



Waterschap
Aa en Maas

Beïnvloedingsgebied rwzi's

Pilot rwzi Vinkel en Oijen
2014-2015



Werken met water. Voor nu en later.

Samenvatting

Op basis van analyses van meetresultaten verkregen uit het signaleringsmeetnet rondom rwzi's is de volgende aanvullende informatiebehoefte geformuleerd:

1. Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms een rwzi er risico's zijn voor de ecologie ten aanzien van ammonium (ammoniak);
2. Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms een rwzi er ten aanzien van de bacteriologische waterkwaliteit risico's voor recreatief medegebruik van waterlopen, zoals kanovaarders en vissers;
3. Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms een rwzi een invloed is te zien van het effluent op de concentraties stikstof en fosfor in het oppervlaktewater en in de waterbodem.

Deze vragen zijn onderzocht in een pilot bij rwzi's Vinkel (2014 en 2015) en Oijen (2015). Alleen bij Oijen is stikstof en fosfor nader onderzocht. Specifiek voor deze rwzi's gelden de volgende resultaten:

Beïnvloedingsgebied ammonium

- Voor de onderzochte rwzi's geldt onder normale omstandigheden dat tot 4 km stroomafwaarts van rwzi Vinkel (= net voor instroom Kleine Wetering) en bij rwzi Oijen in de gehele Hertogswetering benedenstrooms de effluentlozing ecologische risico's zijn te verwachten;
- Bij rwzi Vinkel geldt bij extreme omstandigheden (bv. calamiteit oktober 2014) dat tot minstens 5 km benedenstrooms ecologische risico's verwacht kunnen worden.

Beïnvloedingsgebied bacteriën

- Voor rwzi Vinkel geldt dat er risico's voor bacteriën zijn tot minstens 5 km benedenstrooms voor intestinale enterococcen en minstens 6,5 km voor E. coli;
- Voor rwzi Oijen geldt dat er risico's voor bacteriën zijn tot minstens de instroom in de Teeffelse Wetering in de Hertogswetering (= na ca. 2 km) voor intestinale enterococcen en tot maximaal ca. 5 km voor E. coli.
In 25% van de meetrondes is er in de gehele benedenstroomse Hertogswetering een gezondheidsrisico voor recreanten;
- Op basis van deze pilot lijkt het erop dat intestinale enterococcen een kleinere overlevingskans hebben in een zuiveringsproces en in het oppervlaktewater dan E. coli's.

Beïnvloedingsgebied stikstof

- De kwaliteit van het effluent van rwzi Oijen is van een vergelijkbare of betere kwaliteit als het water bovenstrooms in de Teeffelse Wetering en bovenstroomse in de Hertogswetering. Daarmee heeft het effluent nauwelijks invloed op de stikstofconcentraties in deze waterloop;
- Incidenteel ligt de concentratie N-totaal in het effluent iets hoger dan bovenstrooms. Dit is dan tot minstens 3 km tot maximaal ca. 6,5 km benedenstrooms terug te zien in de Hertogswetering.

Beïnvloedingsgebied fosfor

- Het beïnvloedingsgebied van rwzi Oijen reikt onder normale (zuiverings- en weers-) omstandigheden tot minstens 14-15 km benedenstrooms in de Hertogswetering tot het punt waar de Hertogswetering in de Maas komt (ofwel: het hele benedenstroomse deel Hertogswetering);
- Er treedt verdunning van de concentratie P op door bovenstrooms water uit de Hertogswetering (gemiddeld ca. 50%). Deze verdunning is onvoldoende om de waterkwaliteitsdoelstelling voor P-totaal te halen voor de Hertogswetering.

Relatie waterbodem met effluentlozing

- De reikwijdte van het effect van de lozing van de rwzi Oijen op het watersysteem in de vorm van zwevend stof (dus incl. Hertogswetering) is lastig vast te stellen op basis van deze eenmalige meetronde met sedimentvallen;
- Wel is een effect van effluent op de Teeffelse Wetering te zien in de vorm van aanvoer van zwevend stof met hogere gehalten voor fosfor, stikstof en zwavel.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	5
Hoofdstuk 1	Inleiding7
1.1	Aanleiding7
1.2	Informatiebehoefte7
1.3	Afbakening.....7
Hoofdstuk 2	Werkwijze9
2.1	Meetstrategie9
2.2	Meetnet.....9
2.3	Beoordelingsmethode9
2.4	Stikstof en fosfor10
2.5	Sedimentvallen10
Hoofdstuk 3	Resultaten.....11
3.1	Ammonium.....11
3.2	Bacteriën.....14
3.3	N-totaal17
3.4	P-totaal18
3.5	Nutriënten in zwevend stof19
Hoofdstuk 4	Discussie21
4.1	Meetonzekerheid21
4.2	Overige bronnen21
4.3	Retentietijden.....21
4.4	Relatie afgevangen sediment en waterbodem.....24
Hoofdstuk 5	Conclusies25
5.1	Beïnvloedingsgebied ammonium25
5.2	Beïnvloedingsgebied bacteriën25
5.3	Beïnvloedingsgebied stikstof25
5.4	Beïnvloedingsgebied fosfor25
5.5	Relatie waterbodem met effluentlozing.....26
Informatiebronnen	27
Bijlage 1: Meetnet rwzi Vinkel 2014 en 2015	29
Bijlage 2: Meetnet rwzi Oijen 2015	31
Bijlage 3: Analyseresultaten rwzi Vinkel - ammonium	33
Bijlage 4: Analyseresultaten rwzi Vinkel - bacteriën	37
Bijlage 5: Analyseresultaten rwzi Oijen - ammonium	41
Bijlage 6: Analyseresultaten rwzi Oijen - bacteriën	43
Bijlage 7: Analyseresultaten rwzi Oijen - stikstof	45
Bijlage 8: Analyseresultaten rwzi Oijen - fosfor	47
Bijlage 9: Weerbeeld ten aanzien van neerslag tot 5 dagen voor monsternamen	49
Bijlage 10: Toestand waterkwaliteit bij rwzi Vinkel en Oijen	51
Bijlage 11: Invloed pH en T op norm NH ₄	53
colofon	55

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Sinds 2008 jaren heeft waterschap Aa en Maas een signaleringsmeetnet rondom rwzi's. Hier wordt boven- en benedenstrooms effluentlozingen de oppervlaktewaterkwaliteit maandelijks gemonitord.

Op basis van een analyse van waterkwaliteitsgegevens tot en met 2012 bleek onder meer dat:

- Voor alle rwzi's geldt dat er in vrijwel alle meetjaren benedenstrooms de effluentlozing het oppervlaktewater niet wordt voldaan aan de oppervlaktewaterkwaliteitsdoelstellingen voor ammonium;
- Bij vrijwel alle rwzi's¹ benedenstrooms procentueel beduidend meer overschrijdingen van de referentienormen (van zwemwater) worden geconstateerd voor thermotolerante coli's, E. coli's en intestinale enterococci worden aangetroffen ten opzichte van bovenstrooms.

Ammonium (en dan vooral ammoniak) heeft al in lage concentraties schadelijke effecten op de ecologie. Vanuit het perspectief van o.a. recreatief gebruik van het oppervlaktewater rees ook de vraag in hoeverre er gezondheidsrisico's zijn bij gebruik van water waar effluent van een rwzi op wordt geloosd. Een deel van de Aa is namelijk kanaalroute en een deel van de Groote Wetering is viswater

Naar aanleiding van de resultaten uit de signaleringsstudie werd aanbevolen om nader te bekijken tot over welke afstand benedenstrooms een rwzi een invloed is te zien van deze verhoogde waarden van ammonium en bacteriën (Van Zuilichem, 2013). Vanwege de aankomende renovatie van rwzi Oijen, ontstond in de loop van 2014 behoefte om de pilot uit te breiden met de parameters stikstof en fosfor.

1.2 Informatiebehoefte

De volgende informatiebehoefte:

- Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms rwzi's Oijen en Vinkel er risico's zijn voor de ecologie ten aanzien van ammonium (ammoniak);
- Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms rwzi's Oijen en Vinkel er risico's zijn voor (recreatief) medegebruik van waterlopen ten aanzien van de bacteriologische waterkwaliteit;
- Inzicht verkrijgen tot hoe ver benedenstrooms rwzi Oijen een invloed is te zien van het effluent op de concentraties stikstof en fosfor in het oppervlaktewater en in de waterbodem.

1.3 Afbakening

De pilot is uitgevoerd bij twee rwzi's, namelijk Vinkel en Oijen:

- In 2014 is vanuit kosten oogpunt gestart met een beperkt meetnet bij rwzi Vinkel. Deze rwzi is gekozen vanwege het relatief eenvoudige watersysteem rondom deze rwzi. In 2015 is dit meetnet uitgebreid, omdat bleek dat het oorspronkelijke meetnet te beperkt was;
- In 2015 is de pilot uitgebreid met rwzi Oijen, omdat hier vragen liggen rondom de aankomende renovatie;
- Bij rwzi Vinkel is in het oppervlaktewater gemeten, bij rwzi Oijen zowel in oppervlaktewater als bodemsediment. Het onderzoek in bodemsediment is gericht op de nutriënten N en P.

