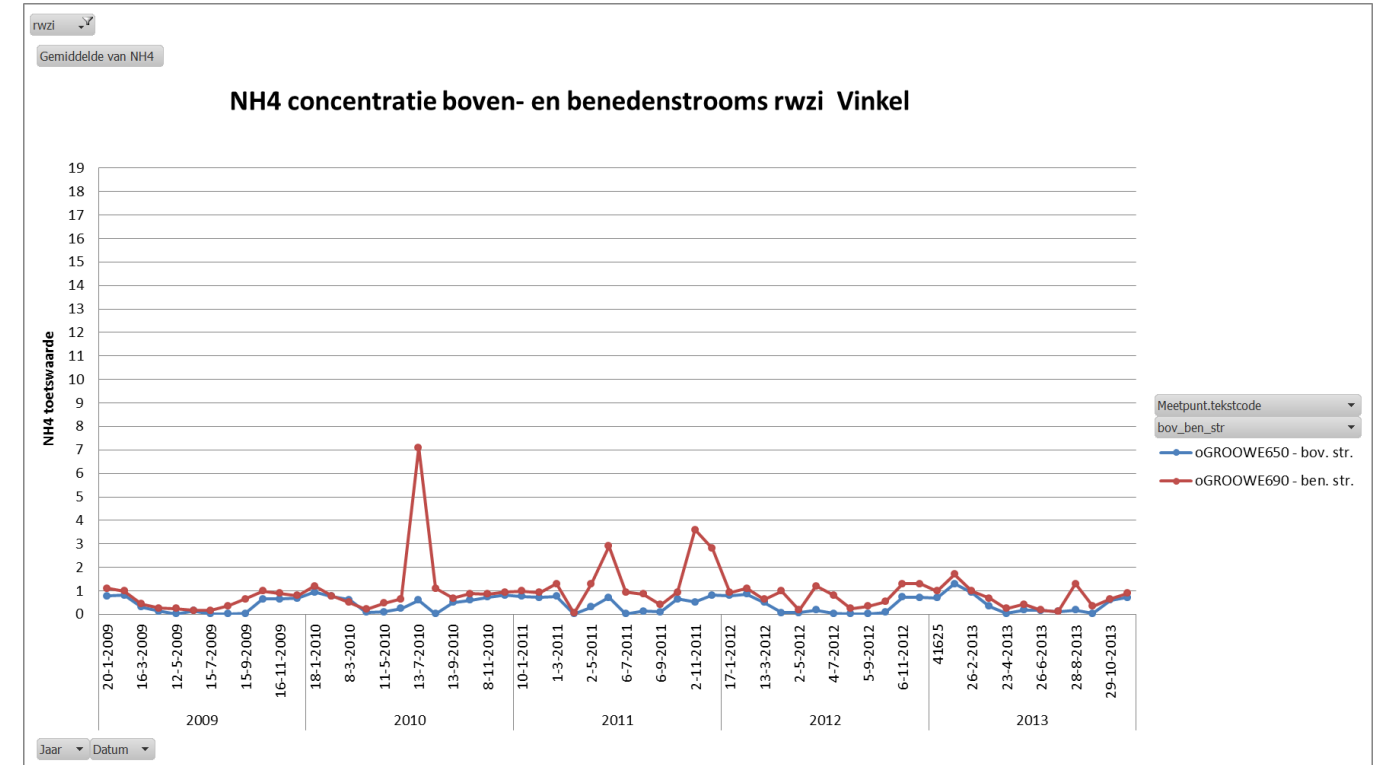
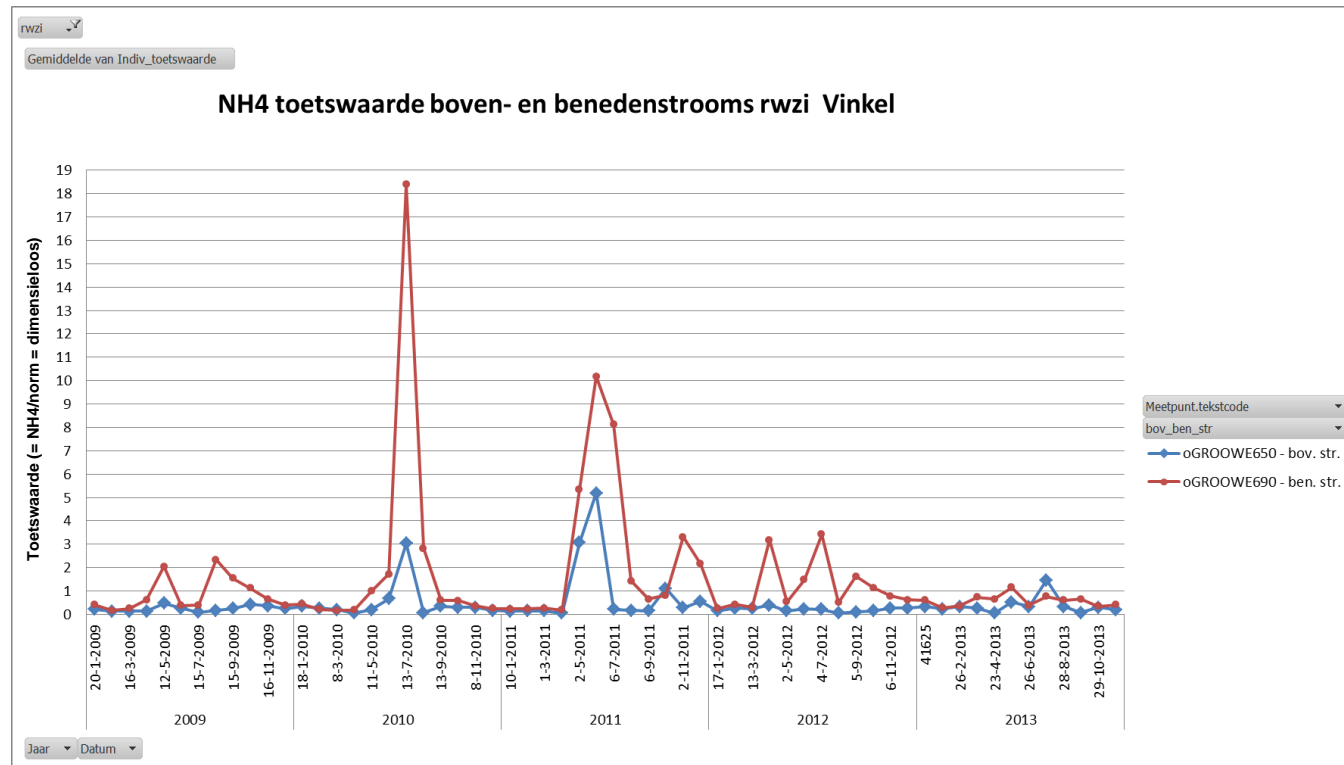
**) : Bij rwzi Asten is voor 2013 meetlocatie oVOBRLO880 niet meegenomen, omdat anders scheef beeld ontstaat (2 bov. mpt versus 1 ben. str. meetpunt).
In de andere jaren konden steeds twee bovenstrooms en twee benedenstrooms meetpunten meegenomen worden.

Bijlage 2A: Vergelijking concentratie NH₄ en toetswaarde NH₄









Algemeen beeld: De pieken worden wat versterkt door de correctie door pH en T. Echter, het beeld blijft voor 4 van de 7 rwzi's gelijk: Hoge waarden na correctie, daar liggen overwegend ook hoge concentraties NH4 aan ten grondslag.

Afwijkingen hierop:

- 1) rwzi Den Bosch: daar is de concentratie gemiddeld niet zo hoog (< 1 mg/l), maar leidt wel tot overschrijding toetswaarde. Geen relatie tussen hogere pH of T benedenstrooms versus bovenstrooms.
- 2) rwzi Land van Cuijk: zie 24 juni 2013. Daar wordt de toetswaarde erg hoog door toedoen van een hoge pH. pH-verhoging kan echter ook effect zijn van effluent. Benedenstrooms wordt in 95% van de metingen) een hogere pH gemeten dan bovenstrooms.
- 3) rwzi Dinther: relatief lage concentraties (< 1 mg/l) worden toch een piek in de toetswaarde als gevolg van hoge pH en/of hoge watertemperatuur. Benedenstrooms wordt in 94% van de metingen) een hogere pH gemeten dan bovenstrooms.

Bijlage 2B: Analyse voorkomen overschrijdingen JGM norm NH₄ in een jaar

Tabel B2B: Vergelijking aantal individuele overschrijdingen boven- en benedenstrooms per rwzi. Een individuele overschrijding is een toetsing van een afzonderlijk monster aan de KRW-norm (gecorrigeerde waarde NH₄ voor T en pH).

Totaal aantal individuele metingen per maand over alle rwzi's:

Locatie meetpunt t.o.v. rwzi	Maand												Eindtotaal
	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Ben. str. rwzi	36	36	39	41	40	41	40	42	38	40	40	41	474
Bov. str. rwzi	36	36	39	41	40	41	40	42	38	40	40	41	474
Totaal alle metingen	72	72	78	82	80	82	80	84	76	80	80	82	948

Periode 2008-2013: Aantal individuele metingen met een overschrijding van de JGM norm (toetswaarde ≥ 1). Gebaseerd op dataset van meetpunten (bov. en ben. strooms per rwzi) welke per rwzi steeds op dezelfde dag zijn bemonsterd, periode 2008-2013:

Locatie meetpunt t.o.v. rwzi	Maand												Eindtotaal
	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Ben. str. rwzi	11	14	15	18	24	30	31	22	23	19	16	17	240
Bov. str. rwzi	0	0	4	3	7	4	13	4	1	6	6	6	54
Totaal alle overschrijdingen	11	14	19	21	31	34	44	26	24	25	22	23	294
<i>Ben. str. rwzi gecorrigeerd voor bov. str. rwzi gelijktijdige overschrijdingen</i>	11	14	11	17	17	27	19	18	22	14	13	11	194

46

Omdat de metingen per rwzi per maand redelijk gelijk verdeeld zijn over de maanden, heeft analyse van procentuele overschrijdingen geen meerwaarde.

N.B.: Het aantal individuele overschrijdingen voor bovenstroomse meetpunten is veel lager dan benedenstrooms (54 versus 235).

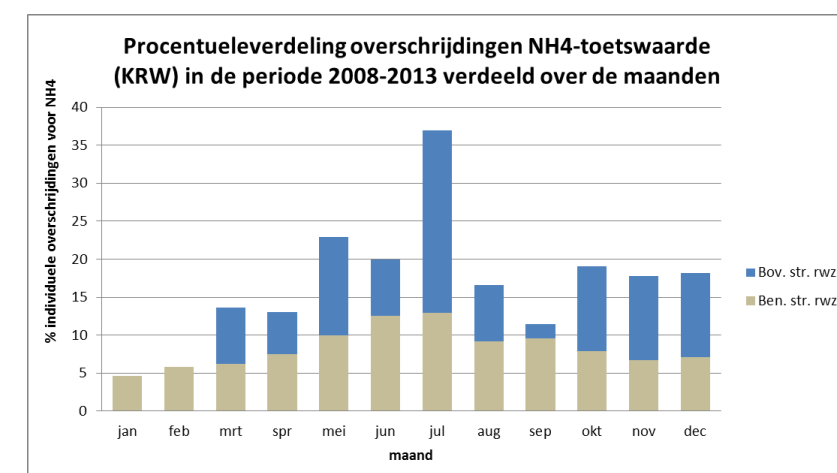
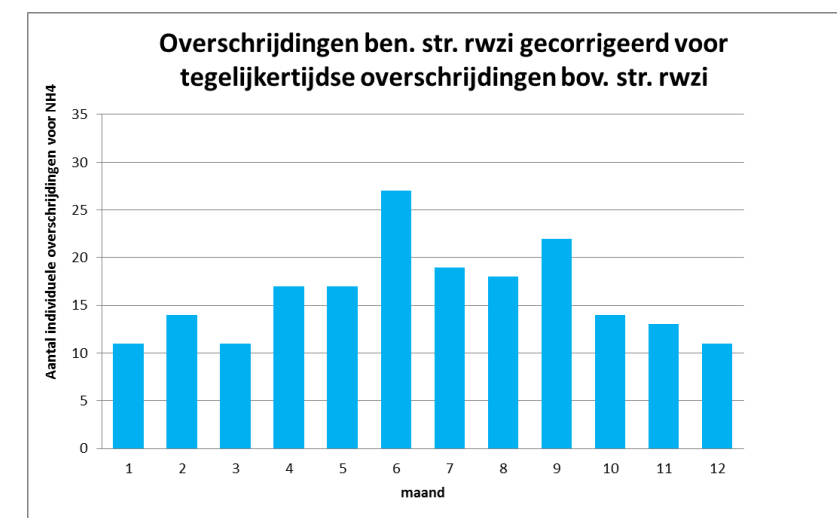
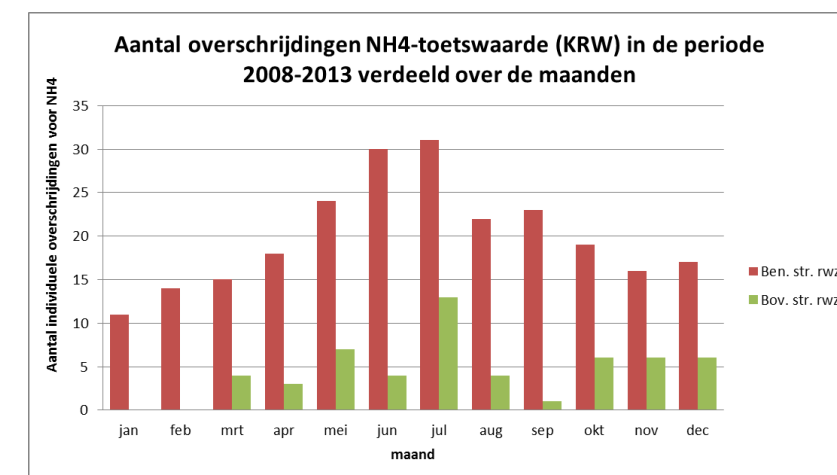
De procentuele bepaling kan als grafiekbeeld een vertekend beeld opleveren.

Uitgesplitst per jaar: Aantal individuele metingen met een overschrijding van de JGM norm. Gebaseerd op dataset van meetpunten (bov. en ben. strooms per rwzi) welke per rwzi steeds op dezelfde dag zijn bemonsterd, periode 2008-2013:

Locatie meetpunt t.o.v. rwzi	Jaar	Maand												Eindtotaal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ben. str.	2008	1	1	1	3	2	4	5	5	2	3	2	3	32
	2009	3	3	3	4	4	3	3	5	5	3	3	3	42
	2010	1	1	2	2	3	5	7	3	3	1	1	2	31
	2011	1	3	3	3	5	7	6	3	2	4	6	5	48
	2012	2	4	3	4	4	6	6	4	7	5	3	3	51
	2013	3	2	3	2	6	5	4	2	4	3	1	1	36
Totaal ben. str.		11	14	15	18	24	30	31	22	23	19	16	17	240
bov. str.	2008	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	5
	2009	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
	2010	0	0	0	0	0	1	5	1	0	1	1	2	11
	2011	0	0	1	1	4	1	2	0	0	3	2	2	16
	2012	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	2	8
	2013	0	0	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	7
Totaal bov. str.		0	0	4	3	7	4	13	4	1	6	6	6	54
Totaal alle overschrijdingen		11	14	19	21	31	34	44	26	24	25	22	23	294

Procentuele verdeling van de overschrijdingen van de JGM norm over de maanden:

Locatie meetpunt t.o.v. rwzi	Maand												Eindtotaal
	jan	feb	mrt	spr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Ben. str. rwzi	5	6	6	8	10	13	13	9	10	8	7	7	100
Bov. str. rwzi	0	0	7	6	13	7	24	7	2	11	11	11	100
Totaal alle overschrijdingen	4	5	6	7	11	12	15	9	8	9	7	8	100



Bijlage 3: Relatie piekconcentraties NH₄ in oppervlaktewater en effluent

Rwzi	Datum	Conc. NH4 OW bov. str.	Conc. NH4 OW ben. str.	Weer	Bevindingen
Aarle-Rixtel	8-jun-2011	0,13	4,9	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT (= Aeratierank)
Aarle-Rixtel	2-nov-2011	0,69	5,8	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Asten	13-jul-2010	0,19 / 0,28	1,4 / 1,6	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Asten	23-okt-2013	0,76	4,6	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet, NH4 in AT niet gemeten (stuk / onderhoud?)
Den Bosch	6-jun-2012	0,38	0,99	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Dinther	13-dec-2011	0,66	4,0	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT 2 (N.B.: niet in AT 1!)
Dinther	22-mei-2013	0,3	4,8	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Land van Cuijk	2-mei-2011	1,6	4,0	geen regen	Proces rwzi: erg onrustig beeld NH4 en hoge waarden over langere periode. Ook bij geen regenval.
Land van Cuijk	8-jun-2011	1,9	5,2	regen	Proces rwzi: erg onrustig beeld NH4 en hoge waarden over langere periode.
Oijen	13-sep-2010	0,19	8,2	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Oijen	2-nov-2011	0,11	9,8	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Vinkel	8-jun-2011	0,71	2,9	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Vinkel	2-nov-2011	0,53	3,6	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Vinkel	13-dec-2011	0,81	2,8	regen	Neerslag en daardoor toename in debiet en toename concentratie NH4 in AT
Aarle-Rixtel	4-apr-2012	0,29	0,39	geen regen periode 4 dagen vóór bemonstering	Geen regen. Veel korte piekjes in influentdebet achter elkaar. Piek in NH4 in AT.
Asten	20-aug-2013	0,14 / 0,60	0,66	regen op 19 augustus	Regen. Wel debietstoenname, maar erg lage NH4 concentratie in AT.
Dinther	12-jun-2012	0,49	0,55	regen op 11 juni	Regen. Piek in debiet en piek in NH4 om 11 uur 's avonds op 11 juni. Niet teruggemeten in OW.
Oijen	1-okt-2012	0,052	0,093	weinig regen op 29 september	Geen regen. Geen verhoogd debiet, redelijk constante lage waarden in AT tussen 0,5 - 2,5 mg/l
Oijen	2-mei-2011	0,052	0,15	weinig regen op 30 april	Geen regen. Geen verhoogd debiet. Metingen NH4 in AT worden als niet betrouwbaar ingeschat door AZ.
Oijen	10-dec-2013	0,074	0,78	weinig regen op 8 december	Geen regen. Geen verhoogd debiet, redelijk constante lage waarden in AT tussen 1,5 - 2,5 mg/l

Concentratie NH4 in AT is gemiddeld hoger dan 1 mg/l

Concentratie NH4 in AT is gemiddeld lager dan 1 mg/l

Op basis van steekproef van 14 piekwaarden gemeten in het oppervlaktewater werd voor 6 rwzi's een 1-op-1 relatie gevonden tussen neerslag, toename debiet en verhoogde concentraties in de AT.