Voorliggende rapportage beschrijft de meetstrategie, de resultaten en de conclusies van de pilot bij rwzi's Vinkel en Oijen.

¹ Rwzi's Land van Cuijk en Den Bosch vormen hierop de positieve uitzondering. Dit valt toe te schrijven aan resp. het zand- en helofytenfilter bij Land van Cuijk en het kleine debietsaandeel van effluent van rwzi Den Bosch in de Dieze.

2.1 Meetstrategie

De volgende uitgangspunten gelden:

- Door op verschillende afstanden vanaf het effluentlozingspunt van de rwzi te meten in het ontvangende oppervlaktewater kan inzicht verkregen worden over het beïnvloedingsgebied;
- Er is daarbij gekozen om alle meetpunten bij elke rwzi 1x per maand op eenzelfde dag te bemonsteren in een vaste volgorde: van boven- naar benedenstrooms. Met deze meetstrategie wordt geen rekening gehouden met de verblijftijd van het effluent dat op tijdstip x uit de rwzi in het oppervlaktewater komt en op tijdstip y een bepaald punt in de waterloop passeert. De gekozen meetstrategie in deze pilot is voldoende om inzicht te krijgen in de vraag tot hoe ver een invloed van het effluent gezien wordt in de waterloop;
- Bij elke rwzi is als referentie naast benedenstroomse meetpunten ook een meetpunt bovenstrooms bemonsterd, dat niet onder invloed staat van effluent van een rwzi.

2.2 Meetnet

Vinkel

- Voor rwzi Vinkel is op diverse afstanden benedenstrooms de effluentlozing de concentratie NH_4 , de pH, watertemperatuur en het aantal kolonievormende eenheden E. coli en intestinale enterococci bepaald. De metingen vonden maandelijks plaats in de Grote Wetering. Bijlage 1 toont de meetlocaties op kaart;

Oijen

- Voor rwzi Oijen is op diverse afstanden benedenstrooms de effluentlozing de concentratie NH_4 , stikstof en fosfor (beide opgelost en totaal), de pH, watertemperatuur en het aantal kolonievormende eenheden E. coli en intestinale enterococci bepaald. De metingen vonden maandelijks plaats in de Teeffelse Wetering en in de Hertogswetering. Daarnaast zijn begin december 6 sedimentvallen geplaatst: 3 in de Teeffelse Wetering en 3 in de Hertogswetering. Deze moesten na de maaiperiode geplaatst worden en enige tijd instaan eer er voldoende sediment in de buisjes zat om te kunnen analyseren. Bijlage 2 toont de meetlocaties op kaart.

2.3 Beoordelingsmethode

In basis zijn waarden (niet statistisch) vergeleken ten opzichte van waarden in bovenstroomse niet door effluent beïnvloed water. Daarbij zijn meetresultaten samengevat in box plots. Aanvullend zijn waarden ter referentie vergeleken met normwaarden, zoals die bij de KRW gelden.

2.3.1 Ammonium

Voor zowel de Grote Wetering (rwzi Vinkel) als de Hertogswetering en Teeffelse Wetering (Oijen) gelden dezelfde referentienorm voor ammonium. De normwaarden (jaargemiddelde en maximaal toegestane waarde) voor ammonium zijn per individueel monster berekend, waarbij gecorrigeerd is voor de watertemperatuur en de zuurgraad van het water. Hierbij is de berekeningswijze aangehouden die geldt voor de KRW. Daarnaast zijn voor een eerste beeld rondom de concentraties ammonium de concentraties in grafieken gepresenteerd, zodat een beeld verkregen wordt van het verloop van de concentraties van boven- naar benedenstrooms in de ontvangende waterloop.

2.3.2 Bacteriën

In het oppervlaktewater nabij rwzi's worden sinds 2013 de bacteriën Escherichia coli (EC) en intestinale enterococci (IC) gemonitord. Deze bacterie-groepen duiden specifiek de bron van ontlasting van warmbloedige dieren aan (zie kader op volgende pagina). De aangetroffen aantallen kolonievormende bacteriën (n) in het oppervlaktewater op verschillende afstanden van het lozingspunt van effluent zijn ter referentie vergeleken met de risicowaarden die gelden voor zwembadwater, namelijk:

- EC = 1.800 n/dl en
- IC = 400 n/dl.

Kader: Toelichting onderzocht bacteriegroepen

Escherichia coli is het organisme uit de groep thermotolerante bacteriën van de coligroep dat het meest exclusief voorkomt in feces van mensen of dieren, en geen andere oorsprong heeft zoals van nature voorkomen in grond of water. *E. coli* is daarom de meest geschikte indicator voor fecale verontreiniging uit de Familie *Enterobacteriaceae*

E. faecium en *E. faecalis* zijn commensalen (normale bewoners) van het darmkanaal van mensen en worden daarom ook gebruikt als indicator voor fecale verontreiniging, zij vormen de **intestinale enterococcen**.

Wanneer deze bepaald worden in water zoals voorgeschreven, worden meer soorten dan alleen *E. faecium* en *E. faecalis* geïsoleerd. Deze zijn echter niet specifiek humaan. In vergelijking met de vroegere fecale indicator-parameter fecale streptococcen, zijn intestinale enterococcen een veel beperktere groep die veel nauwer gerelateerd zijn aan voorkomen in faeces.

Bron: C. Schets, RIVM (03-02-2012)

E. coli versus thermotolerante coli's

Thermotolerante coli's omvatten alle colibacteriën die geïsoleerd worden van 37 °C naar 44 °C. Onder deze definitie vallen het genus *Escherichia*, en in mindere mate vertegenwoordigers van *Klebsiella*, *Enterobacter* en *Citrobacter*. Van al deze organismen is alleen *Escherichia coli* (*E-coli*) specifiek van faecale origine. *E-coli* komt in hoge aantallen voor in menselijke en dierlijke faeces en wordt gevonden in oppervlaktewater dat recent is besmet met menselijke of dierlijke faecaliën (direct of via rioolwater(zuivering)).

Thermotolerante bacteriën, anders dan *E-coli*, komen over het algemeen voor in faeces, maar kunnen ook afkomstig zijn van industriële effluenten die rijk zijn aan organische stoffen of van rottende plantenresten (onder andere *Klebsiella*).

Bron: <http://www.ranq.nl/water/coli.jsp>

2.4 Stikstof en fosfor

De kwaliteit van het oppervlaktewater is voor de parameters N en P gestaafd aan de oppervlaktewater kwaliteitsdoelstelling die geldt voor de ontvangende waterloop volgens de KRW. Voor deze pilot is ter referentie elk afzonderlijk meetresultaat afgezet tegen de betreffende KRW-kwaliteitsdoelstelling in plaats van het zomerhalfjaargemiddelde. Op deze wijze is er duiding te geven aan een individueel getal. Voor de Teeffelse Wetering en de Hertogswetering (rwzi Oijen) zijn voor N en P daartoe de normen² voor KRW-type M3 genomen, namelijk:

Voor N-totaal:

	Goed	≤ 2,8
	Matig	2,8-5,6
	Ontoereikend	5,6-14
	Slecht	> 14

Voor P-totaal:

	Goed	≤ 0,15
	Matig	0,15-0,30
	Ontoereikend	0,30-0,75
	Slecht	> 0,75

2.5 Sedimentvallen

Met behulp van de sedimentvallen is getracht het beïnvloedingsgebied van de effluentlozing te bepalen op de waterbodem. Hiervoor is gekeken naar de fysische eigenschappen van het zwevend stof dat opgevangen wordt in de sedimentvallen die op de bodem van de waterloop staan (organisch stof, totaal organisch koolstof) en naar de hoeveelheid fosfor in het zwevend stof en de beschikbaarheid ervan. Voor laatste aspect is de ratio (Fe-S)/P bepaald. Deze ratio zegt iets over de mate van potentie tot nalevering van fosfor vanuit het zwevend stof naar het oppervlaktewater (Bertens, 2016). Om de ratio's te kwantificeren zijn de grenzen uit het model Baggernut gehanteerd:

- (Fe-S)/P < 10: hoge potentie tot nalevering;
- (Fe-S)/P 10-20: matige potentie tot nalevering P;
- (Fe-S)/P > 20: lage potentie tot nalevering P.

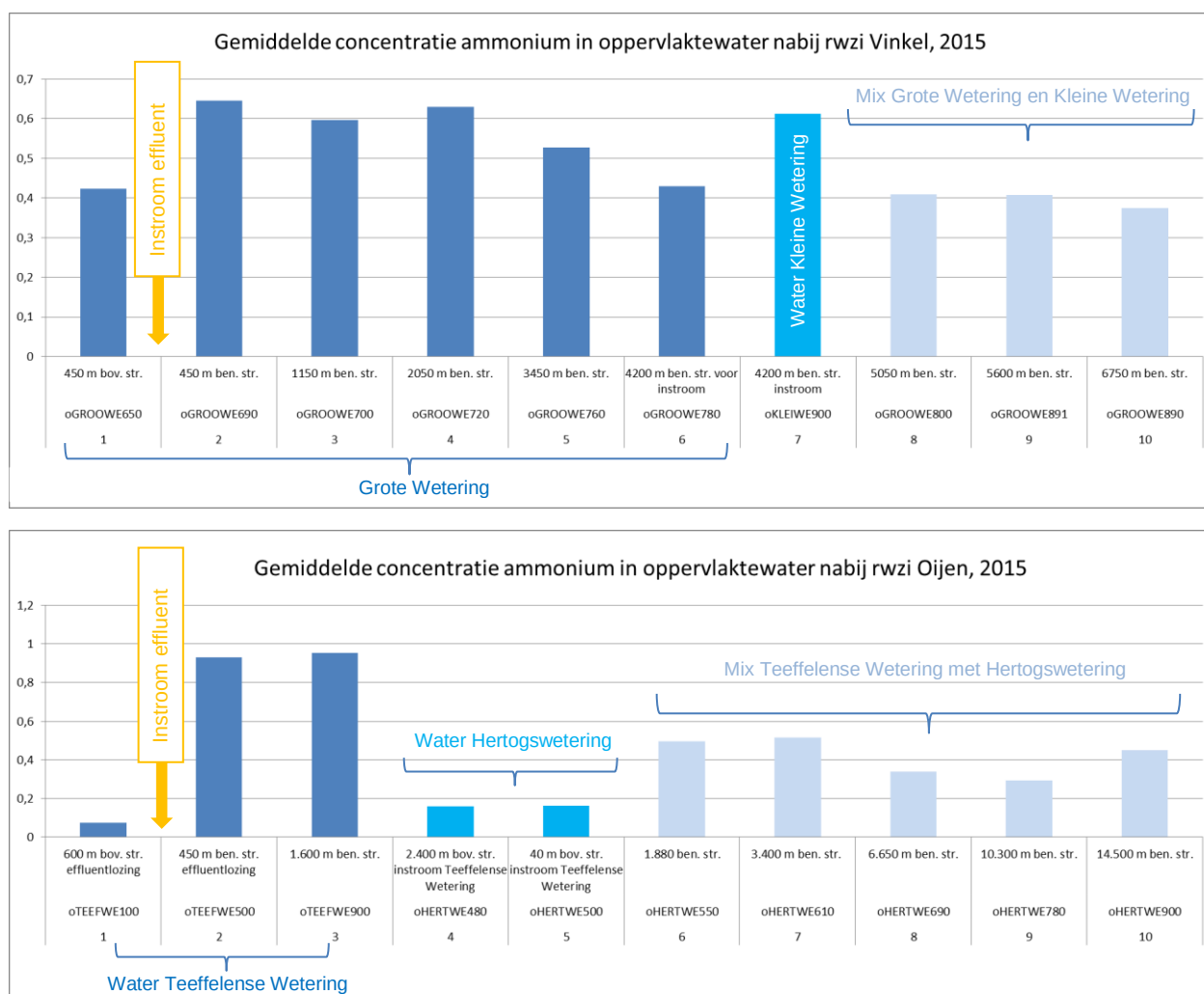
² Deze normen zijn door de provincie Noord-Brabant vastgesteld in het Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021

Hoofdstuk 3 Resultaten

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten verkregen uit de meetnetten bij rwzi Vinkel (2014-2015) en Oijen (2015). In bijlagen 3 en 4 zijn de resultaten van rwzi Vinkel opgenomen en in bijlagen 5 t/m 8 de resultaten van rwzi Oijen. Per meetronde en meetlocatie zijn daar alle meetresultaten van de individuele monsters getoond. In de volgende paragrafen worden de bevindingen per parameter besproken, incl. samenvattende figuren gebaseerd op de bijlagen. De begeleidende tekst gaat over de mate van verhoging in concentratie wanneer effluent is toegevoegd en de lengte van het traject dat het water moet afleggen totdat deze verhoging is uitgedoofd en gemiddelde concentraties weer vergelijkbaar zijn met bovenstrooms de effluent lozing. In de bijlagen zijn box plots getoond, waarin een indruk wordt verkregen van de mate van spreiding op een individuele locatie).

3.1 Ammonium

- Bij rwzi Vinkel is in 2015 een verhoging van de gemiddelde concentratie ammonium te zien tot aan de instroom van de Kleine Wetering (0,6 versus 0,4 mg/l). Verder is te zien dat de gemiddelde concentratie in de Kleine Wetering hoger is dan bovenstrooms in de Grote Wetering. Dit gemiddelde wordt sterk bepaald door één hoge meetwaarde op 11 mei (zie details bijlage 3);
- Bij rwzi Oijen is in 2015 eveneens een verhoging van de gemiddelde ammoniumconcentratie te zien in de Teeffelse Wetering en in de gehele Hertogswetering na het effluentlozingspunt;



Figuur 1: Gemiddelde concentratie ammonium gebaseerd op maandelijkse metingen in oppervlaktewater waarop effluent wordt geloosd bij rwzi Vinkel en rwzi Oijen. De grafiek van rwzi Vinkel is alleen over 2015, dus excl. de calamiteit (illegale mestlozing) in oktober 2014.
Oranje pijl = effluentlozing
Donker blauwe balk = ontvangende waterloop, resp. Groote Wetering (Vinkel) en Teeffelse Wetering (Oijen)

- Wanneer naar alle individuele metingen wordt gekeken (bijlage 3), dan is te zien dat bij rwzi Oijen 50% van de metingen tot minstens 1,6 km benedenstroom het effluentlozingspunt concentraties NH_4 van $\geq 1 \text{ mg/l}$ in het oppervlaktewater worden aangetroffen.

Bij rwzi Vinkel wordt dit bij 25% van de metingen gezien (excl. metingen naar aanleiding van een illegale mestlozing begin oktober) ten opzichte van het bovenstroomse meetpunt. Incidenteel is een hogere concentratie ammonium aangetroffen die niet direct te relateren is aan effluent, zoals in de Kleine Wetering op 11 mei 2015. Deze waarneming wijst op een andere bron voor ammonium dan de rwzi.

Concentraties NH_4 schematisch in beeld gebracht (bron en details in bijlage 3):

rwzi Vinkel

		volg	2014												2015																
Meetpuntcode	Waterloop	nr.	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	okt	okt	okt	okt	okt	nov	dec	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
oGROOWE650	Grote Wetering	1																													
oGROOWE690		2																													
oGROOWE700		3																													
oGROOWE720		4																													
oGROOWE760		5																													
oGROOWE780		6																													
oKLEIWE900	Kleine Wetering	7																													
oGROOWE800	Grote Wetering	8																													
oGROOWE891		9																													
oGROOWE890		10																													

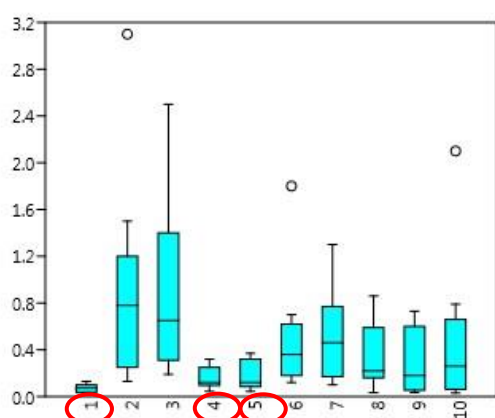
rwzi Oijen

Meetpuntcode	Waterloop	Volg nr.	2015											
			jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	1												
oTEEFWE500		2												
oTEEFWE900		3												
oHERTWE480	Hertogswetering bovstr.	4												
oHERTWE500		5												
oHERTWE550	Hertogswetering benstr.	6												
oHERTWE610		7												
oHERTWE690		8												
oHERTWE780		9												
oHERTWE900		10												

Legenda

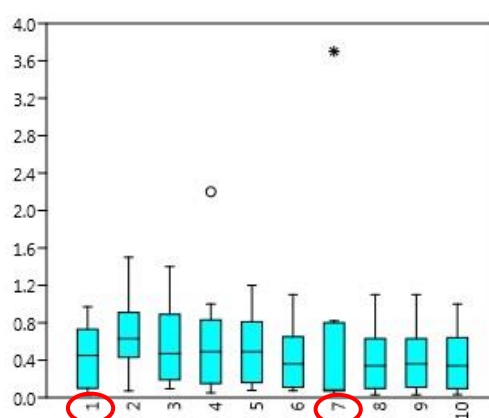
	$\leq 1 \text{ mg/l}$
	$> 1 \text{ mg/l}$
	$> 2 \text{ mg/l}$
	$> 4 \text{ mg/l}$
	niet gemeten

- Wanneer de meetresultaten gepresenteerd worden in box plots, dan is een duidelijk verschil te zien tussen rwzi's Vinkel en Oijen (resp. figuren 2 en 3).



Figuur 2:

Concentratie NH_4 (mg/l) gemeten op verschillende punten boven en benedenstrooms rwzi Oijen. Locaties 1, 4 en 5 staan niet onder invloed van effluent van een rwzi (rood omcirkeld)



Figuur 3:

Concentratie NH_4 (mg/l) gemeten op verschillende punten boven en benedenstrooms rwzi Vinkel. Locaties 1 en 7 staan niet onder invloed van effluent van een rwzi (rood omcirkeld)

Bij rwzi Oijen worden structureel hogere waarden voor ammonium aangetroffen in het water dat onder invloed staat van effluent van de rwzi ten opzichte van niet door de rwzi beïnvloed water. Bij rwzi Vinkel wordt dit niet terug gezien (in elk geval niet bij deze maandelijkse meetfrequentie).