Bij rwzi Land van Cuijk was geen directe relatie te leggen met neerslag. Daar ligt de oorzaak van de verhoogde concentraties in het oppervlaktewater eerder bij de verhoogde waarden NH4 in de AT over een langere periode (storing in proces?).

Daarnaast zijn ter referentie 6 momenten geprikt waar de concentraties boven- en benedenstrooms de effluentlozing laag waren en niet leiden tot overschrijdingen van de toetswaarde:

In 2 situaties bleek er een dag vóór de monsternamen regen gevallen te zijn (Asten en Dinther). Hier werd wel een debietstoenname gezien in de AT.

---> Bij rwzi Asten gaf dit geen piek voor NH4.

---> Bij rwzi Dinther gaf dit wel een piek voor NH4. Deze werd echter niet gemeten (gemist) bij bemonstering van het ontvangende oppervlaktewater.

In 1 situatie (Aarle-Rixtel) was er geen regen gevallen, maar werden er wel veel korte pieken achter elkaar in het influentdebet gemeten. Deze gaven bij elkaar toch een debietstoenname en zorgden voor een piek voor NH4 in de AT.

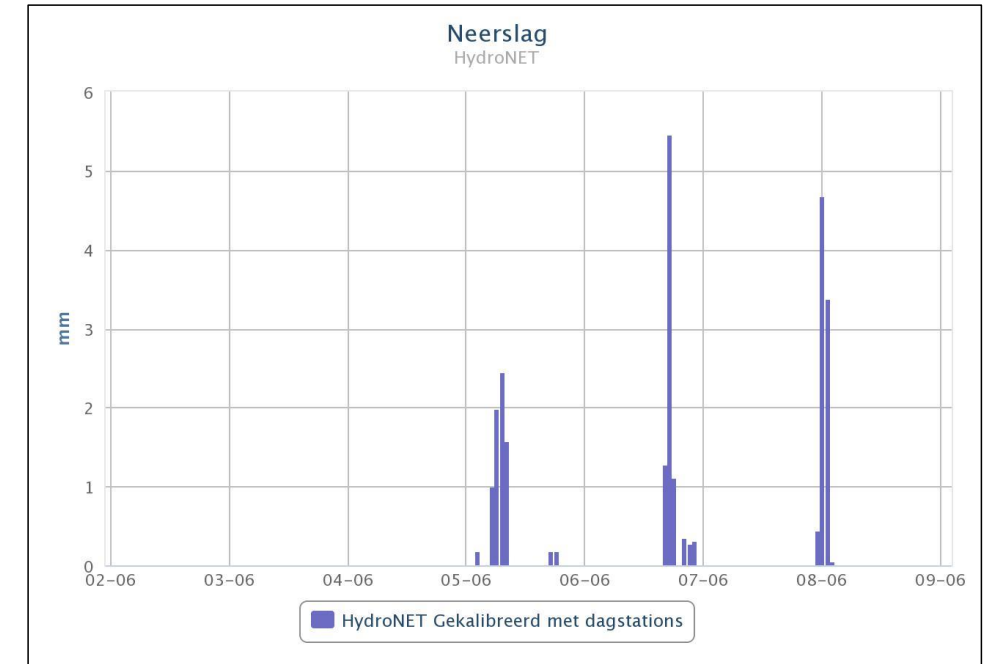
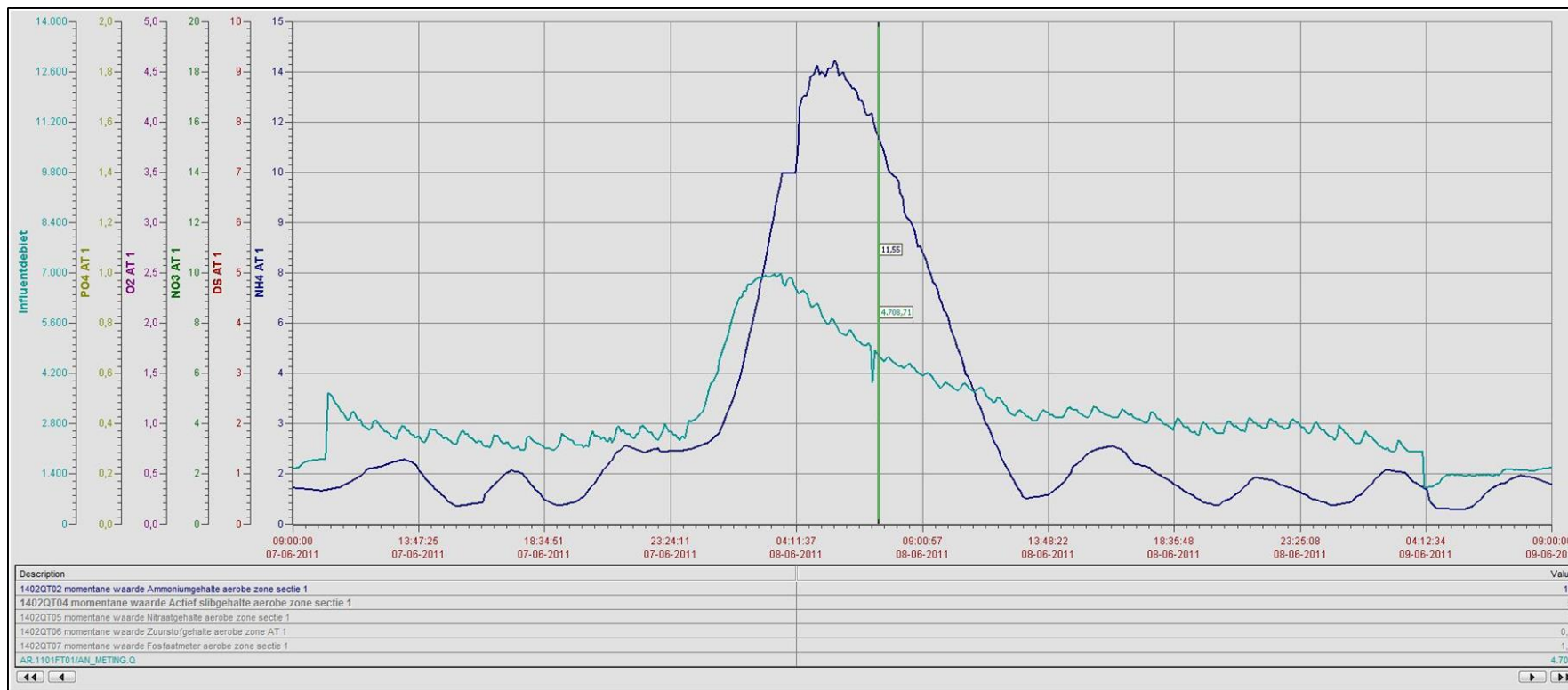
In 2 situaties was er geen regen gevallen (beide oijen), Geen debietstoenname en ook een lage, redelijk constante NH4 concentratie in de AT.

In 1 situatie (Oijen) bleek de meting NH4 niet als betrouwbaar door AZ.

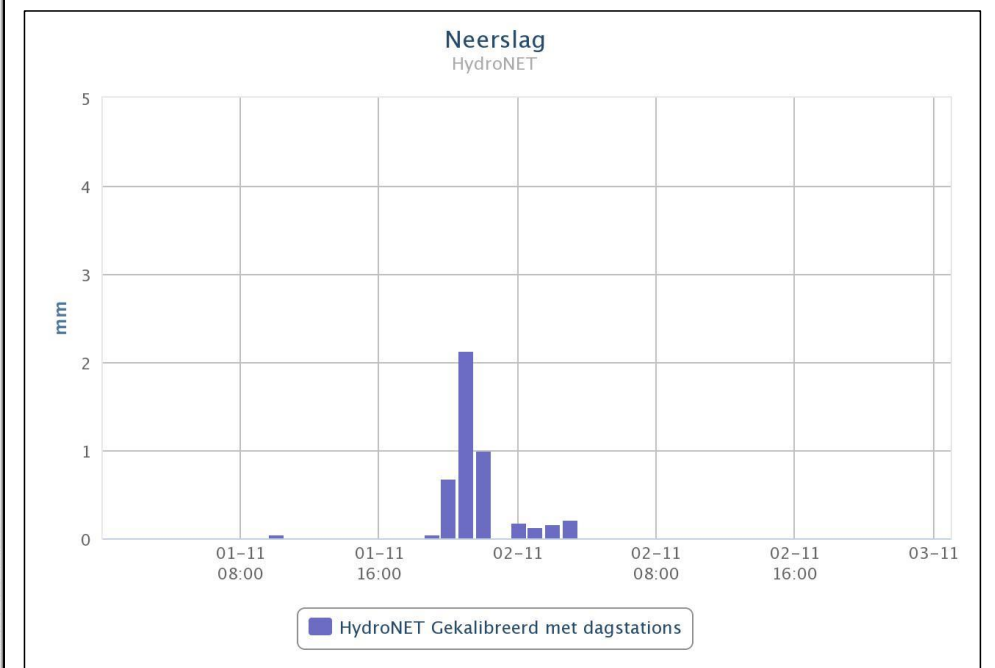
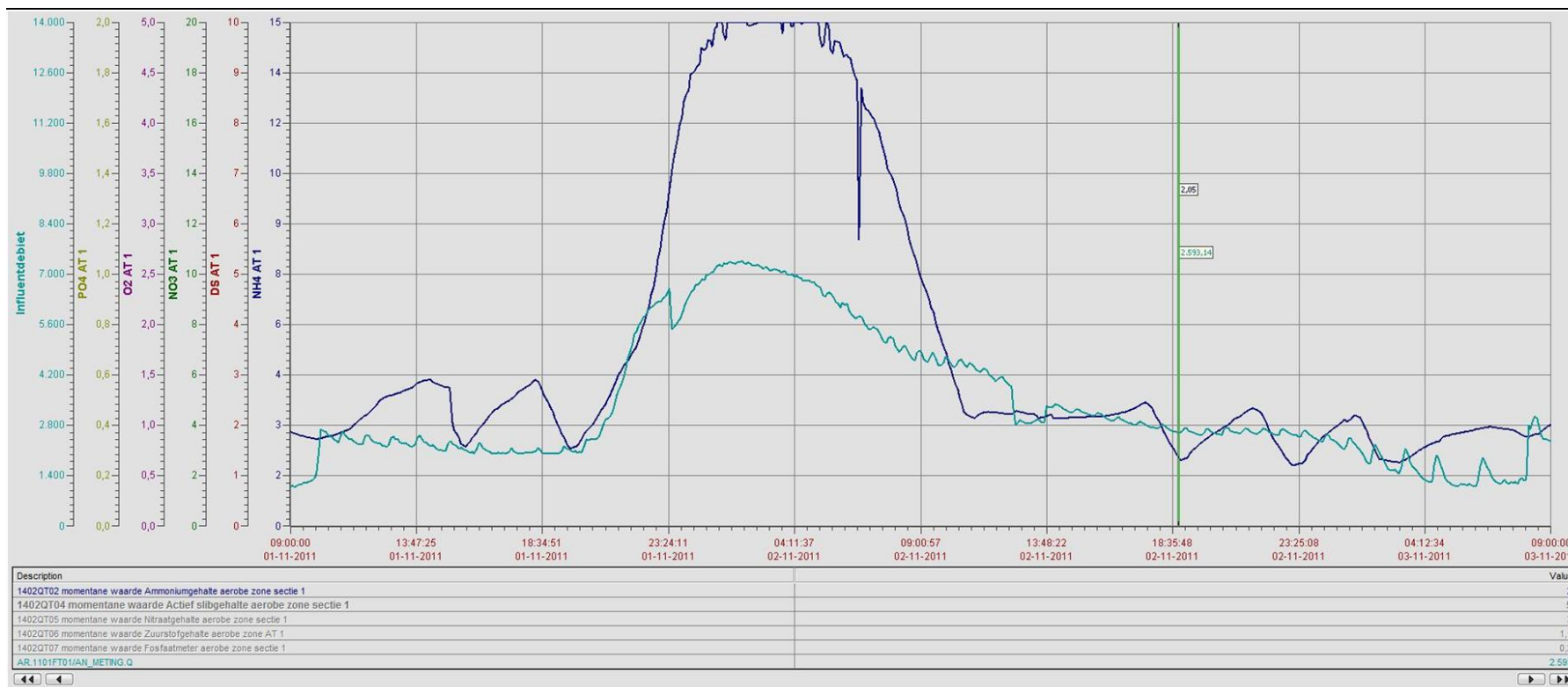
Grafieken NH4 in AT en debiet influent + neerslaggrafieken

Concentratie NH4 in AT is gemiddeld hoger dan 1 mg/l

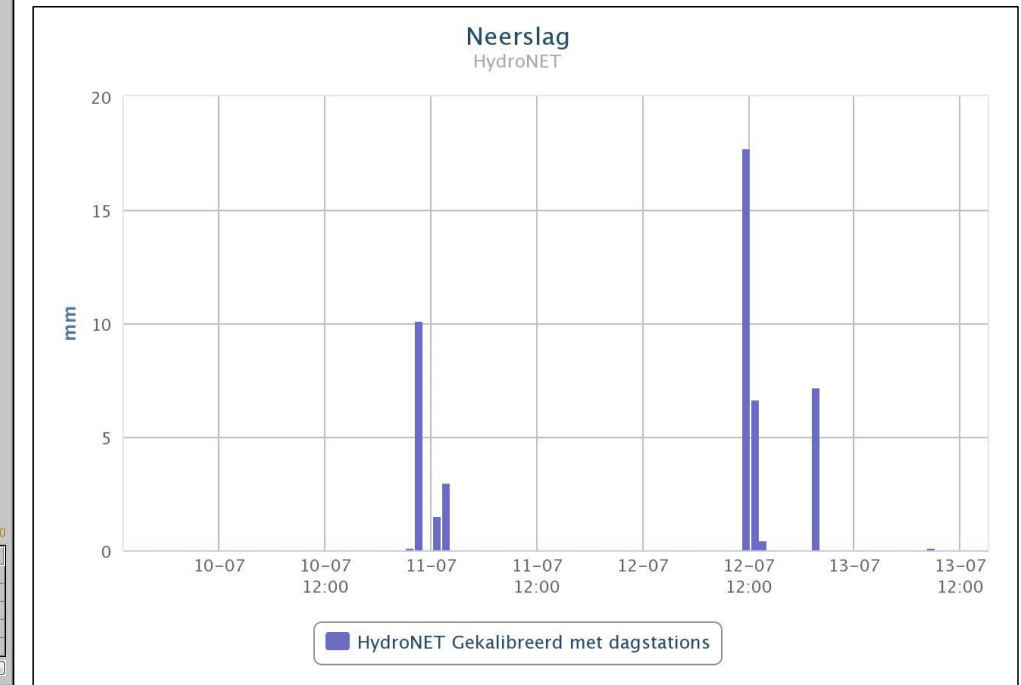
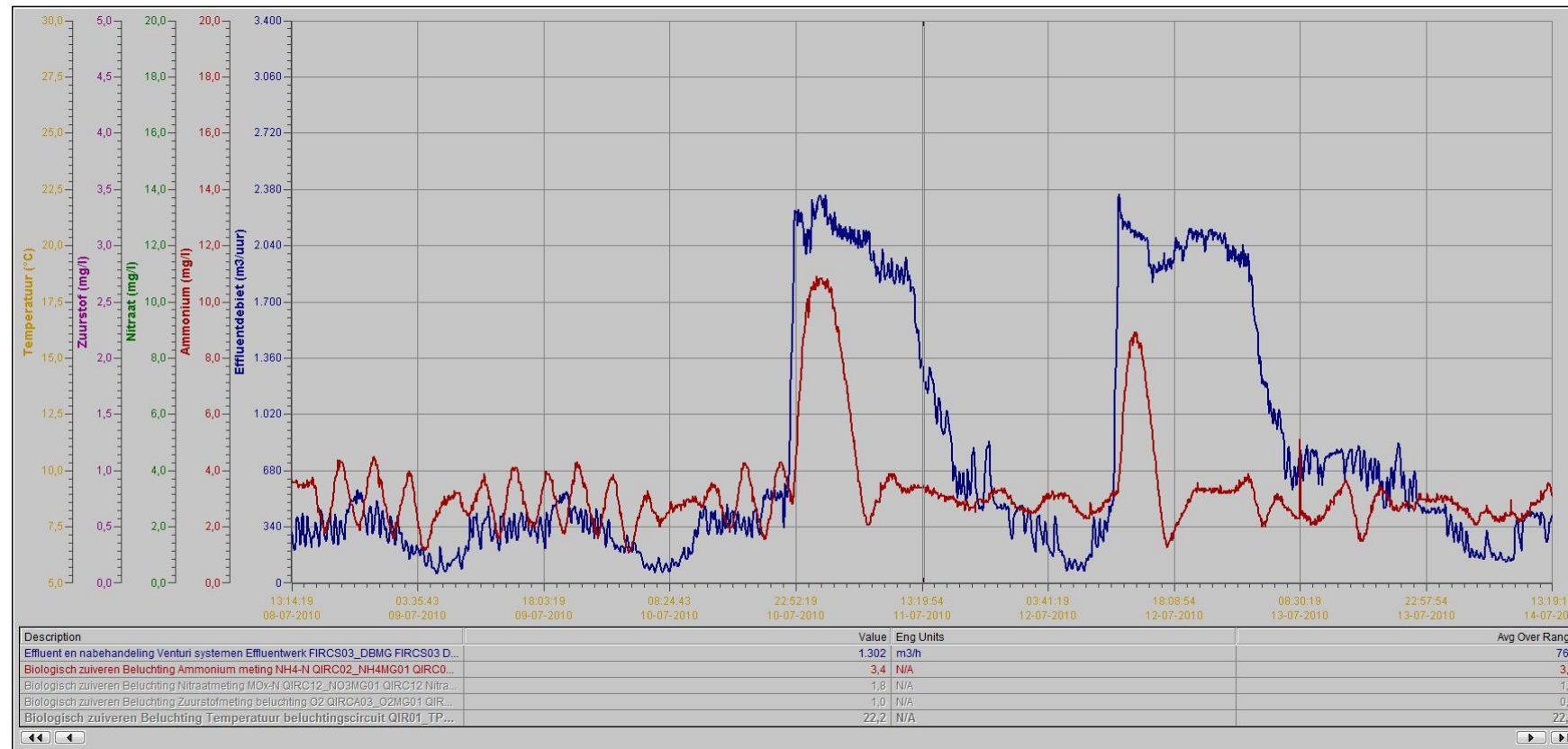
Aarle-Rixtel: piek 8 juni 2011



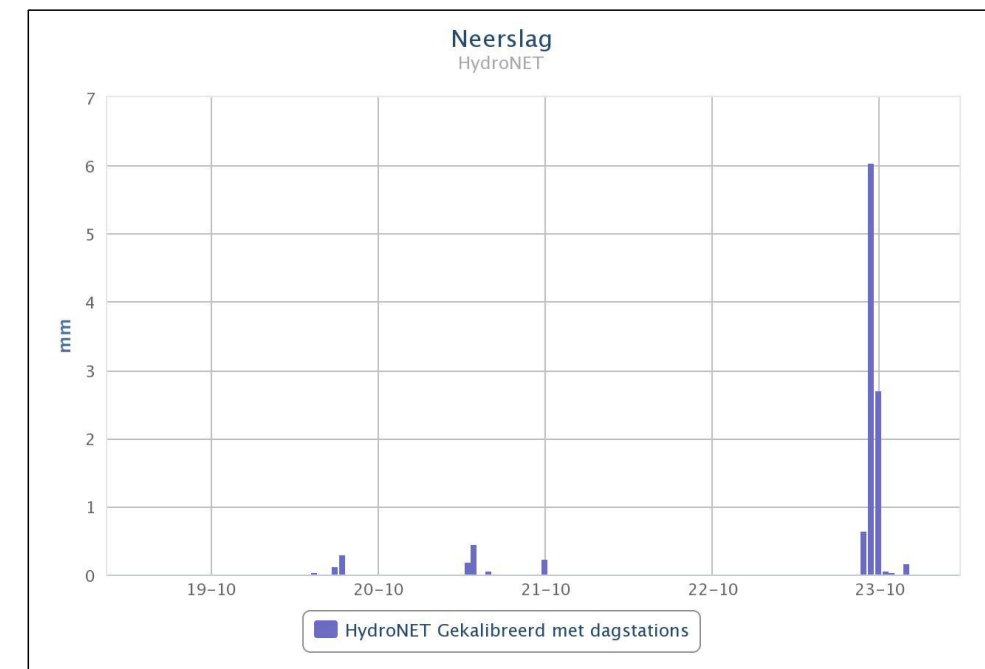
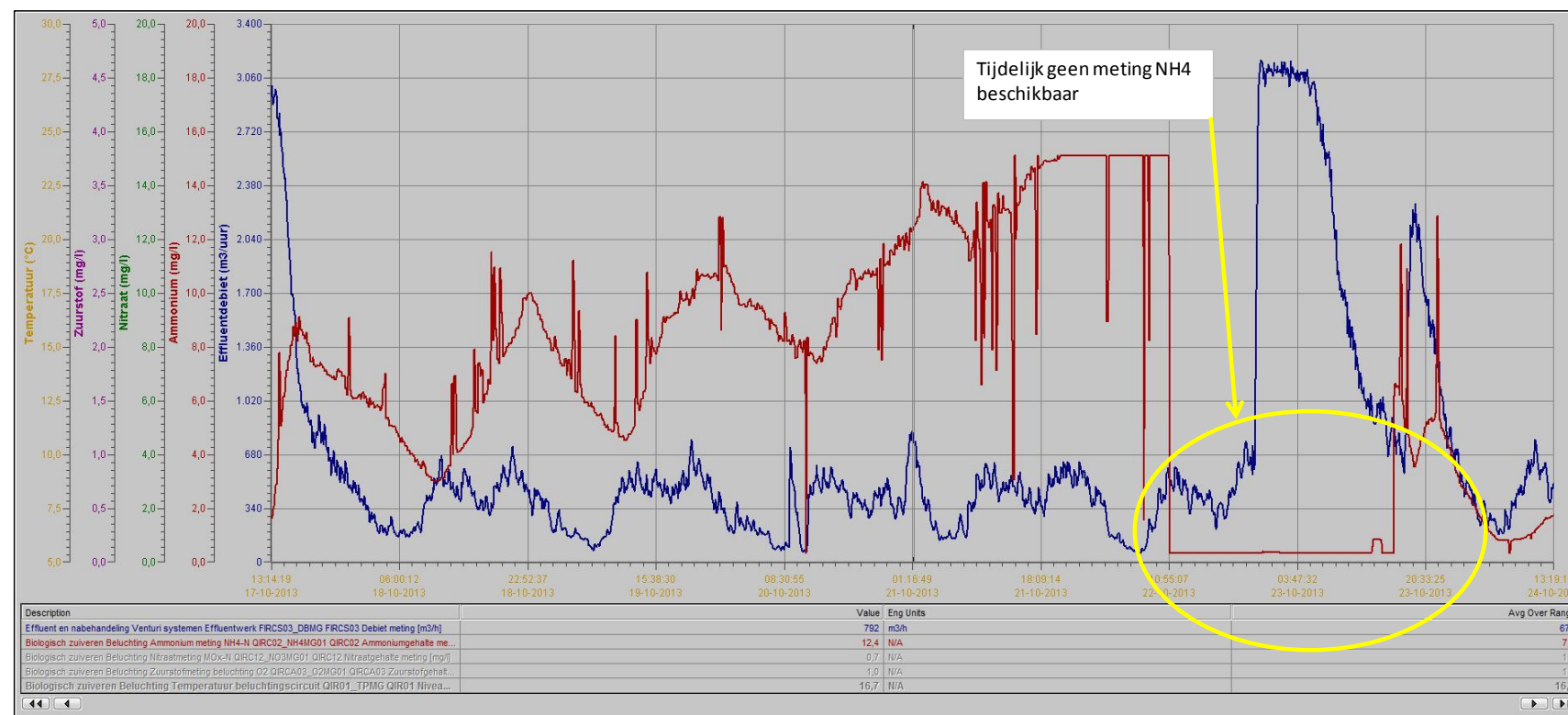
Aarle-Rixtel: piek 2 november 2011



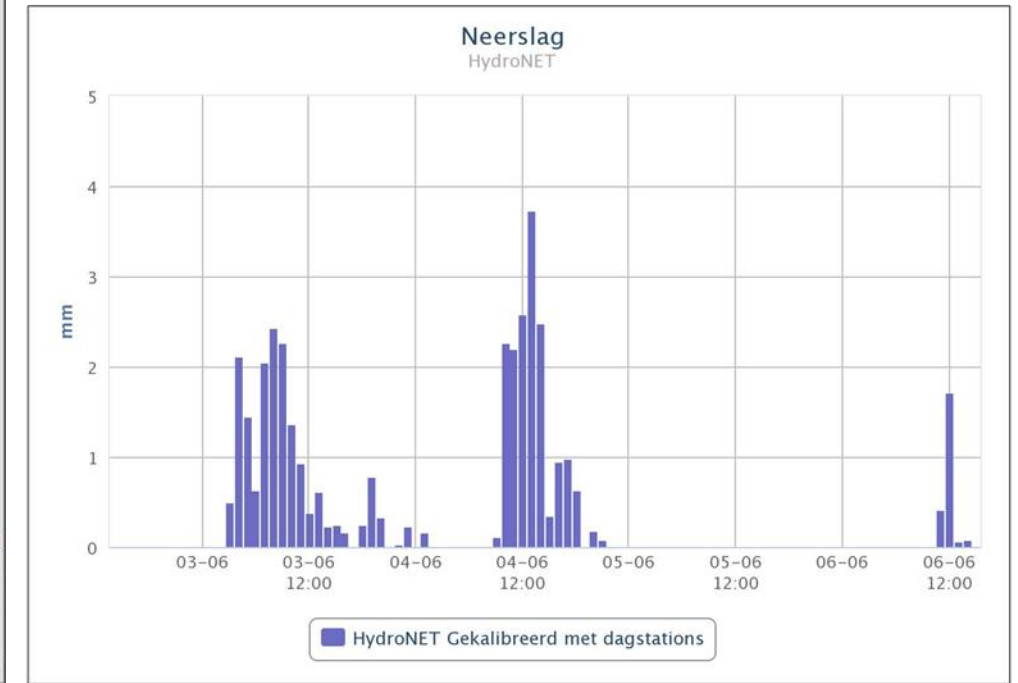
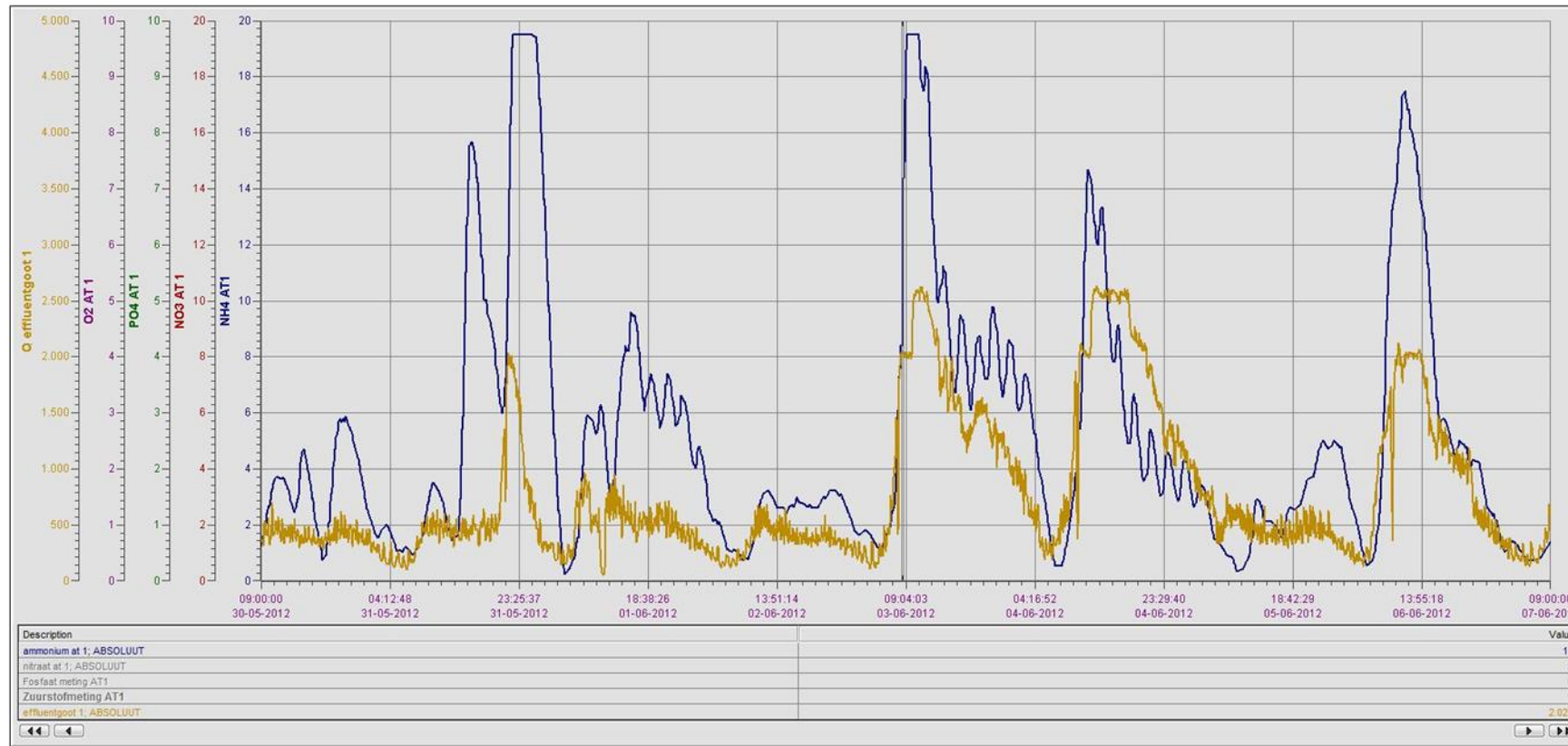
Asten: piek 13 juli 2010



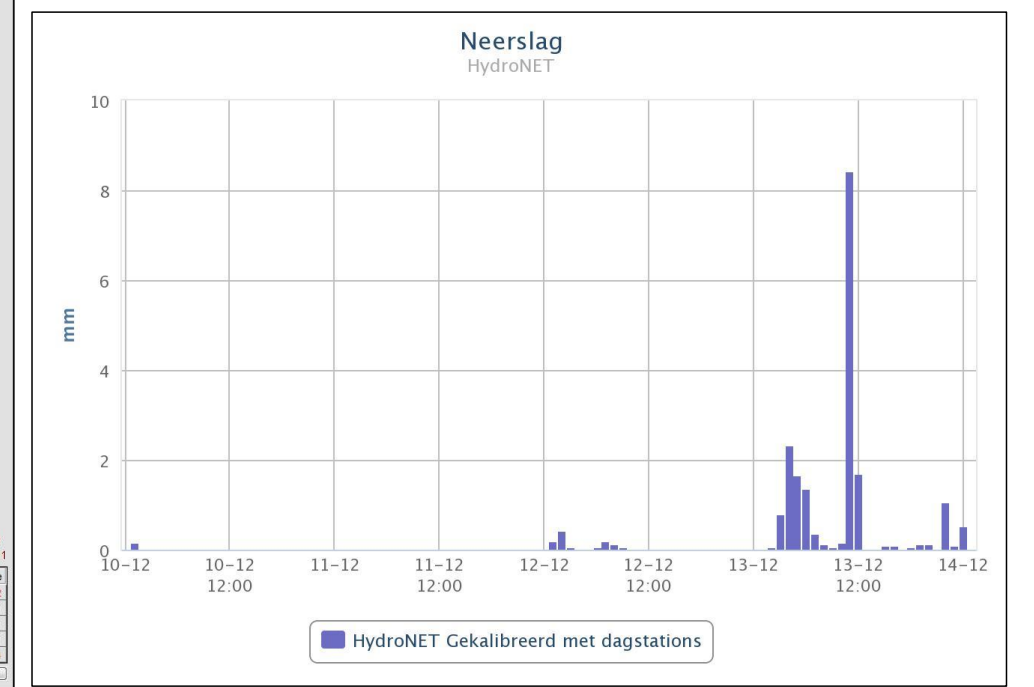
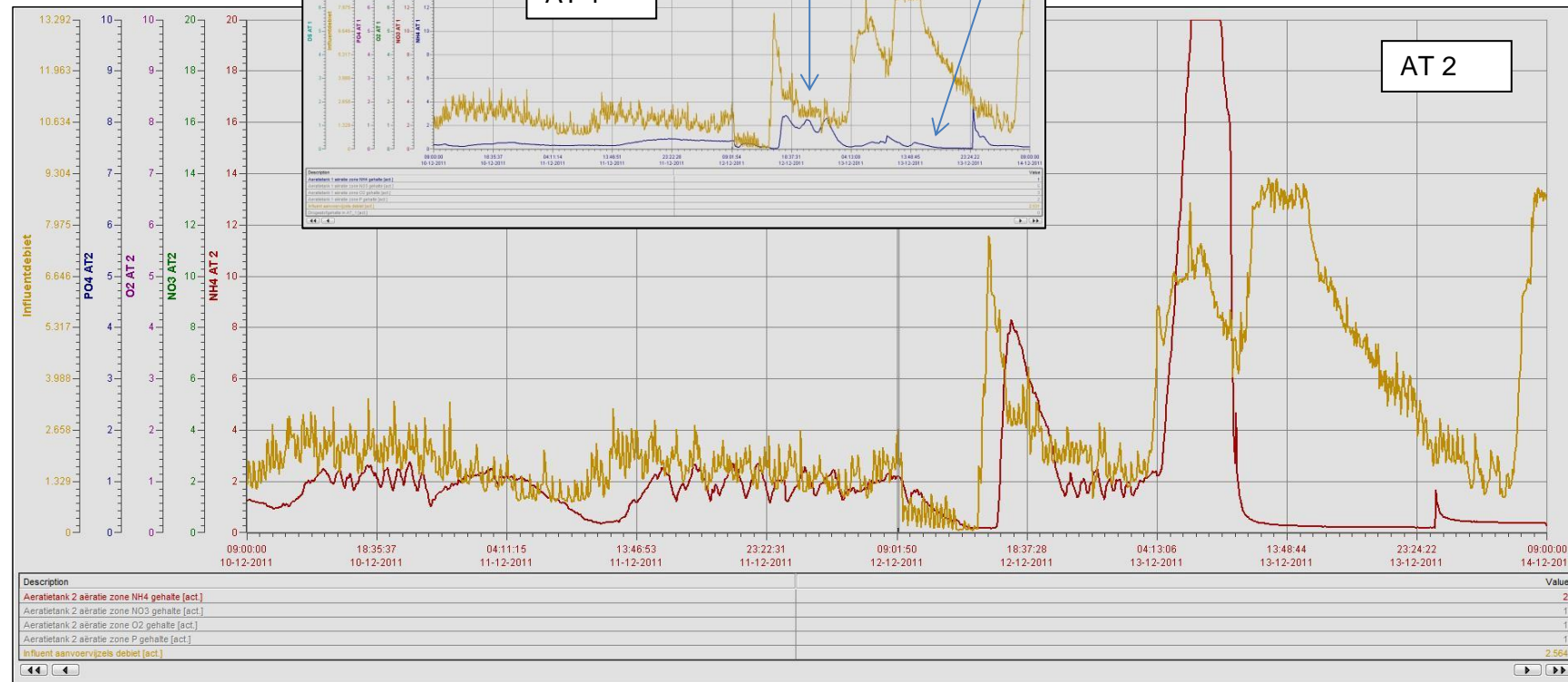
Asten: piek 23 oktober 2013