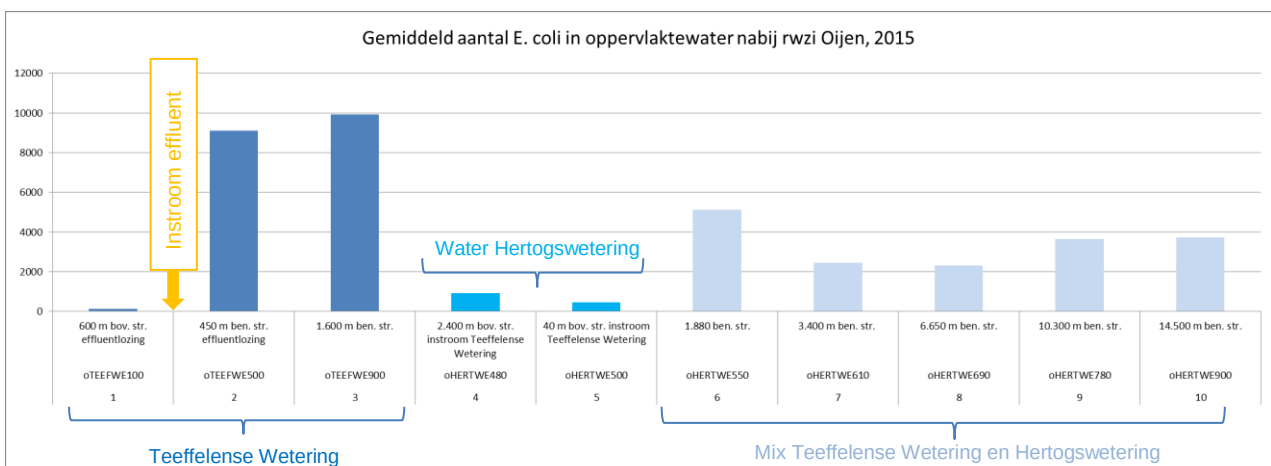
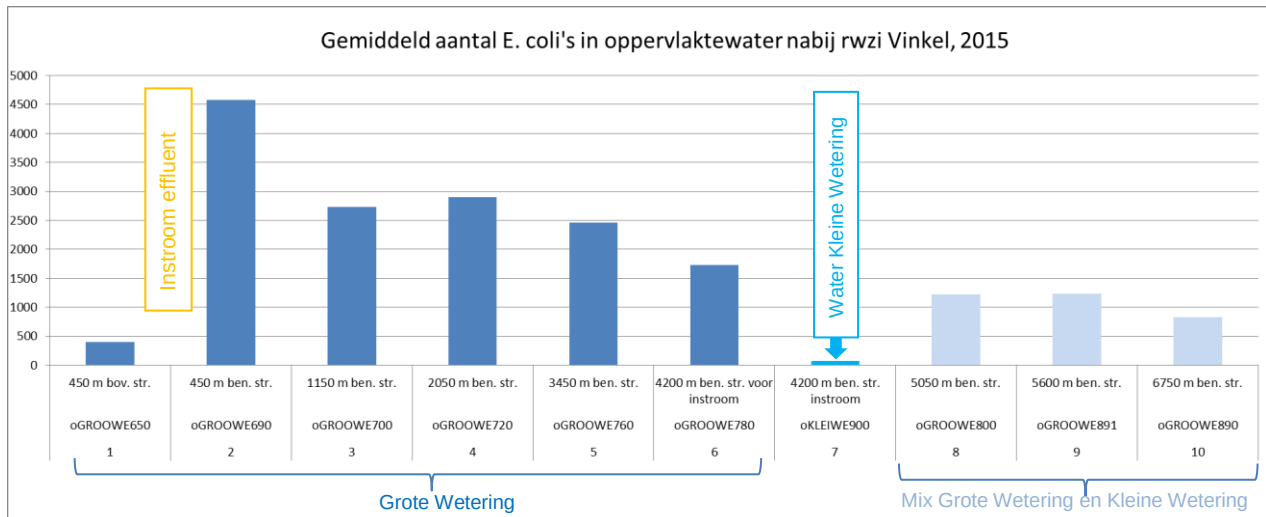
- Wat betreft het beïnvloedingsgebied van rwzi Vinkel:
Op basis van voorgaand schema, figuren 1 t/m 3 en bijlage 3 kan gesteld worden dat onder normale (zuiverings- en weers-)omstandigheden na de instroom van de Kleine Wetering de verdunning zodanig is dat er geen invloed meer te zien is van het effluent ten aanzien van hoge concentraties van ammonium.
Dit betekent dat na ruim 4 km vrijwel geen effect van effluent is te verwachten voor ammonium. In geval van een extreme situatie, zoals de calamiteit in oktober 2014 worden benedenstrooms rwzi Vinkel tot minstens 5 km benedenstrooms de effluentlozing normoverschrijdingen van de jaargemiddelde norm gezien (JGM).
- Wat betreft het beïnvloedingsgebied van rwzi Oijen:
Op basis van voorgaand schema, figuren 1 t/m 3 en bijlage 3 is te zien dat het beïnvloedingsgebied van deze rwzi onder normale (zuiverings- en weers-) omstandigheden tot minstens 14-15 km reikt en zeer waarschijnlijk tot aan het punt waar de Hertogswetering de Maas instroomt (ofwel: het gehele benedenstroomse deel van de Hertogswetering).

Uit bijlage 3 blijkt dat de concentratie gemeten benedenstrooms de effluentlozing op alle meetmomenten hoger is dan de concentratie ammonium bovenstrooms de effluentlozing en bovenstrooms water van de Hertogswetering.

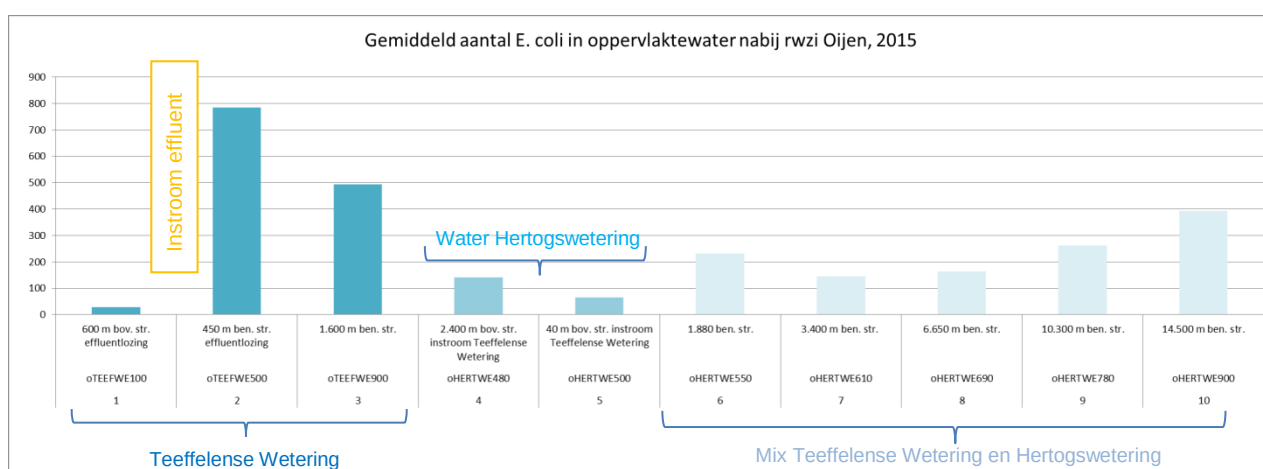
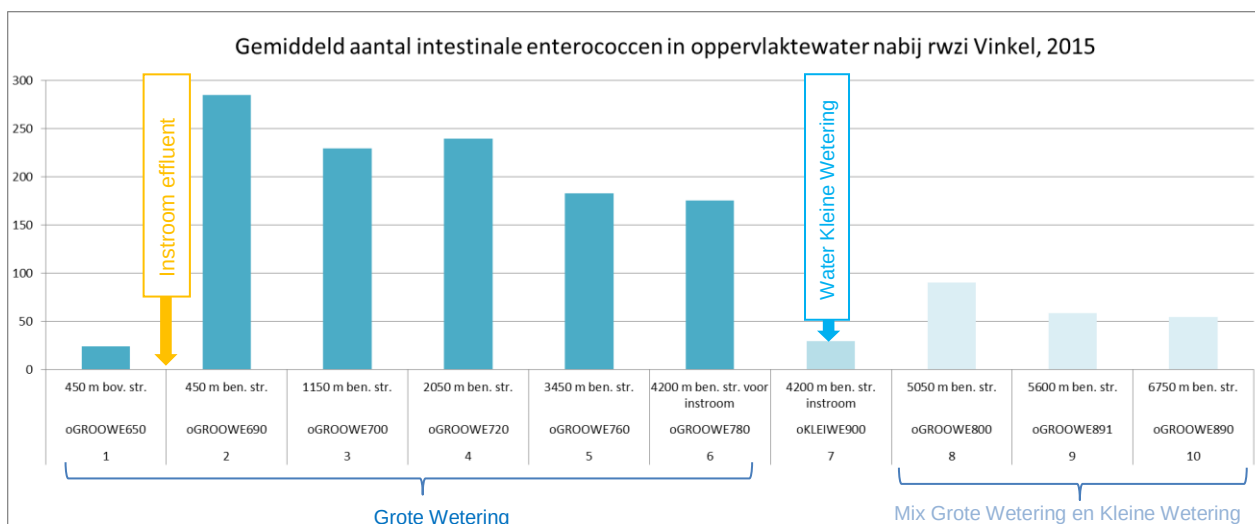
In bijna 60% van de meetrondes worden overschrijdingen aangetroffen voor de jaargemiddelde norm over een gebied van ca. 3 tot 6 km benedenstrooms de effluentlozing. In 25% van de meetrondes is tot minstens 14,5 km een overschrijding van de jaargemiddelde norm te zien.