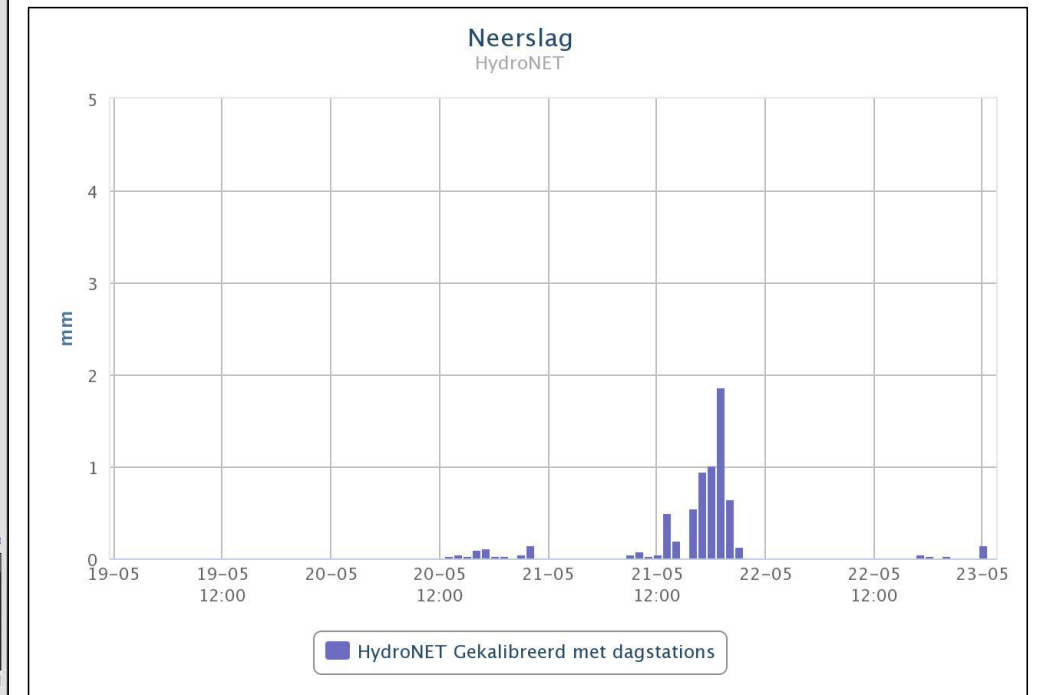
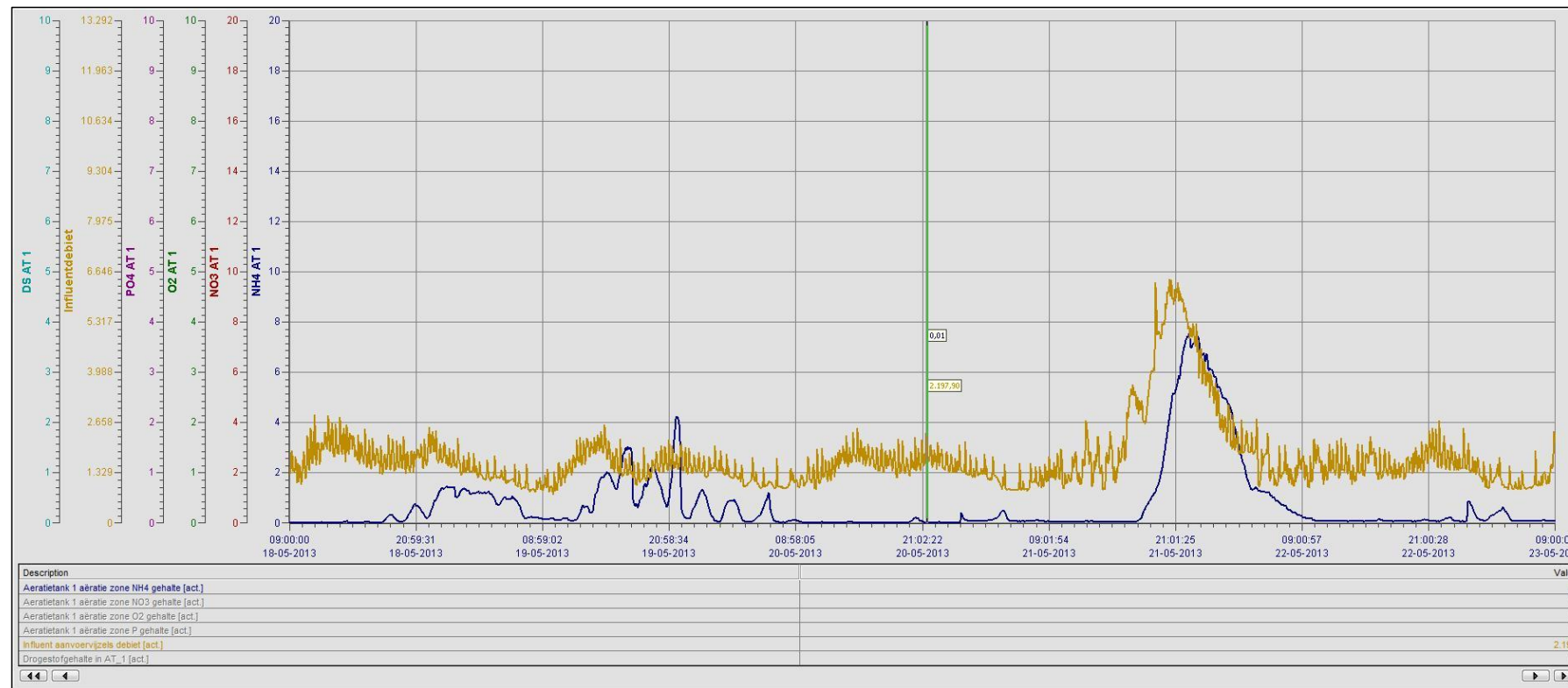
Den Bosch: piek 12 juni 2012



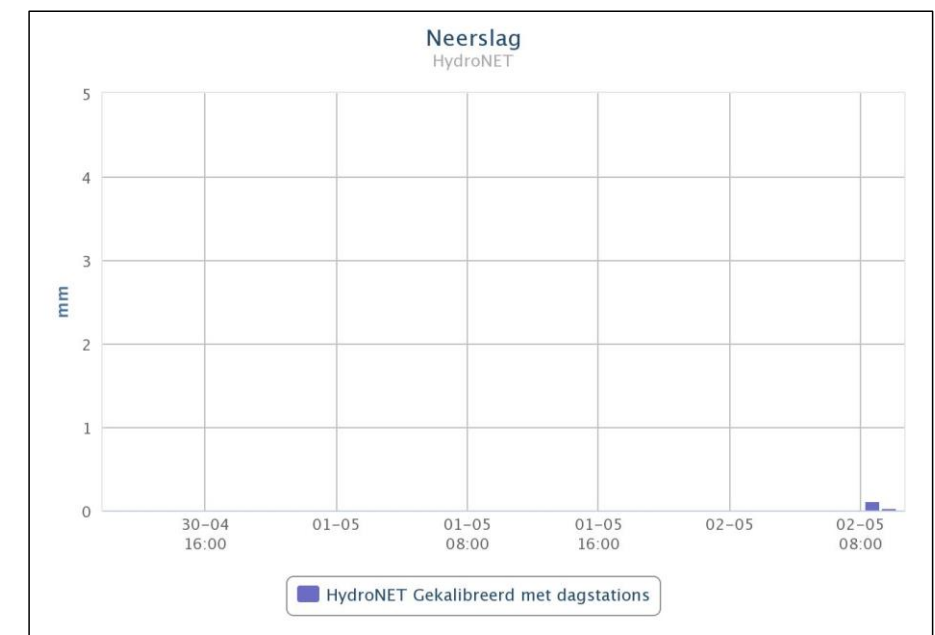
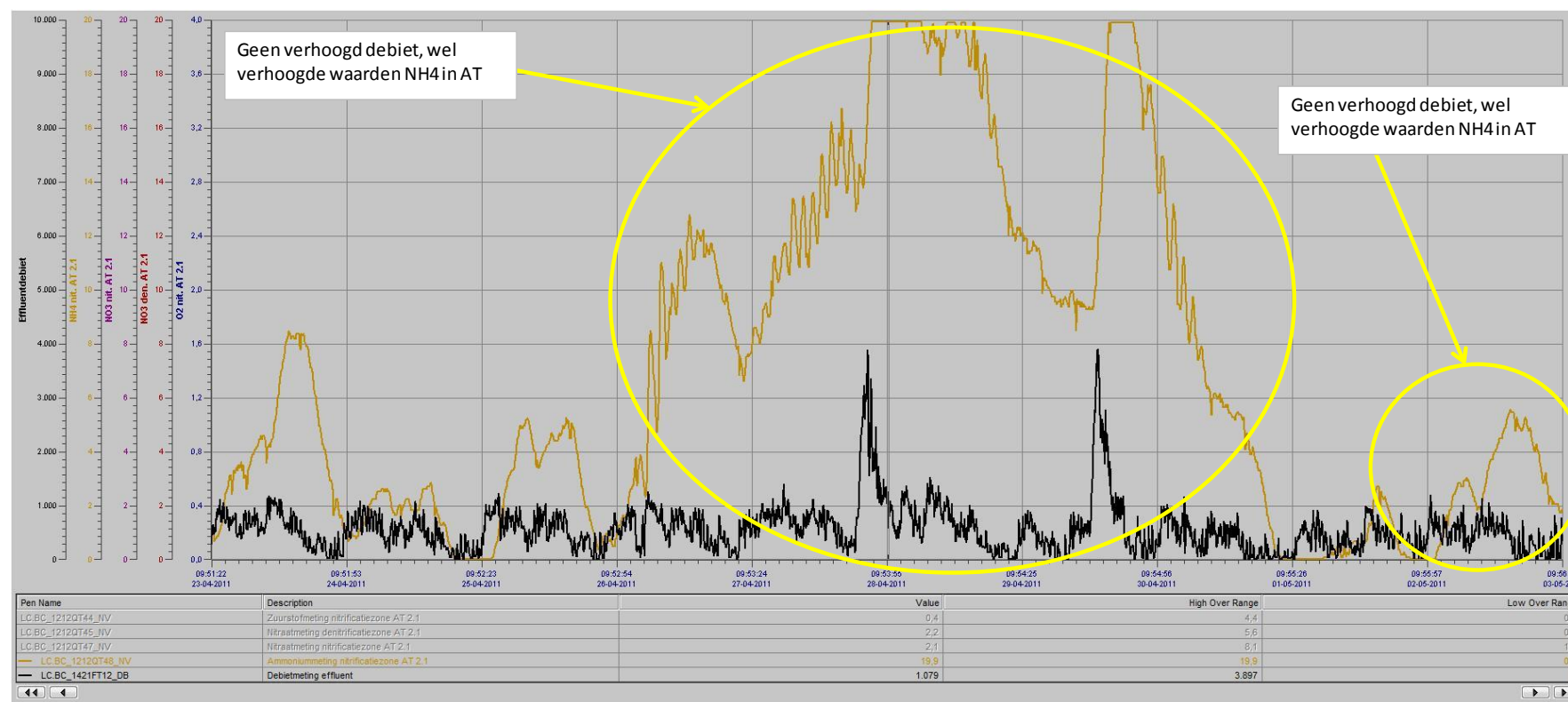
Dinther: piek 13 december 2011



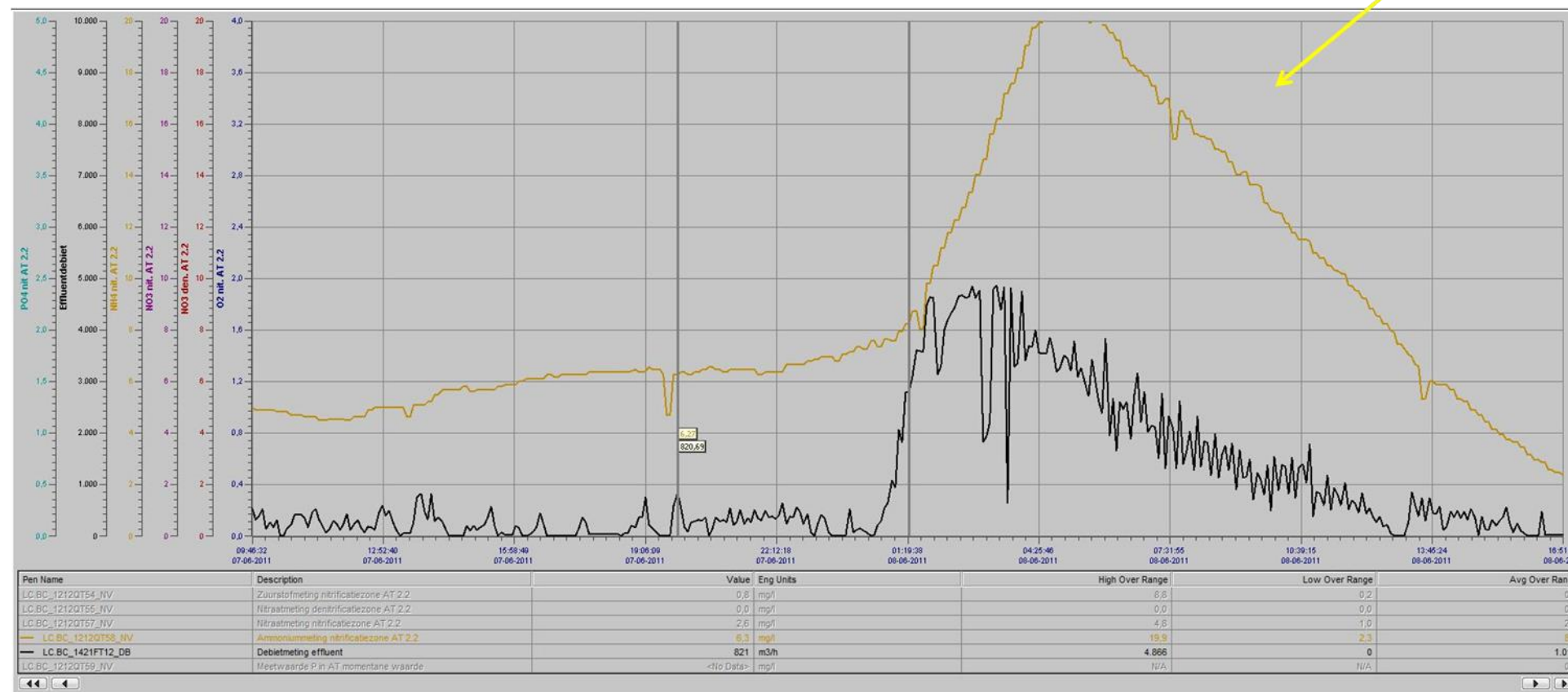
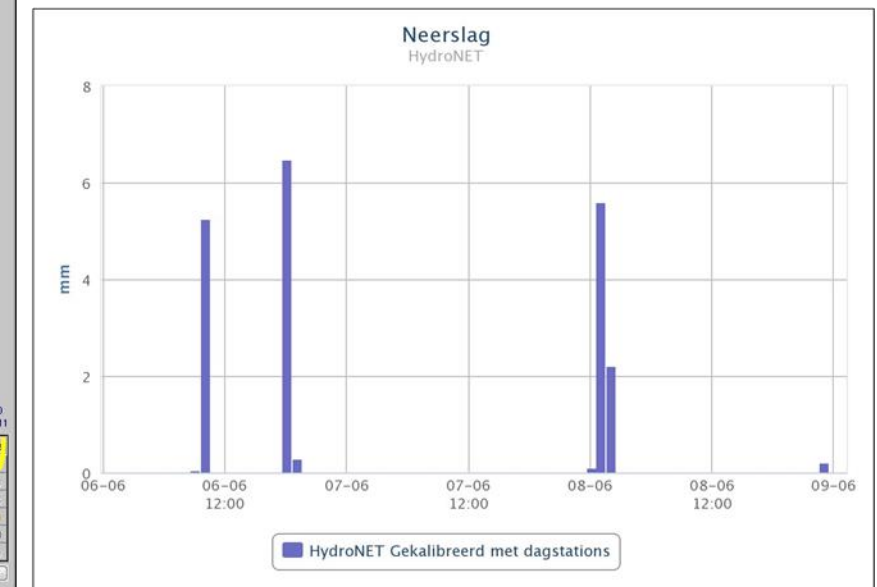
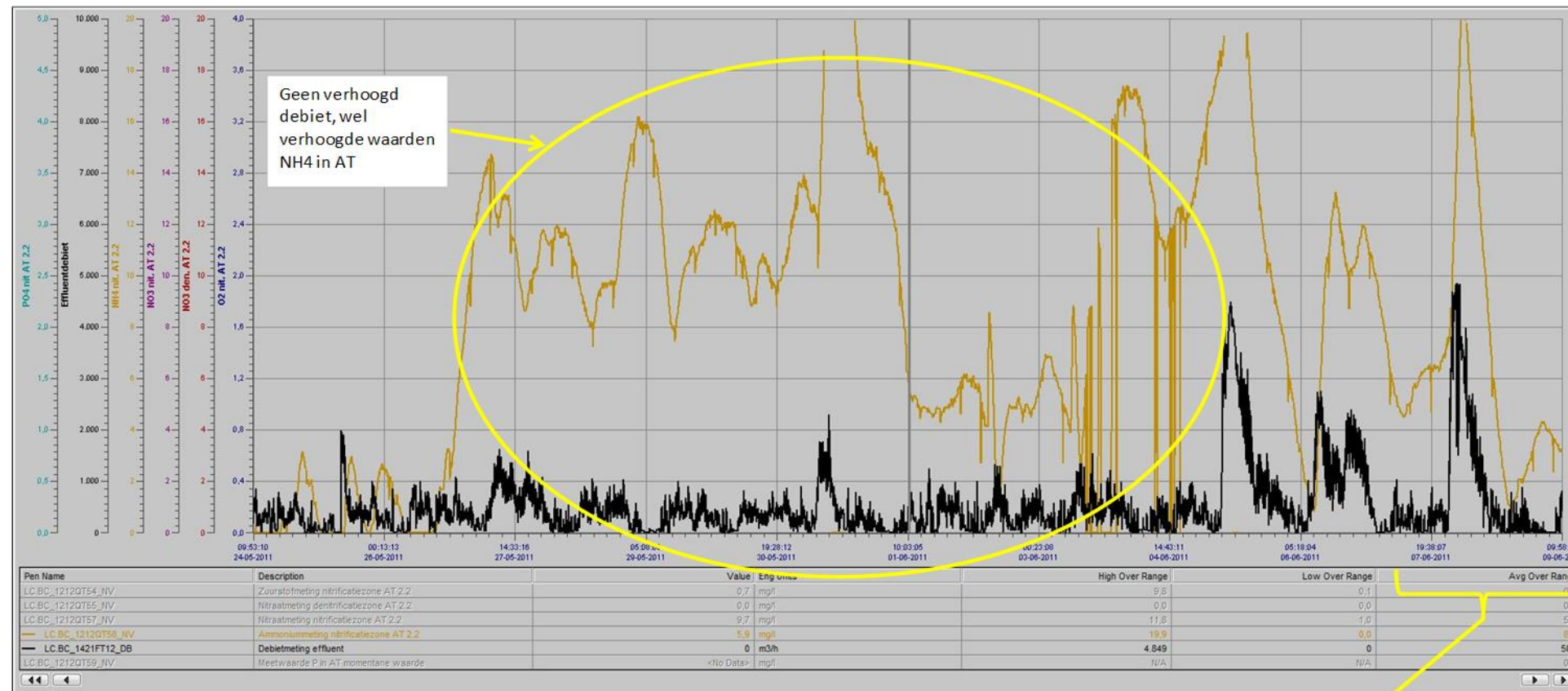
Dinther: piek 22 mei 2013