3.2 Bacteriën

- Bij rwzi Vinkel worden gemiddeld meer E. coli's en intestinale enterococcen aangetroffen in de Teefelense Wetering en Hertogswetering na het effluentlozingspunt. Bij rwzi Oijen geldt hetzelfde. Daar is ook een toename te zien na ruim 10 km in de Hertogswetering (figuur 4 en 5). Deze wordt veroorzaakt door een eenmalig aangetroffen hoog aantal bacteriën;



Figuur 4: Gemiddeld aantal E. coli's gebaseerd op maandelijkse metingen in oppervlaktewater waarop effluent wordt geloosd bij rwzi Vinkel en rwzi Oijen.
Oranje pijl = lozingspunt effluent



Figuur 5: Gemiddeld aantal intestinale enterococcen gebaseerd op maandelijkse metingen in oppervlaktewater waarop effluent wordt geloosd bij rwzi Vinkel en rwzi Oijen. Oranje pijl = lozingspunt effluent

- Uit de individuele metingen (bijlage 3) bij rwzi Vinkel blijkt bij ca. 80% van de metingen tot minstens 2 km benedenstroom het effluentlozingspunt hogere aantallen bacteriën aangetroffen worden dan het bovenstroomse meetpunt in de Grote Wetering. De afstand waarover aantallen bacteriën worden aangetroffen waar de referentienorm wordt overschreden, reikt tot minstens 5 km benedenstrooms voor intestinale enterococcen en minstens 6,5 km voor E. coli. Incidenteel is een referentienorm overschrijdend aantal bacteriën aangetroffen dat niet direct te relateren lijkt aan effluent, zoals op 11 mei 2015 ruim 4 km benedenstrooms rwzi Vinkel. Deze waarneming wijst mogelijk op een andere bron dan de rwzi, zoals uit- of afspoeling van mest.

Bij rwzi Oijen wordt in de Teefelense Wetering en tot minstens de instroom in de Hertogswetering bij alle metingen het meer bacteriën aangetroffen dan bovenstrooms. Ook wordt in alle gevallen de risico referentienorm overschreden. Voor intestinale enterococcen reikt dit tot de instroom in de Hertogswetering en voor E. coli tot minstens 6,5 km benedenstrooms in de Hertogswetering. Voor laatste bacteriegroep geldt dat in 25% van de meetrondes tot minstens 14,5 km de referentienorm wordt overschreden. Incidenteel is een overschrijdend aantal bacteriën aangetroffen dat niet direct te relateren lijkt aan effluent, zoals in bovenstrooms Hertogswetering op 15 september 2015.

- Bij beide rwzi's geldt dat er een verdunning van het aantal bacteriën optreedt door resp. de Kleine Wetering en het bovenstrooms water van de Hertogswetering. Voor de Kleine Wetering is deze slechts beperkt.

Op de volgende pagina is schematisch het aantallen bacteriën in beeld gebracht (zie details bijlage 3).

rwzi Vinkel

E. Coli (n/dl)

E. Con (n/d)																								
Waterloop	Volg nr.	2014												2015										
		feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Grote Wetering	1																							
	2																							
	3																							
	4																							
	5																							
	6																							
Kleine Wetering	7																							
Grote Wetering	8																							
	9																							
	10																							

Intestinale Enterococci (n/dl)

		2014												2015											
Waterloop	Volg nr.	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Grote Wetering	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
	6																								
Kleine Wetering	7																								
Grote Wetering	8																								
	9																								
	10																								

rwzi Oijen

E. coli (n/dl)

Waterloop	Volg nr.	2015											
		jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Teeffelse Wetering	1												
	2												
	3												
Hertogswetering	4												
	5												
Hertogswetering	6												
	7												
	8												
	9												
	10												

Intestinale enterococci

Waterloop	Volg nr.	2015											
		jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Teeffelse Wetering	1												
	2												
	3												
Hertogswetering	4												
	5												
Hertogswetering	6												
	7												
	8												
	9												
	10												

Legenda

E.coli

	≤ 900 n/dl
	> 900 en ≤ 1800 n/dl
	> 1800 en ≤ 3600 n/dl
	> 3600 n/dl
	niet gemeten

Legenda

Intestinale enterococci

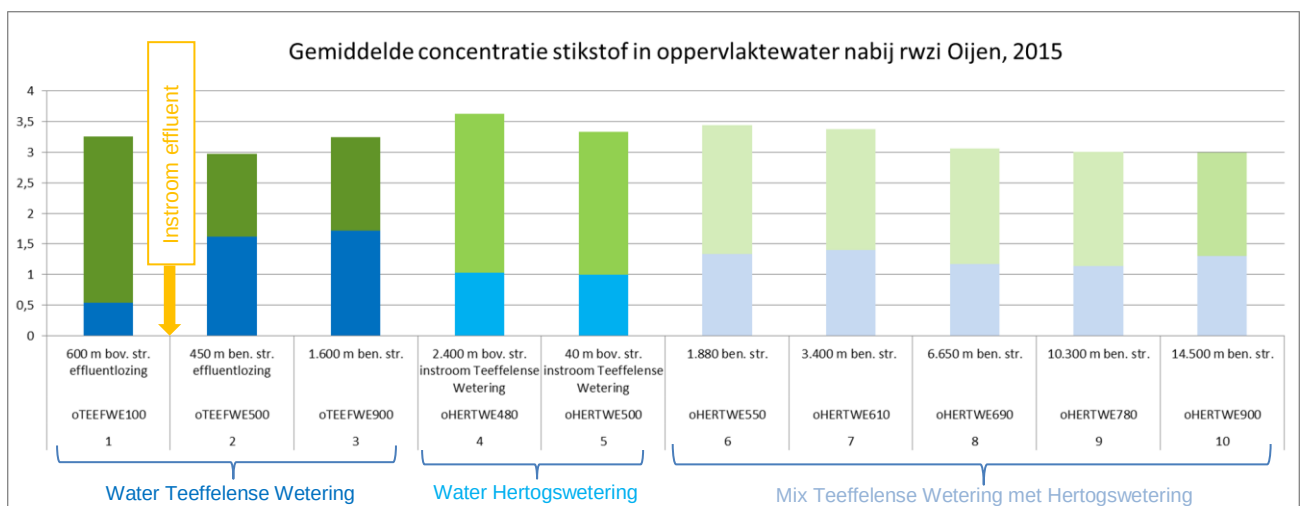
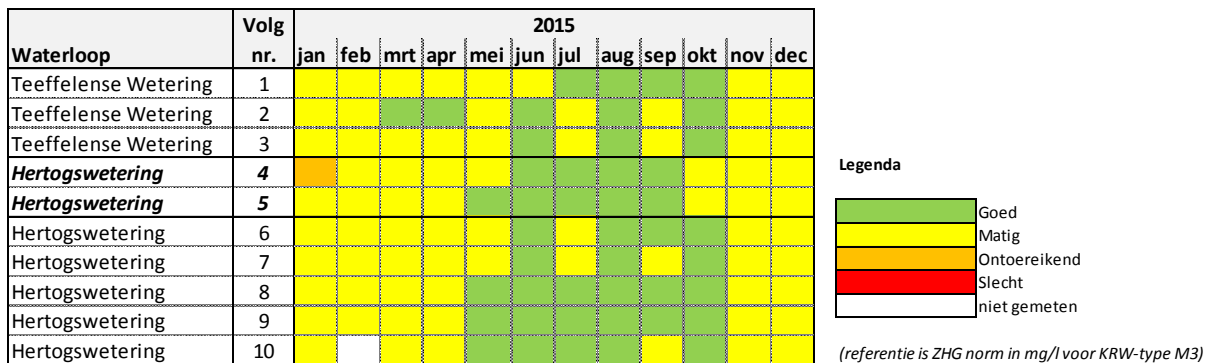
	≤ 200 n/dl	(≤ 0,5x ref.)
	> 200 en ≤ 400 n/dl	(0,5 - 1x ref.)
	> 400 en ≤ 800 n/dl	(1 - 2x ref.)
	> 800 n/dl	(> 2x ref.)
	niet gemeten	

3.3 N-totaal

Voor rwzi Oijen is aanvullend onderzoek uitgevoerd naar N-totaal. Deze paragraaf beschrijft de resultaten.