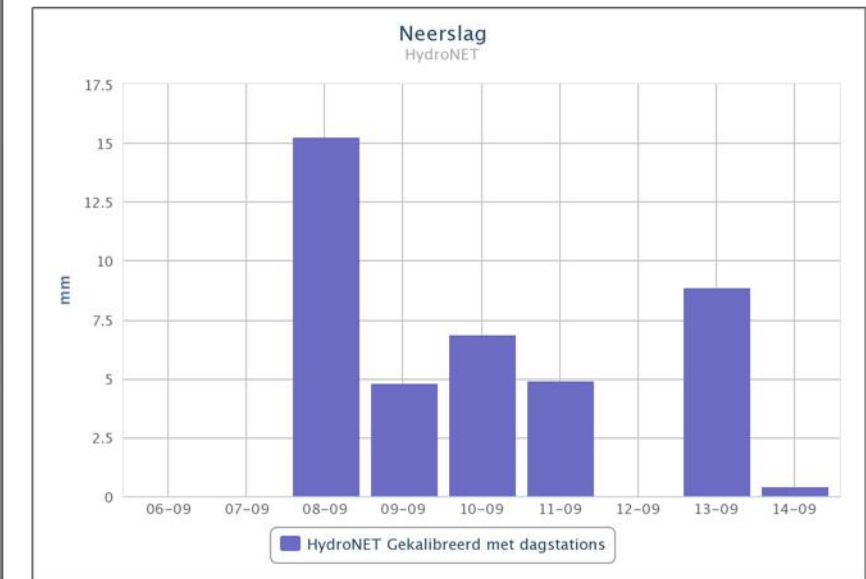
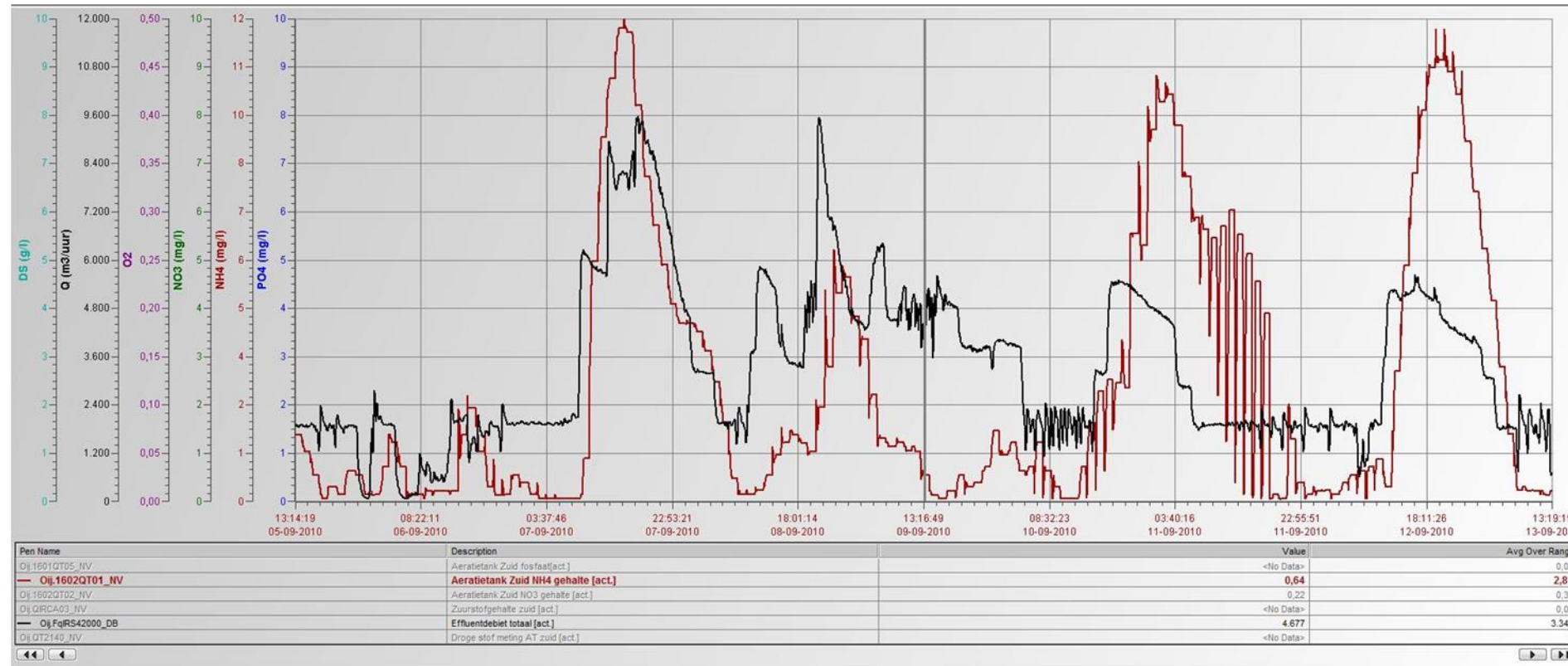
Land van Cuijk: piek 2 mei 2011



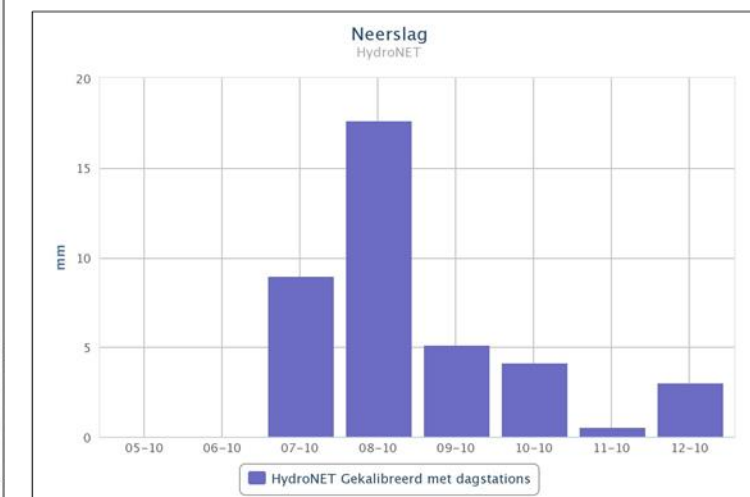
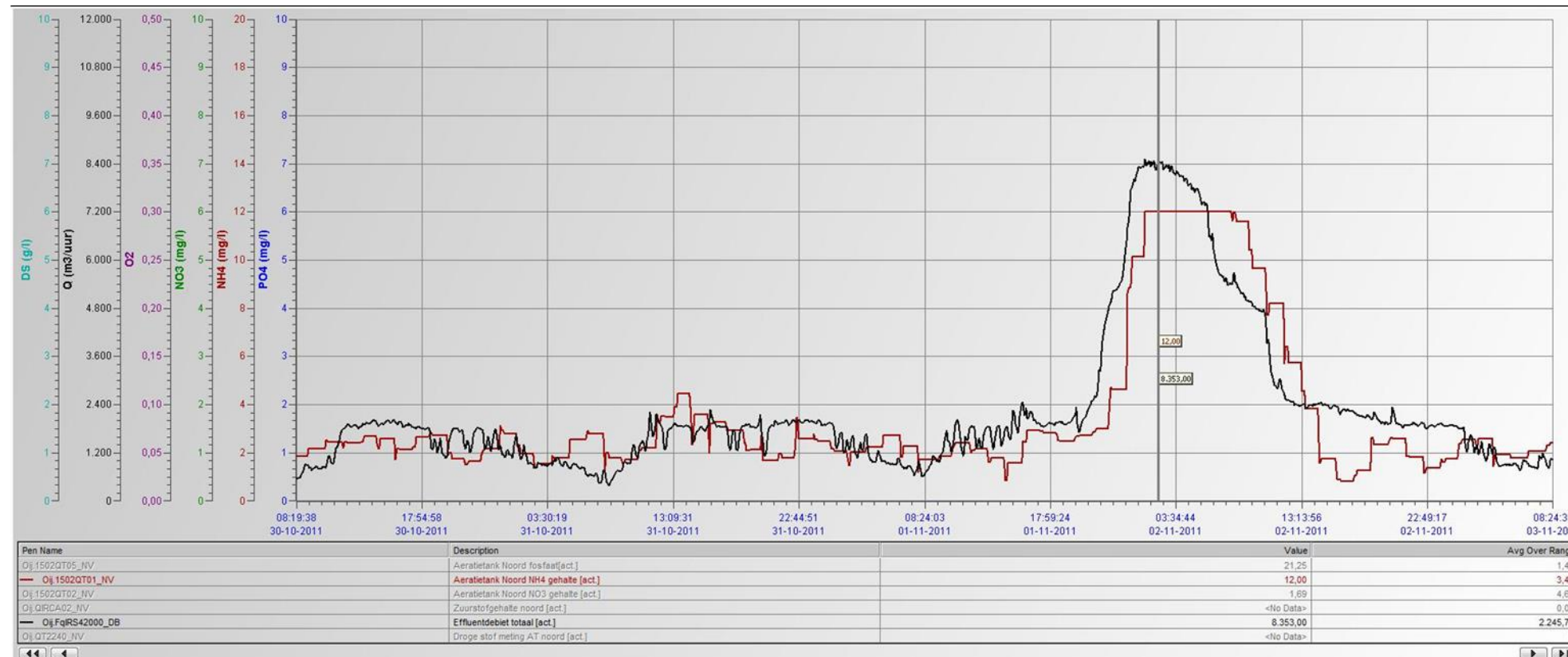
Land van Cuijk: piek 8 juni 2011



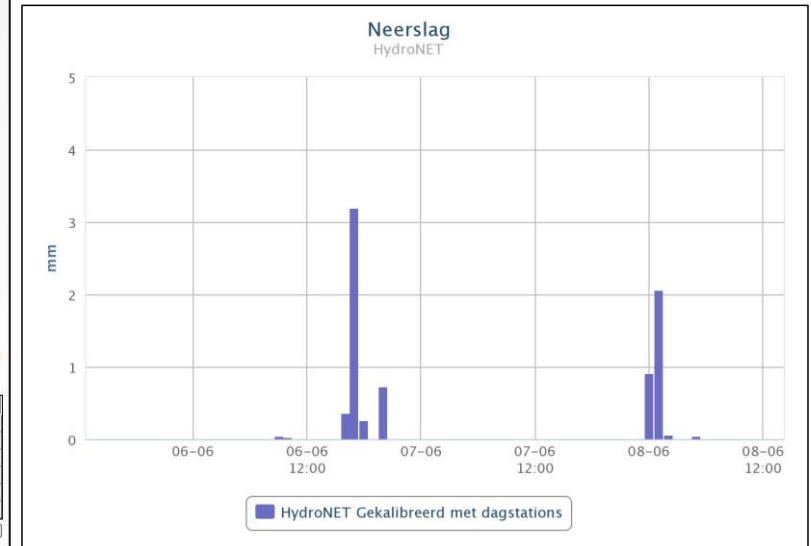
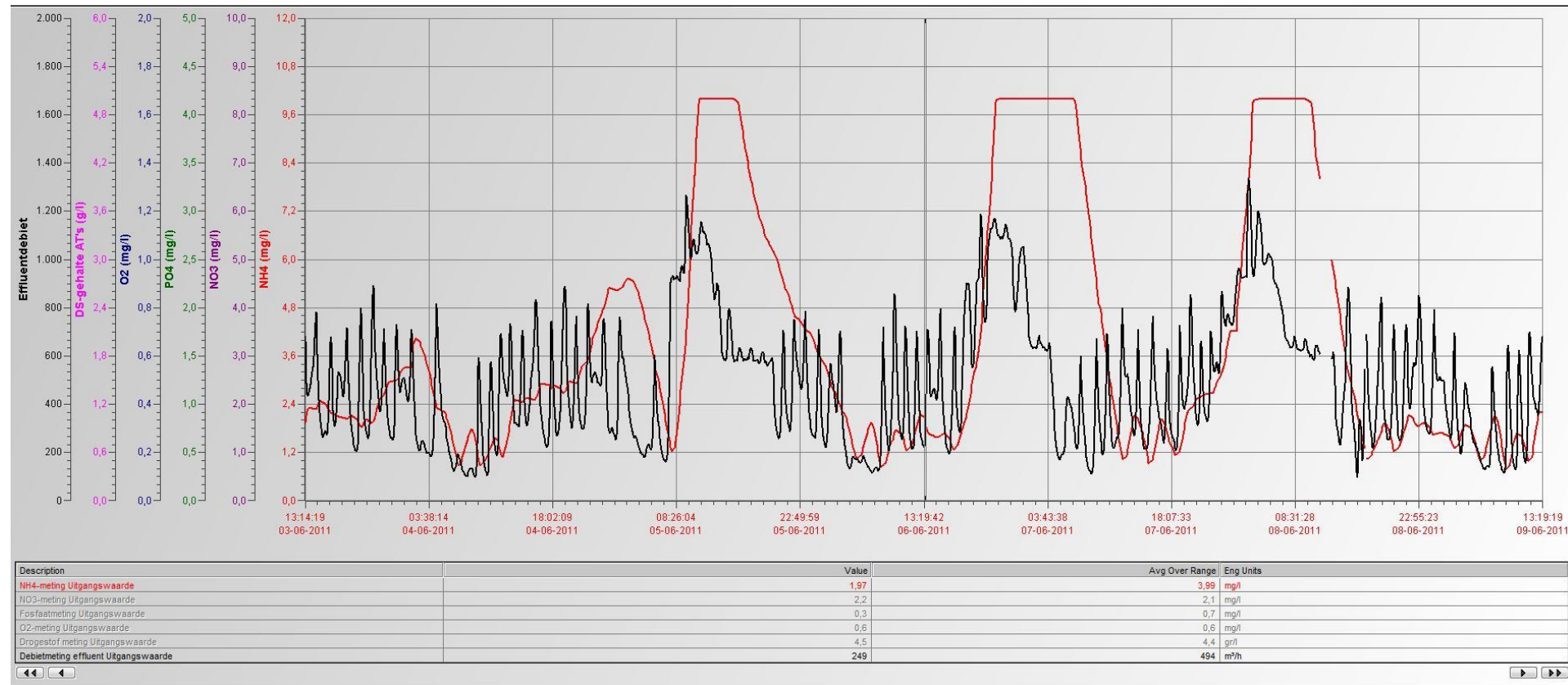
Oijen: piek 13 september 2010



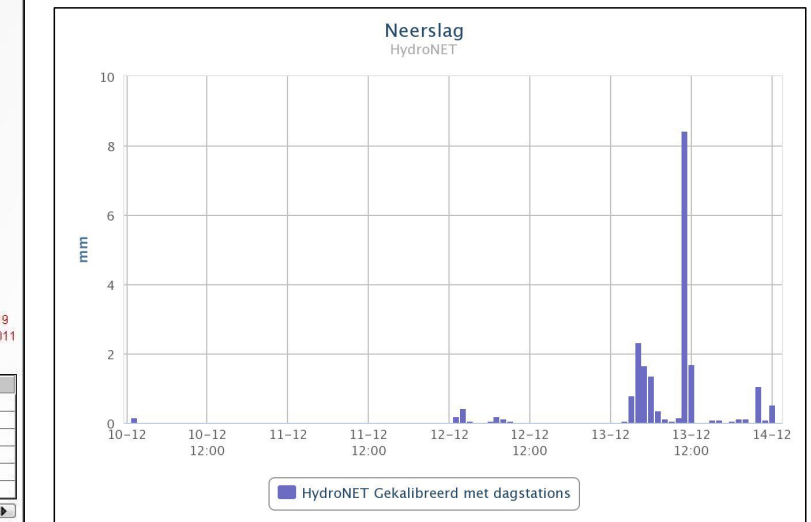
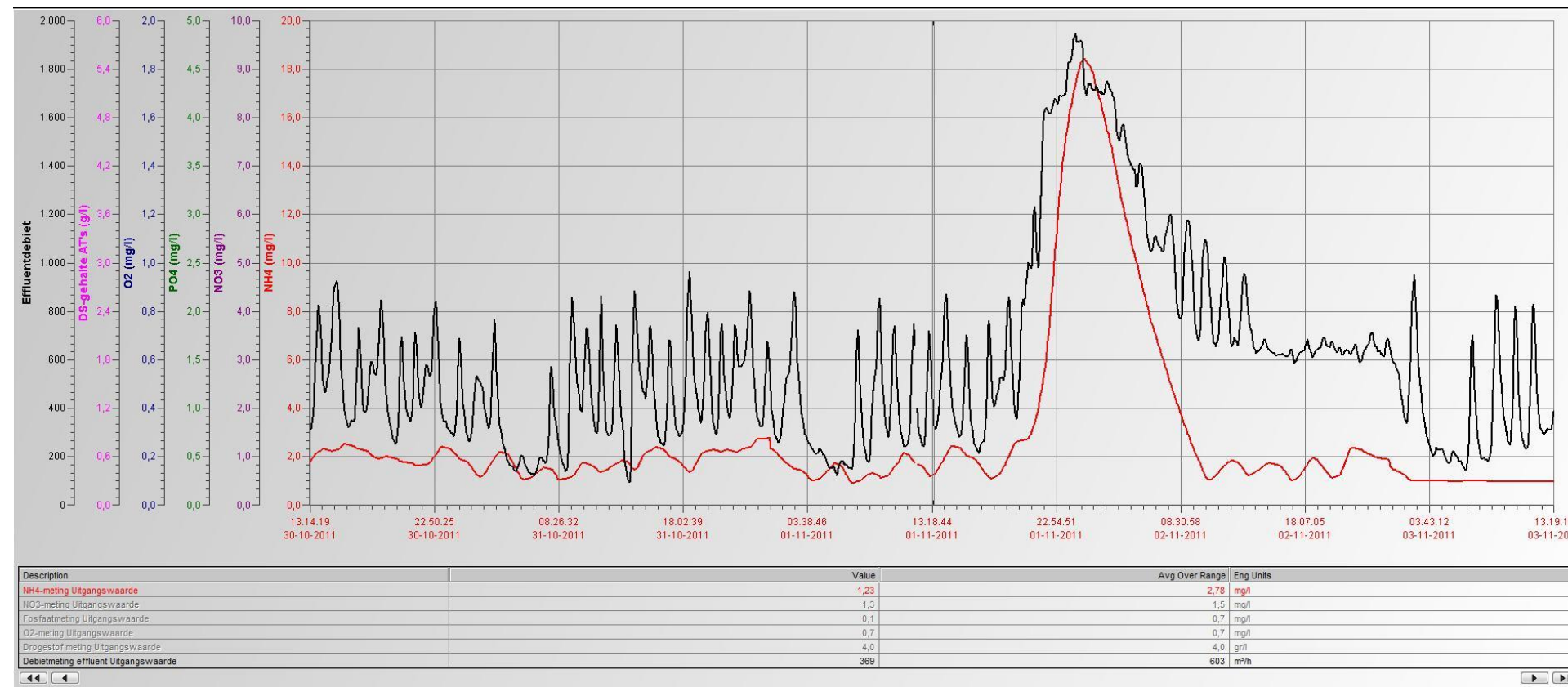
Oijen: piek 2 november 2011



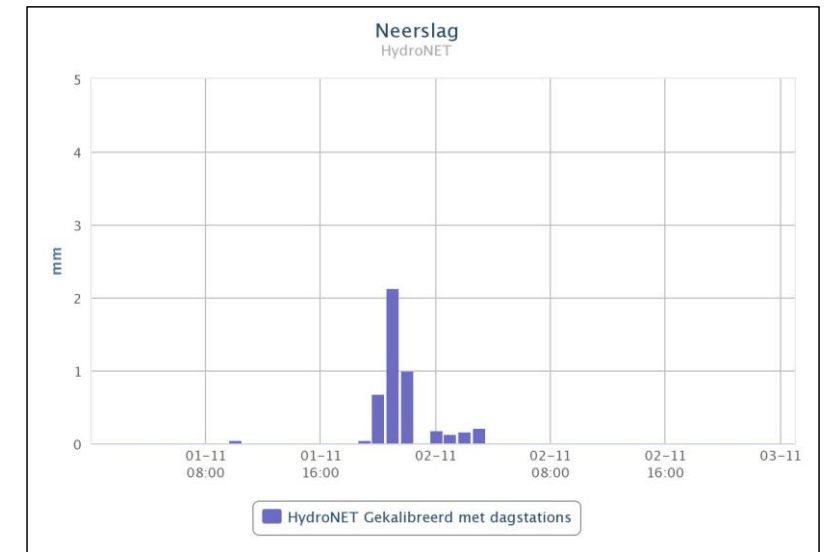
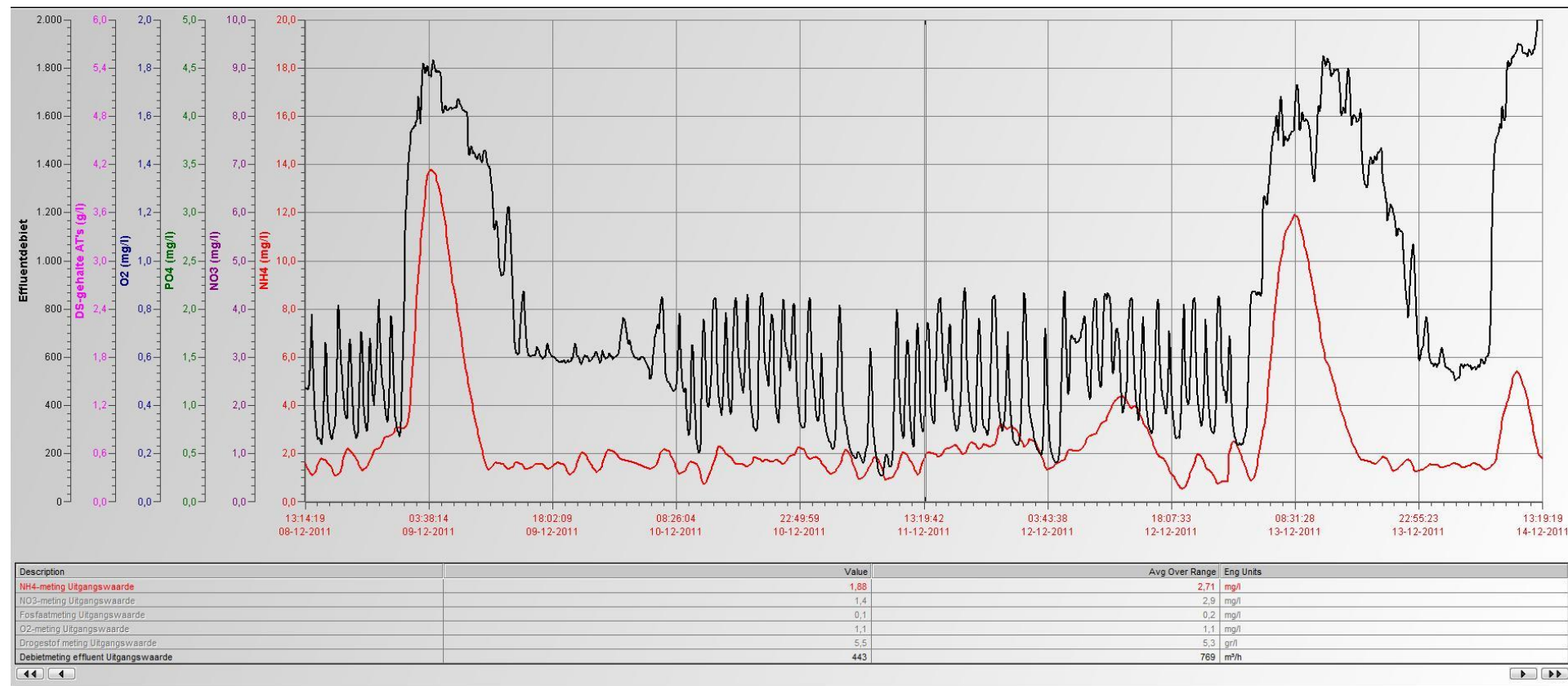
Vinkel: piek 8 juni 2011



Vinkel: piek 2 november 2011

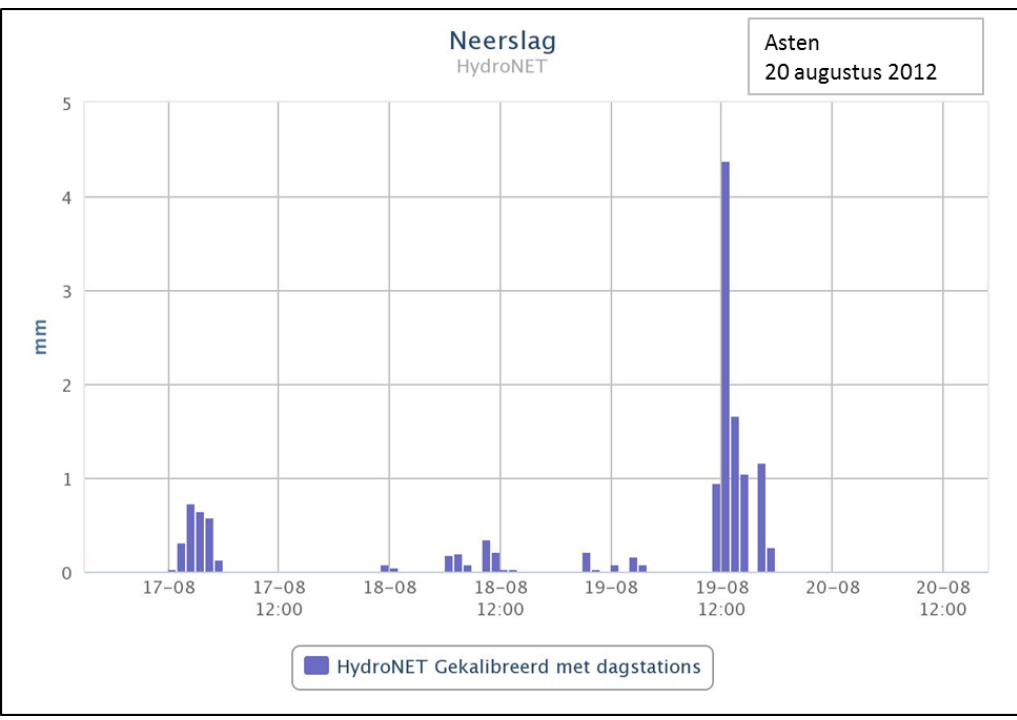
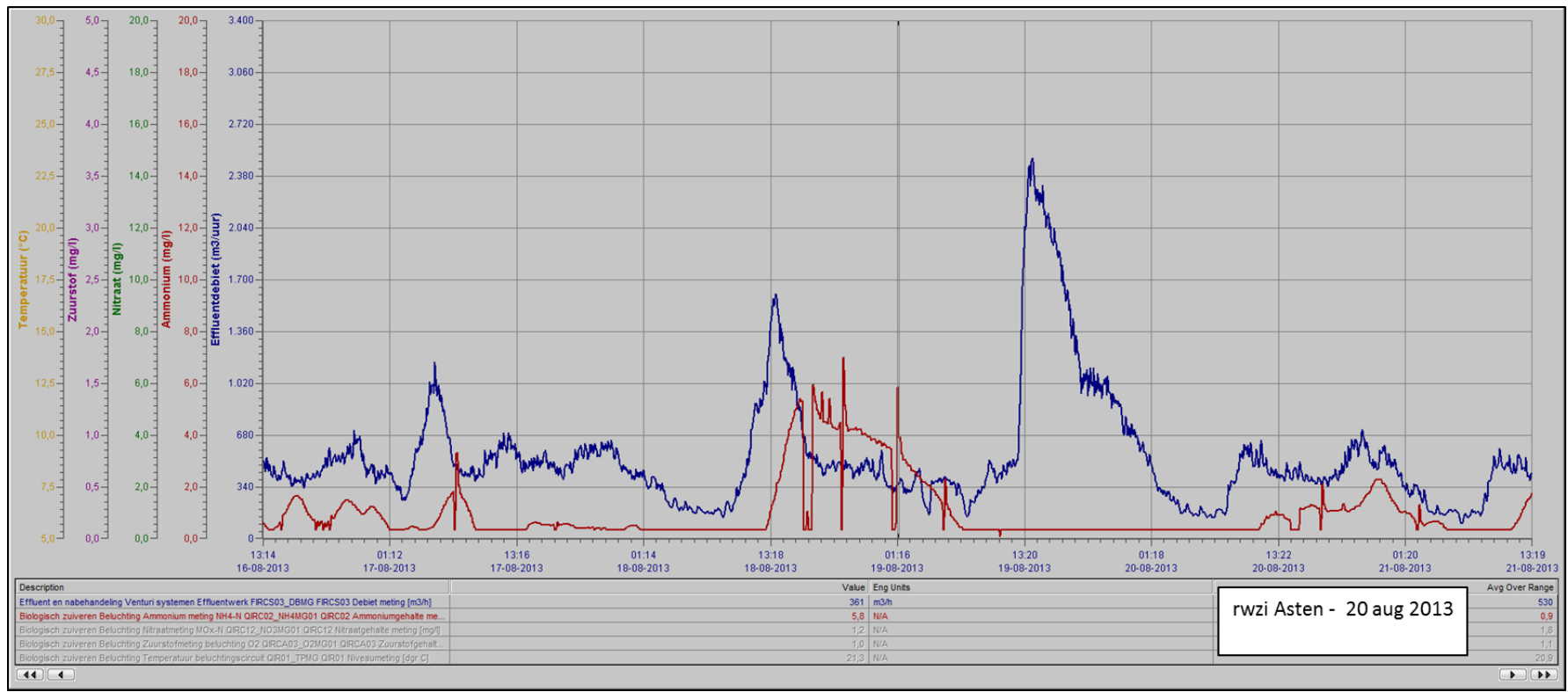
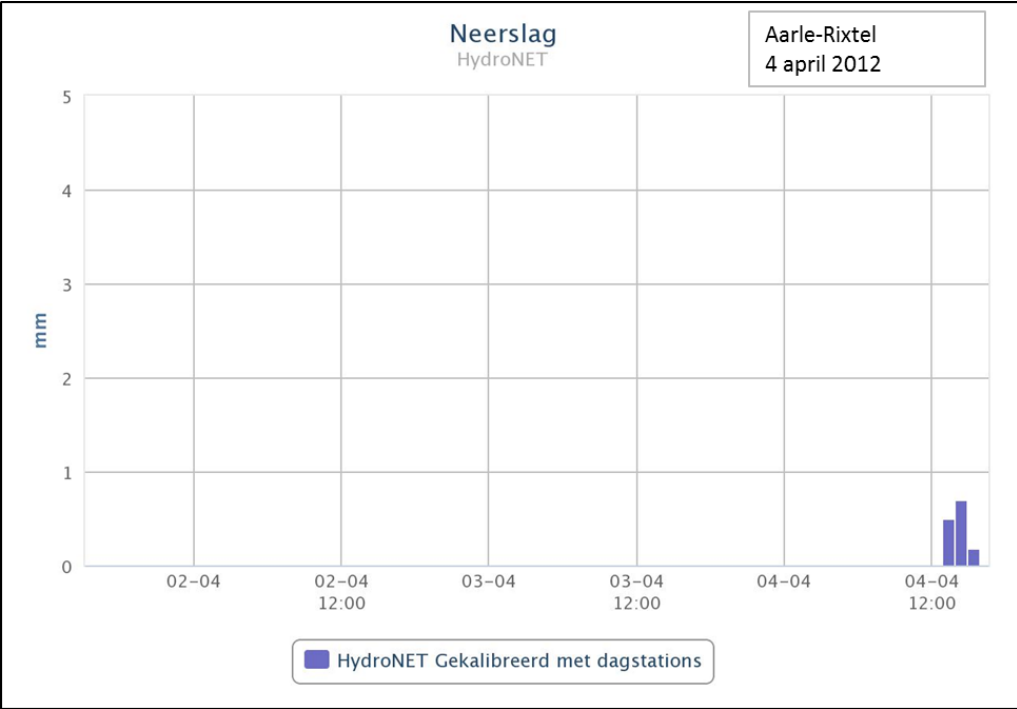
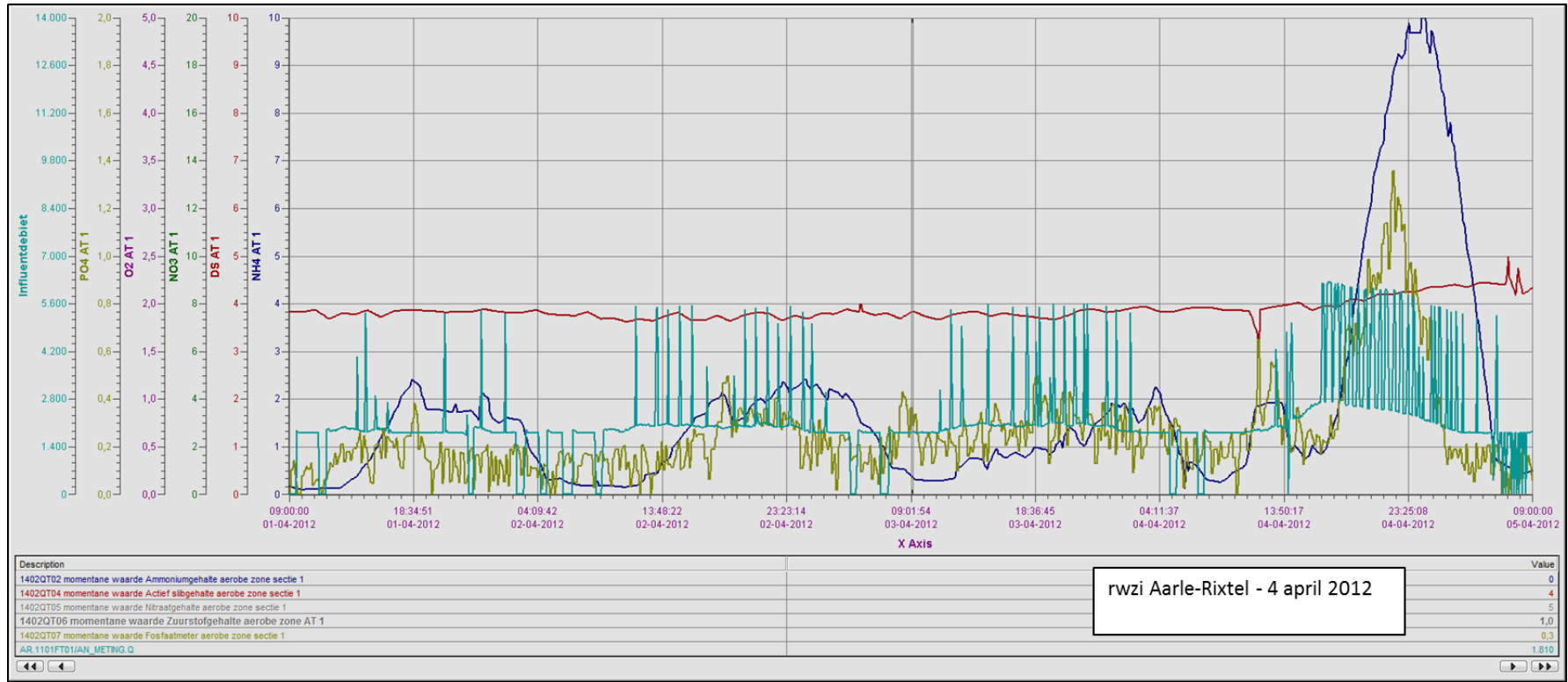