- De waterkwaliteit van het effluent van rwzi Oijen is ten aanzien van N-totaal de afgelopen jaren sterk verbeterd door verdere procesoptimalisatie. De concentratie in het effluent is daardoor in 2015 nagenoeg gelijk geworden aan het water bovenstrooms in de Teeffelse Wetering (Van Zuilichem, 2015).
De waterkwaliteit van de Teeffelse Wetering met effluent is in 2015 voor de gemiddelde concentratie N-totaal daardoor overwegend vergelijkbaar met of beter dan de bovenstroomse waterkwaliteit van de Teeffelse Wetering en bovenstroomse Hertogswetering (zie figuur 6);
- Het water benedenstrooms de effluentlozing in de Teeffelse Wetering bevat naar verhouding meer gebonden stikstof (N_{kj}) dan opgelost stikstof (NO₃NO₂);
- Uit de individuele metingen (bijlage 3) blijkt dat, in de situatie waar de concentratie N-totaal benedenstrooms de effluentlozing in de Teeffelse Wetering incidenteel hoger is dan in de Hertogswetering bovenstrooms (zoals op 14 juli), deze hoge concentratie tot minstens 3 en maximaal ca. 6,5 km tot benedenstrooms terug te zien in de waarden;

Concentratie N-totaal schematisch in beeld gebracht (bron en details in bijlage 3):



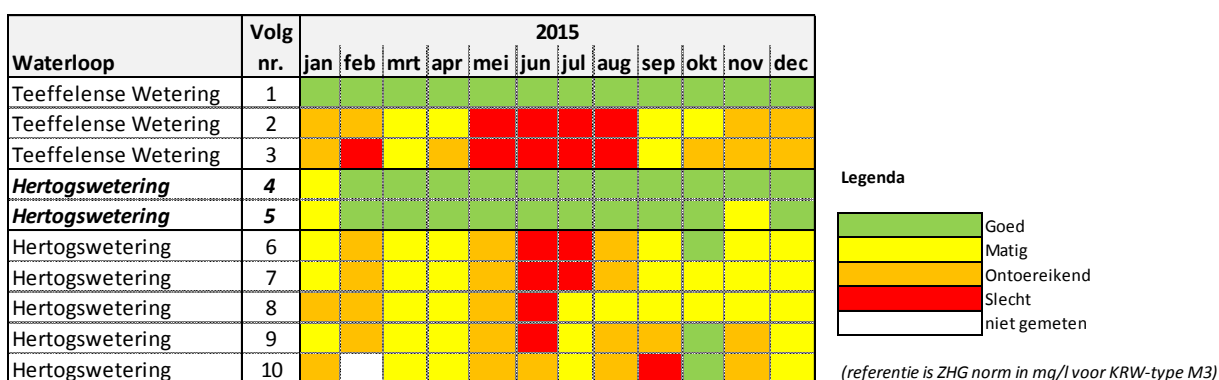
Figuur 6: Gemiddelde concentratie stikstof (Nkjeldahl en nitraat/nitriet) gebaseerd op maandelijkse metingen in oppervlaktewater waarop effluent wordt geloosd bij rwzi Oijen.
Oranje pijl = lozingspunt effluent, Blauw = Nkjeldahl, groen = som nitraat-nitriet

3.4 P-totaal

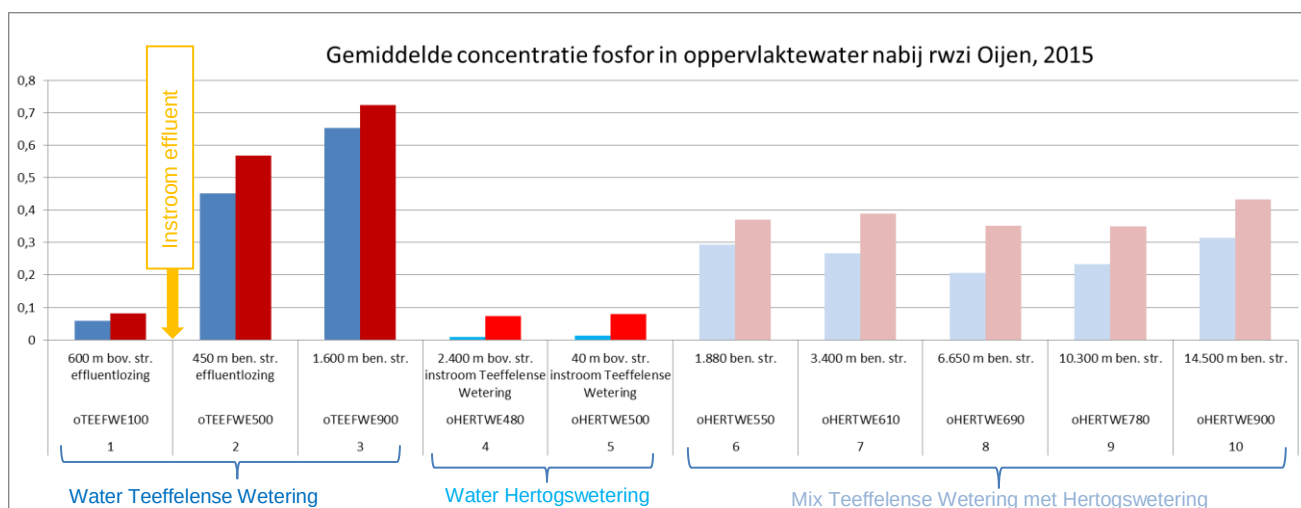
Voor rwzi Oijen is aanvullend onderzoek uitgevoerd naar P-totaal. Deze paragraaf beschrijft de resultaten.

- Het oppervlaktewater van de Teeffelense Wetering benedenstrooms heeft gemiddeld hogere concentraties P-totaal vergeleken met bovenstrooms. Na instroming in de Hertogswetering treedt enige verdunning op (zie figuur 7);
- Uit de individuele metingen (bijlage 3) blijkt dat de hogere concentraties P-totaal benedenstrooms de effluentlozing in de Teeffelense Wetering bij elke meetronde in de gehele Hertogswetering benedenstrooms de instroom van de Teeffelense Wetering terug te zien is.

Concentratie P-totaal schematisch in beeld gebracht (bron en details in bijlage 3):



- Het beïnvloedingsgebied van rwzi Oijen reikt onder normale (zuiverings- en weers-) omstandigheden tot minstens 14-15 km benedenstrooms in de Hertogswetering (en zeer aannemelijk tot het punt waar de Hertogswetering in de Maas komt). Zie ter illustratie ook de box plot in bijlage 8;
- Er treedt verdunning van de concentratie P op door bovenstrooms water uit de Hertogswetering (gemiddeld ca. 50%). Deze verdunning is onvoldoende om de waterkwaliteitsdoelstelling voor P-totaal te halen voor de Hertogswetering.



Figuur 7: Gemiddelde concentratie fosfor (ortho-fosfaat en totaal fosfor) gebaseerd op maandelijkse metingen in oppervlaktewater waarop effluent wordt geloosd bij rwzi Oijen. Oranje pijl = lozingspunt effluent, Blauw = oPO₄, Rood = P_{tot}

3.5 Nutriënten in zwevend stof

De helft van de sedimentvallen is op 1 december en de andere helft op 3 december 2015 geplaatst. Op 1 maart 2016 zijn vijf van de zes vallen opgehaald voor analyse (3 maanden na inzet). De sedimentval bovenstrooms rwzi Oijen in de Teeffelense Wetering bevatte nog te weinig sediment en is 21 april opgehaald (bijna 5 maanden na inzet).

In tabel 1 zijn de analyseresultaten getoond (Bertens, 2016). In eerste vijf sedimentvallen is de hoeveelheid opgevangen zwevend stof (nat) nagenoeg gelijk (ca. 38-44 gram per dag). Alleen bij de inlaat in de Teeffelense Wetering (1) is de hoeveelheid opgevangen zwevend stof (nat) lager (ca. 8 gram per dag).

Per sedimentval is de ratio (Fe-S)/P bepaald om de mate van potentie tot nalevering van fosfor vanuit het zwevend stof naar het oppervlaktewater te bepalen (Bertens, 2016). Daarbij is uitgegaan van de volgende ratio's:

- (Fe-S)/P < 10: hoge potentie tot nalevering;
- (Fe-S)/P 10-20: matige potentie tot nalevering P;
- (Fe-S)/P > 20: lage potentie tot nalevering P.

Tabel 1: Resultaten sedimentvallen. Voor het omrekenen van mg/kg naar g/mol t.b.v. bepaling ratio (Fe-S)/P zijn de volgende molmassa's gebruikt: Fe: 55,84; P: 30,97 en S: 32,06. Cursief blauw zijn de bovenstrooms gelegen meetlocaties.

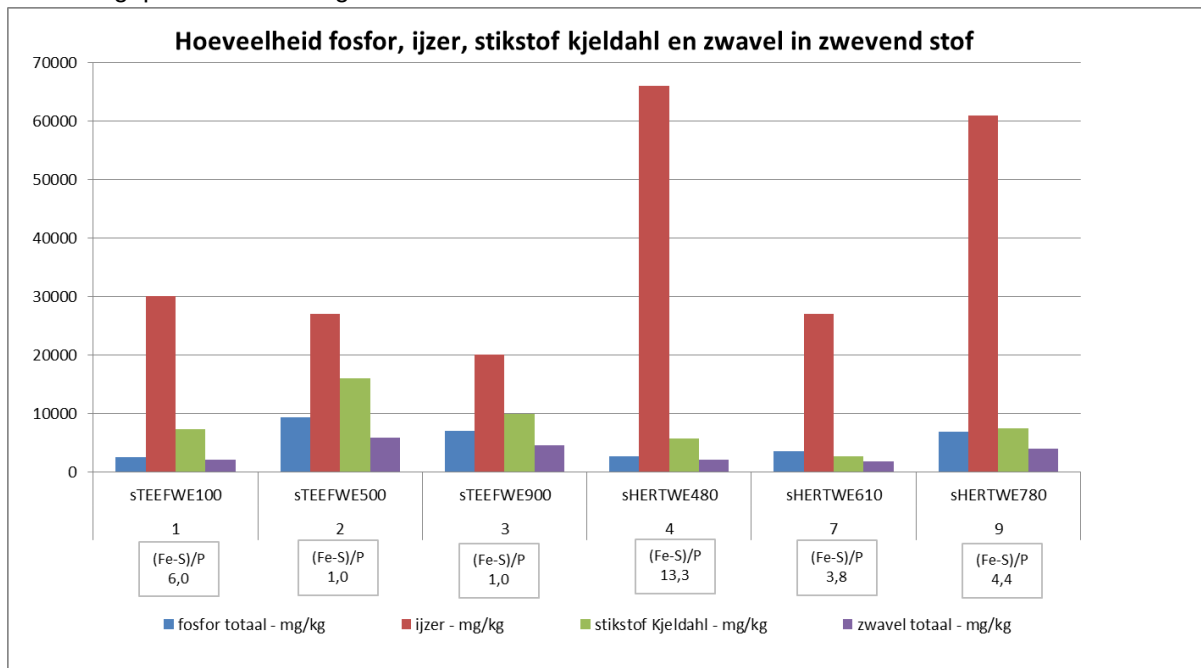
	<i>sTEEFWE100</i> (1)		sTEEFWE500 (2)		sTEEFWE900 (3)		<i>sHERTWE480</i> (4)		sHERTWE610 (7)		sHERTWE780 (9)	
Aantal dagen ingestaan	142		89		89		89		91		91	
Gewicht (gram) zwevend stof (nat)	1135		3.910		3.761		3.378		3.975		3.604	
Gram nat zwevend stof per dag	8		44		42		38		44		40	
Gewicht (gram) zwevend stof (droog)	226		488		666		693		1499		650	
Gram droog zwevend stof per dag	1,6		5,5		7,5		7,8		16,5		7,1	
Droge stof (%)	20		13		18		21		37		18	
Gloeirest (%)	88		78		84		88		94		86	
Organisch stof (%)	12		22		16		12		6		14	
Totaal organisch koolstof (mg/kg)	58.000		86.000		64.000		50.000		28.000		49.000	
Parameter	mg/kg	g/mol	mg/kg	g/mol	mg/kg	g/mol	mg/kg	g/mol	mg/kg	g/mol	mg/kg	g/mol
IJzer	30.000	0,54	27.000	0,48	20.000	0,36	66.000	1,18	27.000	0,48	61.000	1,09
Stikstof Kjeldahl	7.300		16.000		9.800		5.700		3.200		7.600	
Ortho-Fosfaat	18		97		71		35		30		37	
Fosfor totaal	2.500	0,08	9.300	0,3	6.900	0,22	2.600	0,08	3.500	0,11	6.800	0,22
Zwavel totaal	2.000	0,06	5.800	0,18	4.500	0,14	2.000	0,06	1.700	0,05	3.900	0,12
(Fe-S)/P	6,0		1,0		1,0		13,3		3,8		4,4	

Gebaseerd op tabel rapportage Bertens, 2016

Uit de tabel 1 is te concluderen dat:

- Het zwevend stof in het niet door de rwzi belaste deel van de Hertogswetering (bovenstrooms) ijzerrijker is dan het zwevend stof bij de inlaat in de Teeffelse Wetering;
- Vanwege de hogere gehalten aan ijzer het zwevend stof bovenstrooms in de Hertogswetering (4) voldoende capaciteit heeft om het aanwezige totaal fosfor (in het zwevend stof) te binden (ratio (Fe-S)/P = 10-20);
- Bij de inlaat (1) het vanwege de lagere ratio (Fe-S)/P dan bovenstrooms Hertogswetering (4) de verwachting is dat niet al het aanwezige totaal fosfor gebonden is;
- De meetlocaties benedenstrooms Hertogswetering een wisselend beeld laten zien (7 en 9) dat zich niet zo duidelijk laat verklaren.

E.e.a. is gepresenteerd in figuur 8:



Figuur 8: Geografische weergave gehalten stikstof kjeldahl, ijzer en totaal fosfor in zwevend stof op een vijftal meetlocaties in de Teeffelse Wetering en Hertogswetering. Daarnaast is de ratio (Fe-S)/P gegeven.

Invloed van rwzi Oijen op (samenstelling) zwevend stof:

De variatie in samenstelling van het zwevend stof in de Teeffelse Wetering is groot. Het zwevend stof bij de inlaat (1) bevat ten opzichte van het opgevangen zwevend stof benedenstrooms (2 en 3) de effluentlozing minder totaal fosfor en totaal zwavel dan het zwevend stof ten opzichte van de beide benedenstrooms gelegen sedimentvallen (ca. een factor 3 lager). Verwacht wordt dat deze verandering in de Teeffelse Wetering hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door de effluentlozing.

Na de instroom van de Teeffelse Wetering in de Hertogswetering verandert de samenstelling van het zwevend stof (7 en 9) wederom. Opvallend is de toename van onder andere totaal fosfor en ijzer in de meest benedenstrooms geplaatste sedimentval (9). Daarnaast kan ook gesteld worden dat het opvallend is dat het opgevangen zwevend stof in sedimentval sHERTWE610 (7) anders is dan in de overige sedimentvallen (1t/m 4 en 9). Het zwevend stof in deze sedimentval bevat minder organisch materiaal. Dit blijkt enerzijds uit de gloeirest, anderzijds aan het organisch gebonden koolstof. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is. Mogelijk dat er andere invloeden zijn die voor deze verandering zorgen, zoals afspoeling van percelen, kwel, eventuele lokale opwoeling van sediment (Bertens, 2016).

Conclusie:

De hoeveelheid ingevangen zwevende stof (nat) is bij de inlaat in de Teeffelse Wetering veel lager dan op de andere meetpunten. De hoeveelheid is in bovenstroomse en benedenstroomse meetpunten in de Hertogswetering ongeveer gelijk. De reikwijdte van het effect van de lozing van de rwzi Oijen op het watersysteem in de vorm van zwevend stof incl. Hertogswetering is lastig vast te stellen op basis van deze eenmalige meetronde met sedimentvallen. Wel is een effect op de Teeffelse Wetering te zien in de vorm van aanvoer van zwevend stof met hogere gehalten voor fosfor, stikstof en zwavel.

Hoofdstuk 4 Discussie

4.1 Meetonzekerheid

De meetonzekerheid kan met name bij bacteriën een rol spelen wanneer in een meetreeks op eenzelfde dag de monsters die elkaar van boven- naar benedenstrooms de ene keer wel en de andere keer niet of minder sterk de referentienormen overschrijden. De meetonzekerheid die rond het gerapporteerde aantal kolonievormende eenheden (KVE's) ligt is voor de bepaling van *E. coli* 25% en voor de bepaling van de intestinale enterococci 75%.³

Dit betekent dat bijvoorbeeld een waarde van 440 n/dl intestinale enterococci in werkelijkheid kan variëren van 110 tot 770 n/dl. Deze marges overlappen dan soms een referentieklassering: 110 n/dl is $\leq 1 \times$ referentienorm (= groen) en 770 n/dl is $\leq 2 \times$ referentienorm (= rood). Dit aspect heeft geen invloed op het totaalbeeld. Wanneer het kleurenbeeld van *E. coli* en intestinale enterococci wordt vergeleken dan is het patroon vergelijkbaar; vooral bij extreme waarden waar 25% of 75% afwijkingen niet meer uitmaken voor de klassering en het totaalbeeld over reikwijdte van bacteriën.

4.2 Overige bronnen

De rwzi's zijn de belangrijkste bron voor aanvoer van stikstof, fosfor, ammonium en bacteriën op deze ontvangende waterlopen. Daarnaast zijn er naast de rwzi, andere bronnen op de waterlopen, die incidenteel tot overschrijding van de (referentie) normen kunnen leiden. Dit blijkt uit de volgende analysesresultaten: ammonium in de Kleine Wetering (zie meting van 11 mei 2015) en *E. coli* bovenstrooms in de Grote Wetering (zie meting 13 april 2015). Deze incidenten hebben geen invloed op het totaalbeeld dat via deze pilot verkregen is over de reikwijdte van effluent.

4.3 Retentietijden

Naast de kwaliteit van het effluent spelen een aantal factoren een rol tot over welke afstand nog een invloed van effluent gemeten kan worden, zoals:

- Aandeel effluent in het totale debiet van de waterloop;
- Watersysteem benedenstrooms de effluentlozing;
- Type parameter;
- Tijd van het jaar.

a. Aandeel effluent in waterloop

De invloed die een rwzi uitoefent op een waterloop wordt bepaald door zowel de concentratie als het debiet. Hoe hoger het aandeel van het effluent in het debiet van de ontvangende waterloop des te groter het verlagende of verhogende effect van het effluent van de rwzi is op de concentraties stoffen in het oppervlaktewater.