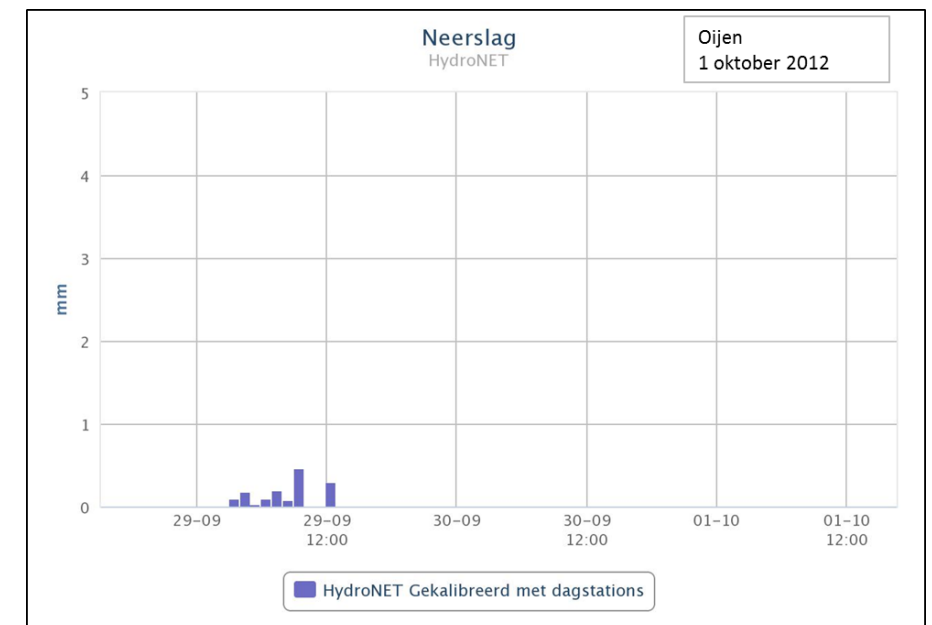
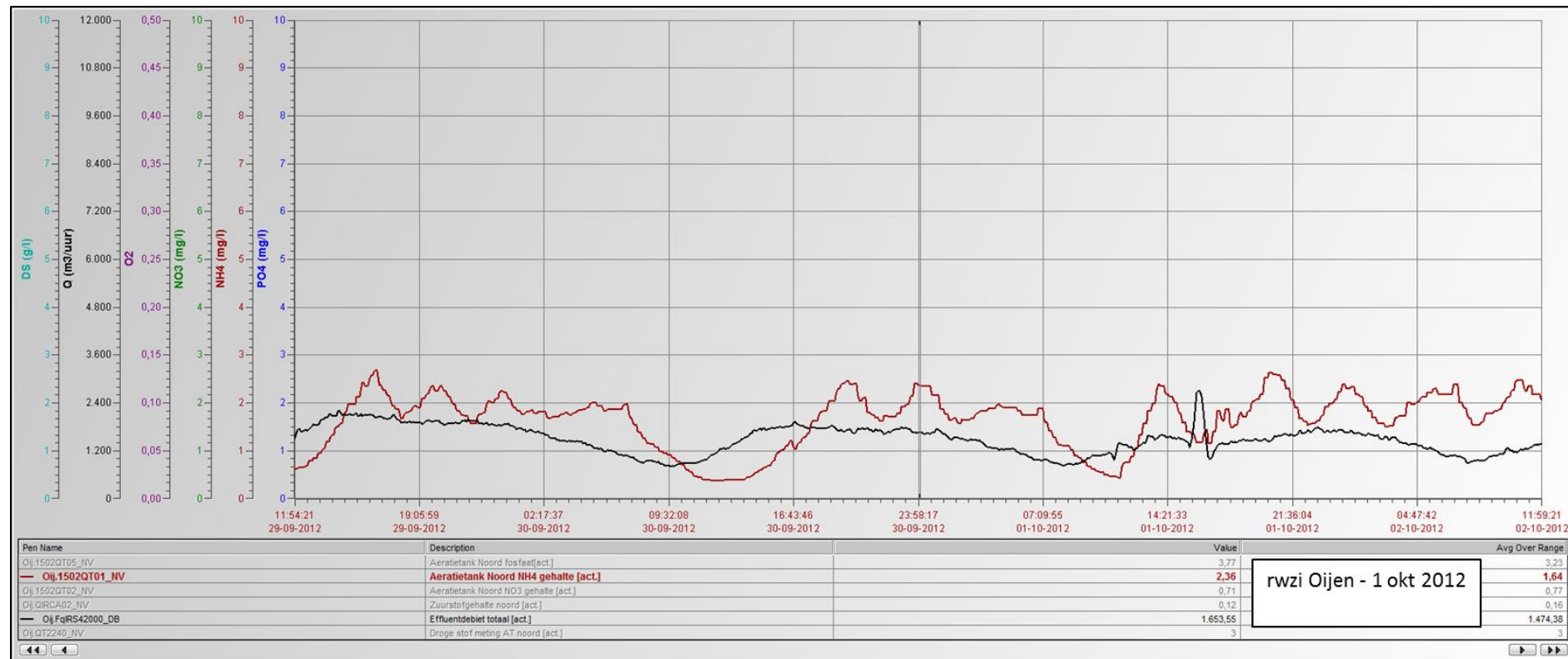
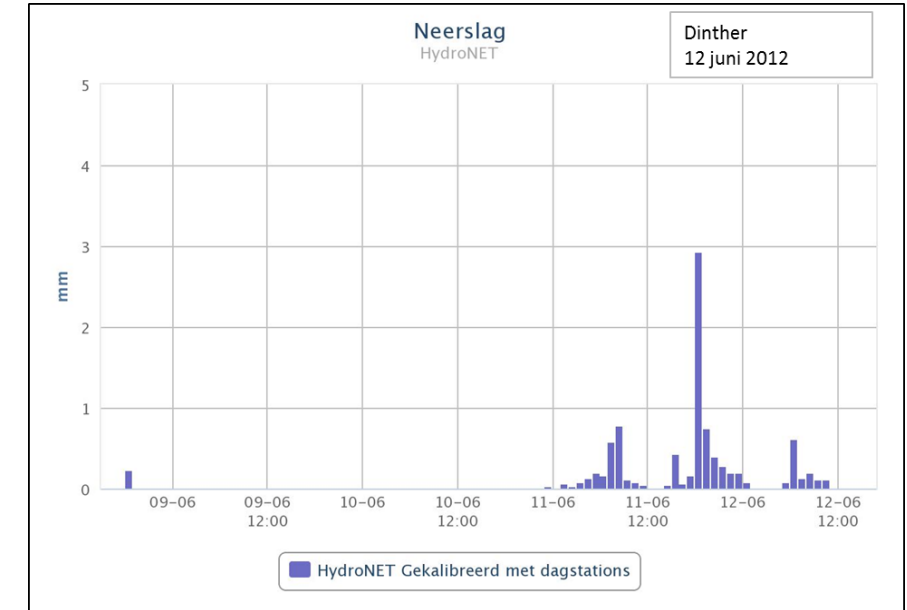
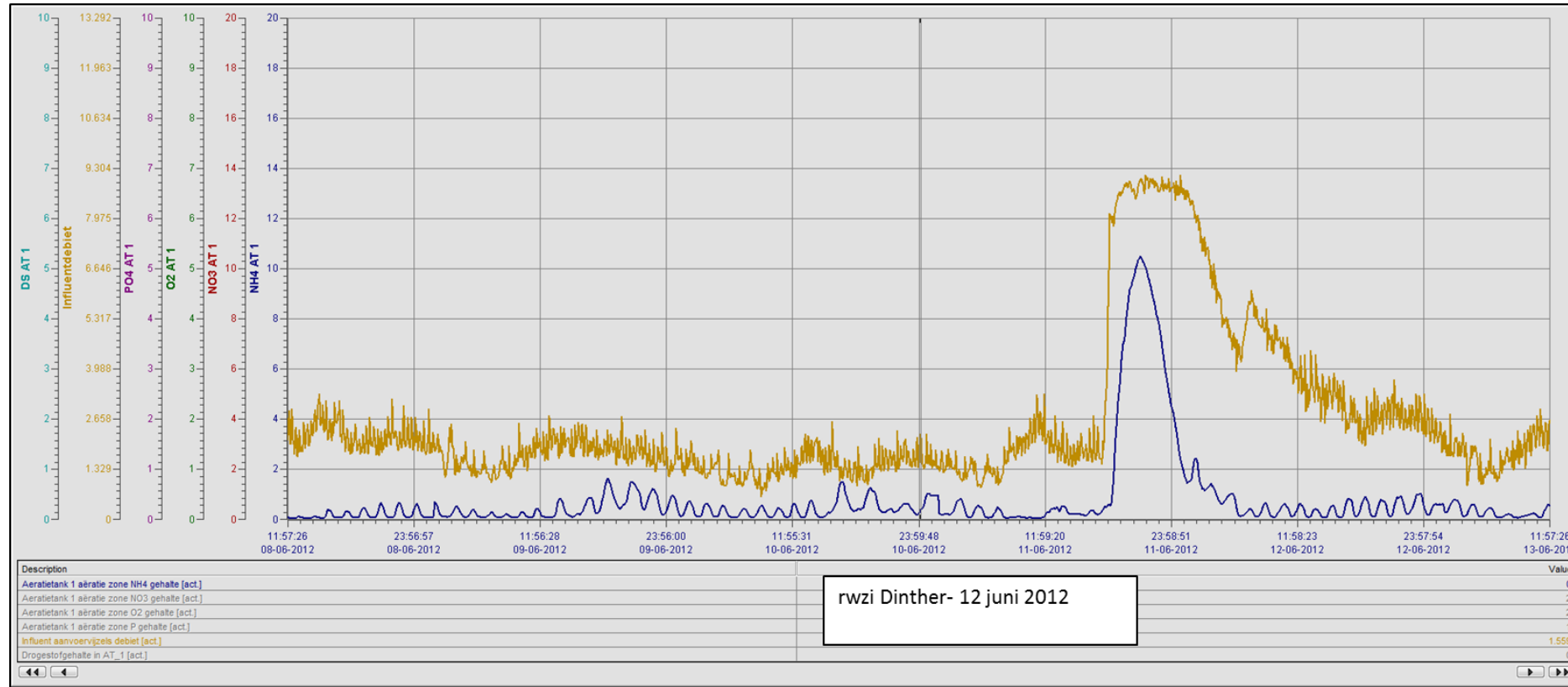
Vinkel: piek 13 december 2011

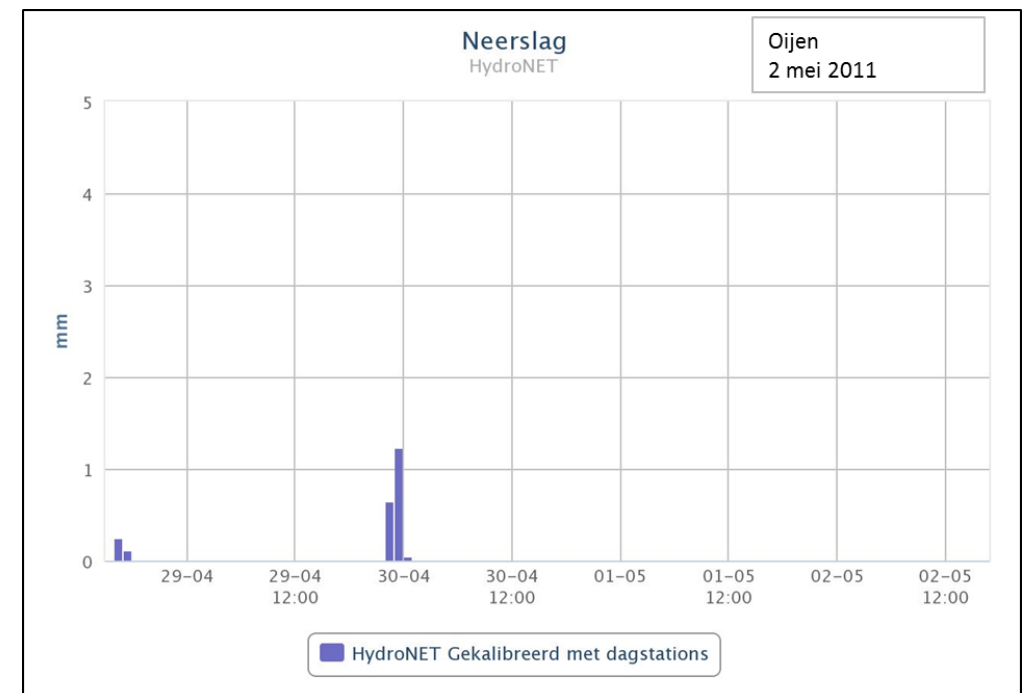
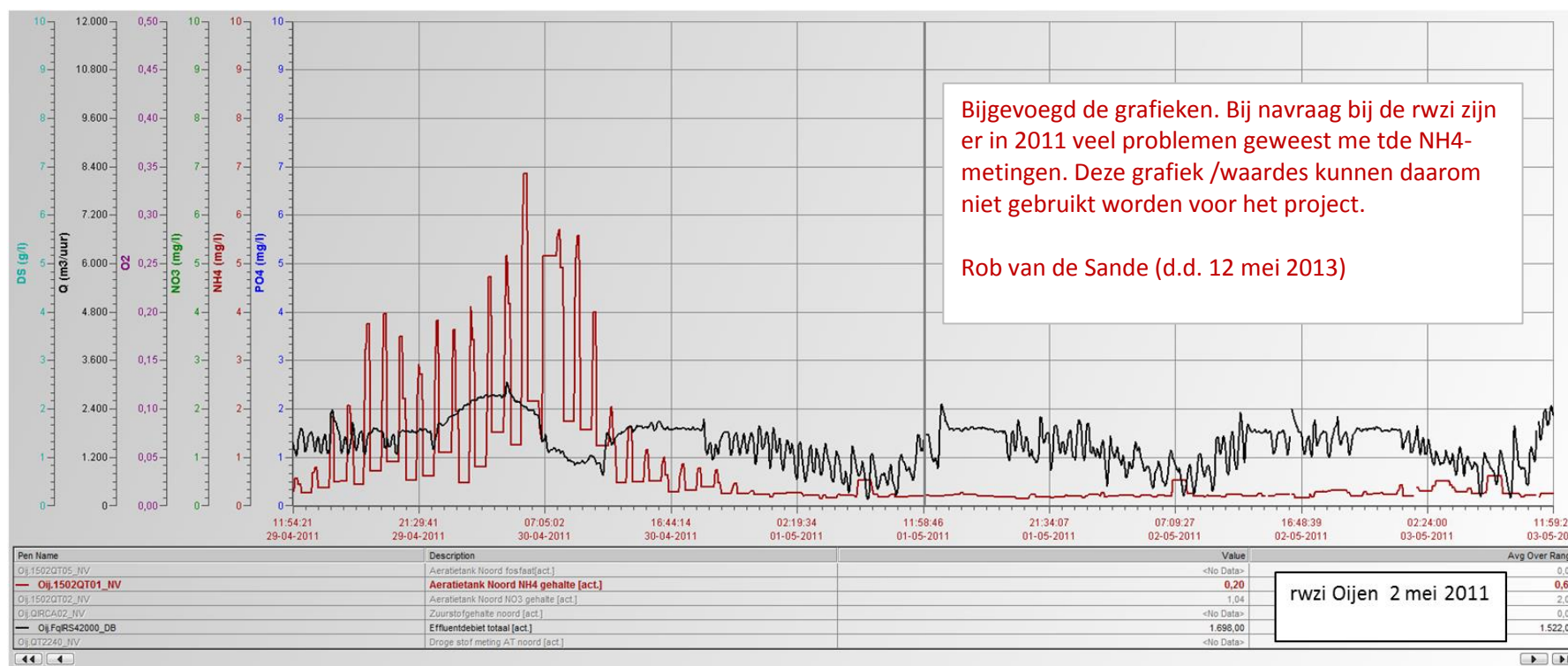
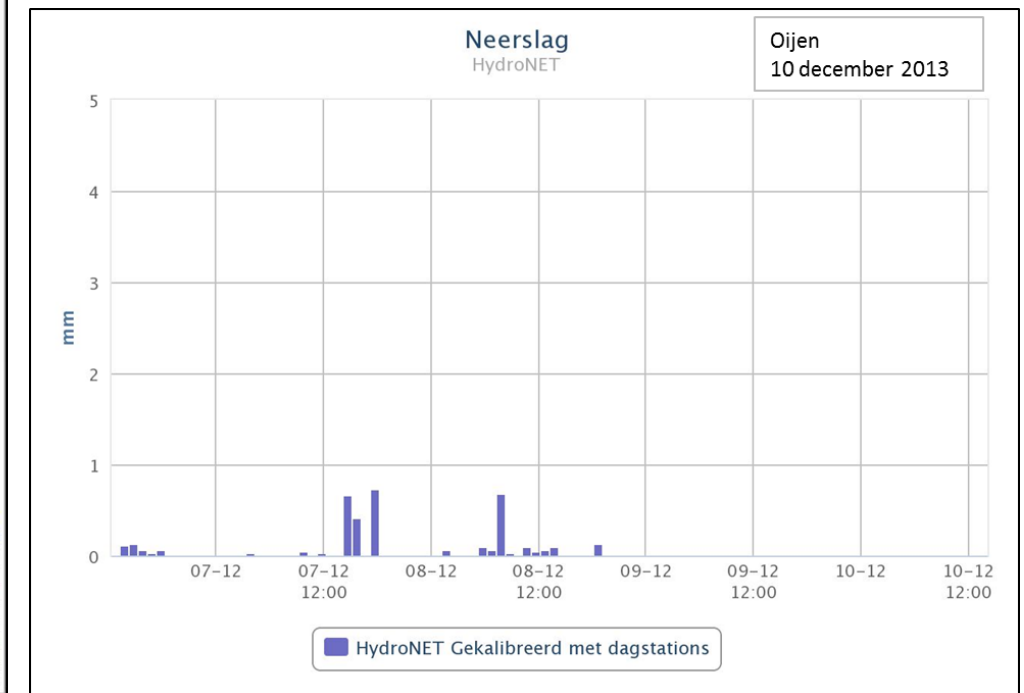
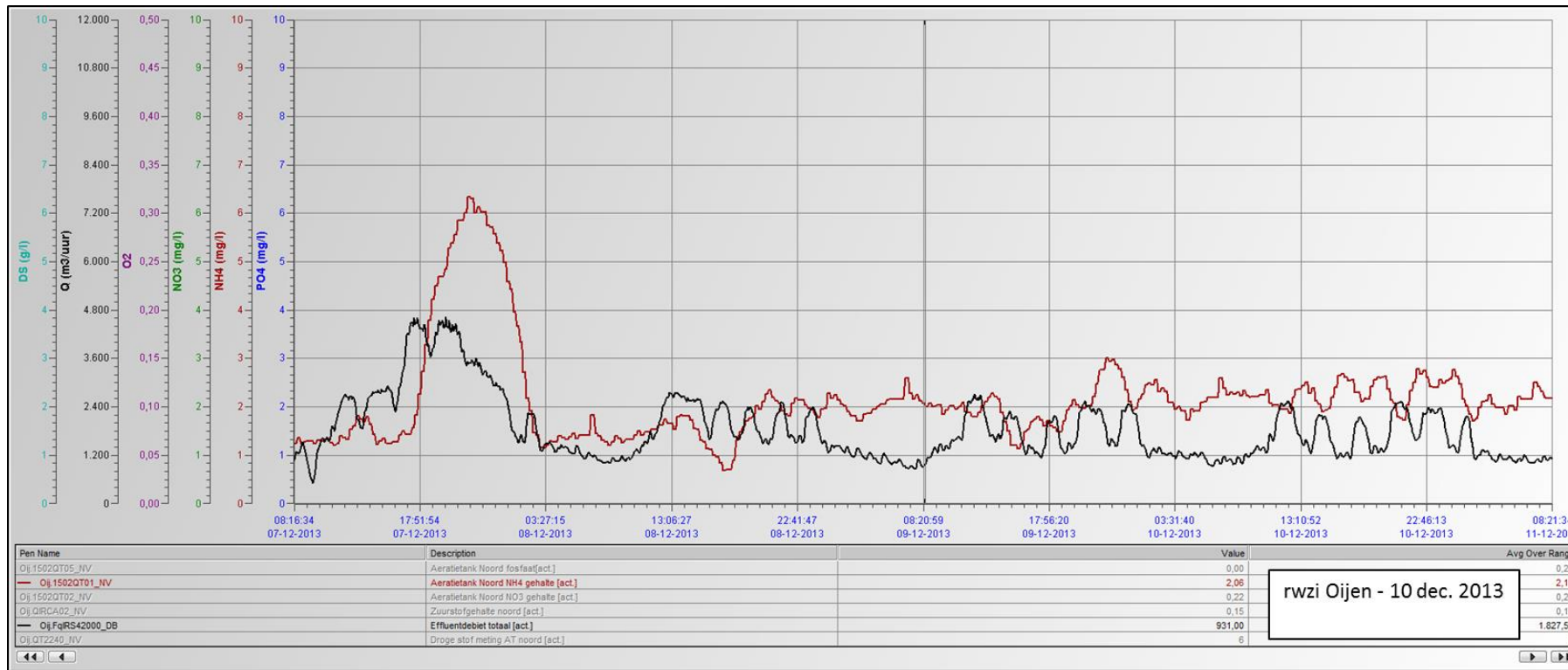


Grafieken NH4 in AT en debiet influent + neerslaggrafieken

Concentratie NH4 in AT is gemiddeld lager dan 1 mg/l







Bijlage 4: Analyse overschrijding norm maximale waarde bovenstrooms rwzi Oijen

Waarvoor worden de toetswaarden die zorgen voor een overschrijding van de norm maximale waarde voor NH4 veroorzaakt bovenstrooms rwzi Oijen

(toetswaarde = NH4-concentraties gecorrigeerd voor T en pH)

De hypothese was - vóór nadere data-analyse - als volgt:

"Net ten noorden van de meetlocatie wordt Maas water ingelaten en gestreefd wordt naar een minimaal debiet van 1,0 m/s. Echter, wanneer geen of minder water ingelaten wordt vanuit de Maas (en wel inlaat van Teeffelense Wetering naar Lithse Aanvoersloot), dan kan mogelijk effluentwater richting Maas gaan stromen. Mogelijk dat dan effluentwater richting bovenstrooms gaat en dat dit meebemonsterd is."

Deze hypothese is niet geheel juist. Bij checken van de inlaatdebieten blijkt dat, **op de dagen in juli**, dat de hoge toetswaarden werden aangetroffen in het oppervlaktewater, er wel inlaat van water was.

De concentraties NH4 (mg/l) gemeten in het oppervlaktewater zijn relatief laag gezien binnen de groep metingen ter hoogte van alle rwzi's.

Terugstroom van effluentwater richting het inlaatpunt van Maas-water in de Teeffelense Wetering is daarmee geen realistische verklaring.

Uit een nadere data-analyse blijkt dat de **hoge toetswaarden voor NH4** bovenstrooms rwzi Oijen optreden in de maanden juli in **combinatie met een hoge pH en watertemperatuur** van het oppervlaktewater.

De toetswaarde voor NH4 wordt mede bepaald door de pH en watertemperatuur. Vooral de invloed van de pH is sterk. Zie ter illustratie de gele tabel.

Op 26 maart 2008 werd een hoge concentratie NH4 gemeten (4,1 mg/l) bij een relatief lagere pH (7,6). Op deze dag was het debiet 0 m3/s. Ook het inlaatdebiet naar de Lithse Aanvoersloot was 0.

In deze situatie is er een kans dat hier het effect van effluent gemeten is.

Hetzelfde geldt voor de relatief hoge concentratie NH4-concentratie (2,4 mg/l) die gemeten werd op 13 december 2010. Het inlaatdebiet was toen ook 0 m3/s. Net als het inlaatdebiet van de Lithse Aanvoersloot.

Overschrijding van JGM in 2008 bepaald door 2 piekwaarden. Dus niet veroorzaakt door structureel verhoogde waarden.

Meetpunt.tek	rwzi	bov_ben_str	Jaar	Maand	Datum	NH4	pH-veld	temperatuur water	norm	Indiv_toetswaarde	Indiv_overschrij?	Jaar_KRW_normoverschrijding_JGM	Jaar_KRW_normoverschrijding_MAC
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2008	7	29-7-2008	0,045	8,9	24,1	0,014	3,268	1	1	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2012	7	4-7-2012	0,049	8,8	21,5	0,019	2,611	1	0	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2013	7	9-7-2013	0,074	8,6	21,4	0,028	2,689	1	0	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2011	7	6-7-2011	0,089	8,5	21,2	0,034	2,617	1	0	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2010	7	13-7-2010	0,13	8,4	24,2	0,034	3,773	1	0	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2012	8	1-8-2012	0,049	8,4	20,8	0,043	1,143	1	0	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2008	3	26-3-2008	4,1	7,6	5,2	0,815	5,034	1	1	1
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2010	12	13-12-2010	2,4	7,4	1,5	1,745	1,375	1	0	1

Ter illustratie de invloed van pH en T op de toetswaarde (bepaald voor een individuele meting):

pH	Temp	NH4 norm	Conc. NH4	Individuele toetswaarde
8,9	24,1	0,013768043	0,045	3,268
8	24,1	0,080895993	0,045	0,556
8,9	20	0,017093959	0,045	2,633
8,9	15	0,022948411	0,045	1,961
8,9	5	0,045381969	0,045	0,992
7,5	25	0,231937474	0,045	0,194
6,9	5	4,132296925	4,1	0,992

Overschrijding van JGM in 2008 bepaald door 2 piekwaarden. Dus niet veroorzaakt door structureel verhoogde waarden.

Concentratie NH4 en pH Maaswater:

oTEEFWE100				Maas station Eijsden*)			
Jaar	Maand	Datum	NH4	pH-veld	NH4	pH-veld	
2008	7	29-7-2008	0,045	8,9	0,2	7,8	
2012	7	4-7-2012	0,049	8,8	0,14	7,6	
2013	7	9-7-2013	0,074	8,6	0,12	7,7	
2011	7	6-7-2011	0,089	8,5	0,13	8,2	
2010	7	13-7-2010	0,13	8,4	0,27	7,5	
2012	8	1-8-2012	0,049	8,4	0,13	7,7	
2008	3	26-3-2008	4,1	7,6	0,08	8,0	
2010	12	13-12-2010	2,4	7,4	0,08	7,9	

Concentratie NH4 in de Teeffelense Wetering boven- en benedenstrooms de effluentlozing:

Meetpunt	rwzi	bov_ben_str	Jaar	Datum	NH4	pH-veld	temperatuur water
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2008	26-3-2008	4,1	7,6	5,2
oTEEFWE900	Oijen	ben. str.	2008	26-3-2008	7	7,3	7,9
oTEEFWE100	Oijen	bov. str.	2010	13-12-2010	2,4	7,4	1,5
oTEEFWE900	Oijen	ben. str.	2010	13-12-2010	3	7,4	5,9

*) Bron: http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/waterkwaliteit/aqualarm/

Getallen afgelezen uit de grafieken. Getallen in tabel zijn dus indicatief.

Bijlage 5: Memo pilot concentratieverloop NH₄ benedenstreams rwzi

Aan : Joost van der Pol (C.C. Wim van der Hulst)
Van : Hanneke van Zuilichem
Datum : 11 december 2013
Onderwerp : Pilot - NH₄ en bacteriën in oppervlaktewater benedenstreams rwzi Vinkel

Aanleiding en informatiebehoefte

Uit de rapportage over de ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit boven- en benedenstreams lozingspunten van de rwzi's in het beheergebied van waterschap Aa en Maas in de periode 2008 – 2012 bleek dat bij alle 7 rwzi's benedenstreams de MTR-norm voor thermotolerante colibacteriën werd overschreden. Vooral bij de rwzi's Dinther, Oijen, Vinkel en Aarle-Rixtel wordt benedenstreams de effluentlozingen vaker hoge aantallen thermotolerante colibacteriën aangetroffen in het oppervlaktewater ten opzichte van bovenstreams (in 60 tot 90% van het aantal bemonsteringen)⁸. Aanbevolen werd om te bekijken in hoeverre de hoge waarden voor thermotolerante coli's een aanleiding zijn om nader onderzoek te doen naar de risico's voor recreatief medegebruik van waterlopen, zoals kanovaarders (een deel van de Aa is namelijk kanoroute). Daartoe is een memo opgesteld, waaruit bleek dat de hoeveelheden E. coli en intestinale enterococci regelmatig boven de acute zwemwaternorm uitkwamen. Onduidelijk is tot hoe ver benedenstreams een rwzi deze bacteriën in deze hoge aantallen teruggevonden kunnen worden (als gevolg van afsterving, verdunning).

Verder bleek uit de rapportage over 2008 - 2012 dat bij alle 7 rwzi's benedenstreams de KRW-norm voor ammonium op structurele basis werd overschreden voor de norm voor het jaargemiddelde (JGM) en/of voor de maximaal toelaatbare concentratie (MAX). Uit een uitgebreidere analyse over het gehele beheergebied van waterschap Aa en Maas bleek dat voor de meeste overschrijdingen er een koppeling was te leggen met een rwzi. Onduidelijk is tot hoe ver vanaf een effluentlozing verhoogde waarden van NH₄ aangetroffen worden.

Informatiebehoefte

1. Tot welke afstand van een de effluentlozing worden verhoogde waarden voor de bacteriën E. coli en intestinale enterococci aangetroffen?
2. Tot welke afstand van een de effluentlozing worden verhoogde concentraties voor ammonium aangetroffen?

Afbakening

Er wordt één rwzi gekozen als pilot. Op basis van de resultaten kan in een later stadium (2015) alsnog breder bij andere rwzi's gemeten worden. De keuze is gevallen op rwzi Vinkel, omdat hier geloosd wordt in de Groote Wetering die pas na ca. 6,5 km in de Aa uitkomt en tussentijds een beperkt aantal zijwaterlopen bij komt.

Onderzoeksopzet

Meetlocaties:

Op 5 meetlocaties benedenstreams en 1 locatie bovenstreams wordt maandelijks op de volgende parameters gemeten: NH₄, pH, T, E. coli en intestinale enterococci.

Ofwel: op 6 meetlocatie 12/xj water analyseren op: NH₄, pH, T, E. coli en intestinale enterococci.

De metingen op de verschillende meetlocaties dienen voor alle locaties op dezelfde dag en altijd in dezelfde volgorde plaats te vinden (van boven- naar benedenstreams in de waterloop).

Figuur 1 toont een kaartje met de ligging van de meetpunten.

Figuur 2 toont de afstanden (indicatief) tussen de verschillende meetlocaties en ten opzichte van het effluent lozingspunt.

⁸ Zuilichem, H. van, 2013. Oppervlaktewaterkwaliteit nabij rwzi's, periode 2008-2012, d.d. 26 april 2013, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.

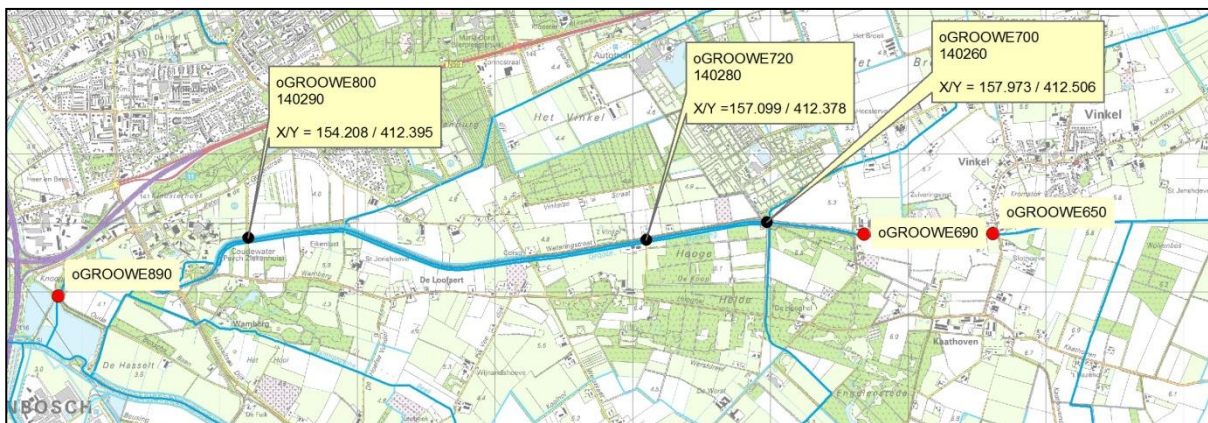


Fig. 1: Kaart met de meetlocaties boven- en benedenstrooms het lozingspunt van effluent van rwzi Vinkel in de Groote Wetering

Meetlocatie	Afstand tussen twee opeenvolgende locaties	Afstand vanaf effluentlozing
bov. str. oGROOWE650		
effluentlozing	450 m	effluentlozing
ben. str. oGROOWE690	450 m	450 m
oGROOWE700	700 m	1150 m
oGROOWE720	900 m	2050 m
	3000 m	5050 m
oGROOWE800		
	1700 m	6750 m
oGROOWE890		

= nieuwe meetlocatie
 = bestaande meetlocatie

N.B.: Afstanden zijn indicatief op GIS-kaart bepaald

Fig. 2: afstanden van meetlocaties benedenstrooms t.o.v. het lozingspunt van effluent van rwzi Vinkel

N.B.: (oGROOWE890 bleek in 2014 niet bereikbaar vanwege werkzaamheden aan omleiding Zuid-willemsvaart en is vervangen door locatie oGROOWE891.

Beoordeling gemeten concentraties:

Bij elk meetpunt wordt per individuele meting bekeken in hoeverre er nog sprake is van verhoogde waarden voor bacteriën en van verhoogde concentraties ammonium.

Bij de beoordeling van de analyseresultaten wordt als volgt omgegaan met de definities voor 'verhoogde waarden of concentraties':

- Onder 'verhoogde waarden voor bacteriën' wordt verstaan: hogere waarden dan bovenstrooms de effluentlozing worden gemeten;
- Onder 'verhoogde concentraties voor ammonium' wordt verstaan: concentraties waarbij de KRW-normen nog worden overschreden.

Rapportage

Er wordt over 1 meetjaar gekeken of er een consistente lijn uit te halen valt over tot welke afstand van de effluentlozing verhoogde waarden / concentraties worden teruggevonden. Op basis van de resultaten zal beoordeeld worden in hoeverre soortgelijk onderzoek voor andere rwzi's relevant is. Halverwege het jaar zal een tussentijdse beoordeling plaats vinden. Deze kan mogelijk al aanleiding zijn om het meetplan aan te passen en/of het onderzoek uit te breiden naar andere rwzi's (voor 2015).

colofon

Invloed van rwzi's op NH₄ in het watersysteem

periode 2008 - 2013

opdrachtgever

Jappe Beekman, afdeling O&M

status

Definitief

Auteur

Hanneke van Zuilichem, afdeling O&M

Co-auteur

Wim van der Hulst, afdeling O&M

gecontroleerd door

Jappe Beekman afdeling O&M

Rob v. d. Sande afdeling AZ

Andrea Potma afdeling AZ

's-Hertogenbosch, 16 september 2014

Waterschap Aa en Maas
Pettelaarpark 70
5216 PP 's-Hertogenbosch
tel 073 615 66 66
fax 073 615 66 00

info@aaenmaas.nl
www.aaenmaas.nl

© waterschap Aa en Maas. Alle rechten voorbehouden