Voor de rwzi's in deze pilot geldt (tabel 3):

- Het aandeel effluent van rwzi Oijen in het debiet van de Teeffelse Wetering is ca. 55%. Er is nauwelijks sprake van een verschil tussen zomer- en winterhalfjaar;
- Het aandeel effluent in het debiet van de Groote Wetering is ca. 40%. Er lijkt sprake van een hoger aandeel in het zomerhalfjaar.

Beide rwzi's in de pilot hebben daarmee een substantieel aandeel en daarmee ook een substantiële invloed op waterkwaliteit van de ontvangende waterloop (Van Zuilichem, 2015).

Tabel 3: Procentueel aandeel van het effluent van elke rwzi in het totale debiet van de ontvangende waterloop, gebaseerd op cijfers over de periode 2008-2014.

Periode 2008-2014	Debietsaandeel (%) effluent in ontvangende waterloop	
	RWZI Vinkel	RWZI Oijen
Jaargemiddelde	43	55
Zomerhalfjaargemiddelde	49	52
Winterhalfjaargemiddelde	35	58

³ Bron: AQUON, Instituut voor wateronderzoek en advies d.d. 21-01-2015

b. Type watersysteem

Het watersysteem (omvang en inrichting) bepaalt mede tot hoe ver een bepaalde parameter in het watersysteem kan doordringen. In een langzaam stromend watersysteem zullen bijvoorbeeld bacteriën eerder kunnen bezinken. Een duidelijk voorbeeld hierbij is dat het effluent van rwzi Land van Cuijk bij aankomst in de Laarakkerse Waterleiding nauwelijks nog bacteriën bevat, vanwege het feit dat het effluent eerst nog een helofytenfilter moet passeren (Van Zuilichem, 2015).

Bij de Grote Wetering (rwzi Vinkel) speelt bijvoorbeeld de volgende relevante situatie: In de zomermaanden kan de bovenstroomse aanvoer zo laag zijn dat water benedenstrooms de effluentlozing tijdelijk stil blijft staan tussen twee stuwvakken. Hierdoor wordt het aandeel effluent benedenstrooms tijdelijk groter.

Bij de Hertogswetering (rwzi Oijen) speelt bijvoorbeeld de volgende relevante situatie: Bij weinig wateraanvoer bovenstrooms vanuit de Hertogswetering, kan het voor korte tijd voorkomen dat water vanuit Teeffelse Wetering bij de inlaat richting bovenstrooms gaat totdat dit eerste bovenstroomse stuwvak voldoende gevuld is (mededeling M. van Drunen, 31 juli 2013). Water uit de Teeffelse Wetering kan dan over een bepaalde afstand richting bovenstrooms gaan (zie figuur 9). Meetlocatie oHERTWE500 valt in de rood omcirkelde zone. Op 15 september, 12 oktober en 16 november zijn hoge aantallen bacteriën aangetroffen bovenstrooms in de Hertogswetering. In hoeverre het hier gaat om een andere bacteriebron of dat hier sprake is van de hierboven omschreven situatie is onbekend.



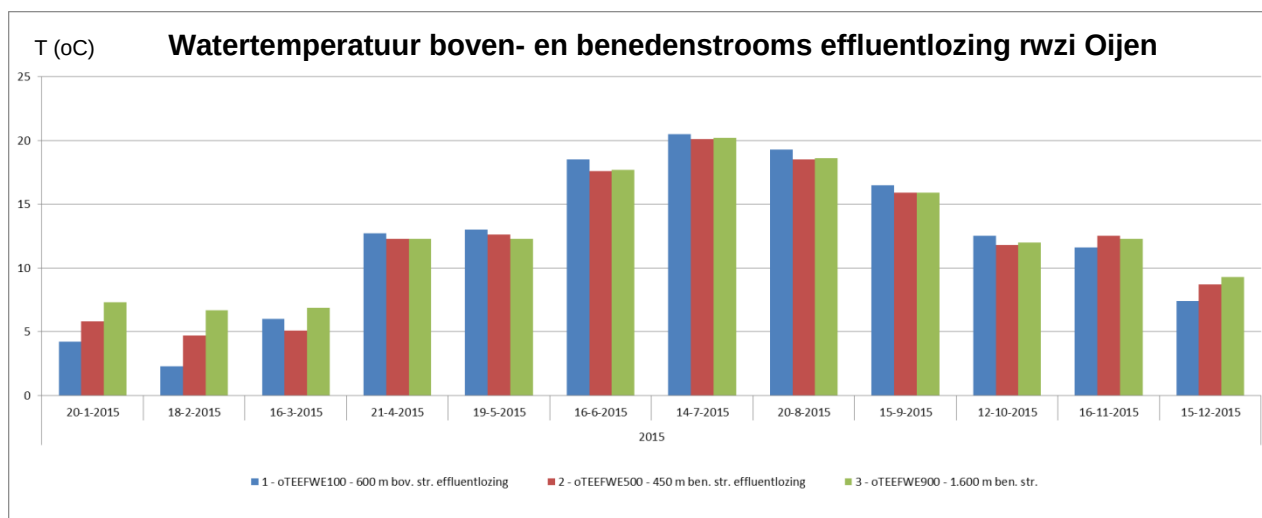
Figuur 9: Bovenstrooms meetnet pilot Oijen, waarbij het rood omcirkelde gebied water kan bevatten vanuit de Teeffelse Wetering in de situatie dat de wateraanvoer vanuit de hertogswetering klein is. Geel X = stuw

c. Type parameter

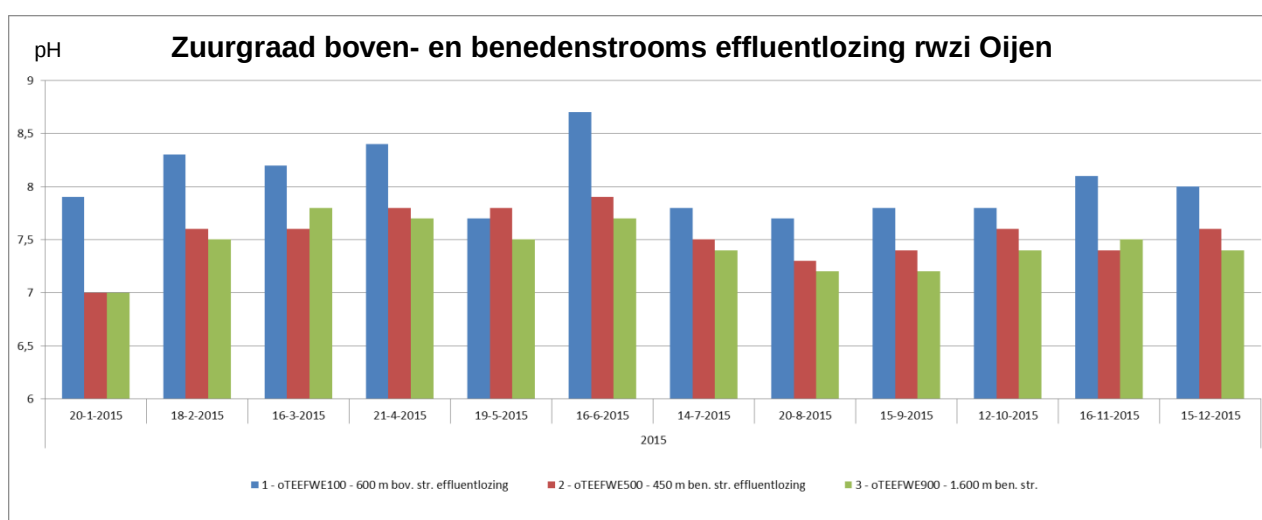
De onderzochte parameters hebben elk een ander gedrag in het water. Dit heeft ook zijn weerslag op de afstand van het lozingspunt waarover de stof nog in hoge gehalten aangetroffen worden. Bij ammonium speelt de zuurgraad en de watertemperatuur een grote rol in de verhouding waarin NH_4 of NH_3 voorkomen in het water bij het al dan niet overschrijden van de normdoelstelling. Relatief hoge concentraties NH_4 hoeven daardoor niet altijd te leiden tot een overschrijding van de normen voor het jaargemiddelde (JGM) en de maximale jaarwaarde (MAX). Lagere concentraties kunnen ook tot normoverschrijdingen leiden. Dit heeft te maken met de invloed van pH en watertemperatuur op de normwaarde voor NH_4 . In [bijlage 11](#) wordt dit in grafieken inzichtelijk gemaakt. Algemeen geldt: hoe hoger de temperatuur en/of de zuurgraad, des te strenger wordt de normwaarde voor ammonium.

Wat benedenstrooms rwzi's mee kan spelen is dat de pH en/of watertemperatuur door het effluent verhoogd wordt. Daardoor wordt de normwaarde voor ammonium lager en zal bij een lagere concentratie ammonium alsnog een overschrijding van de norm optreden. Bij rwzi Oijen worden over een lange afstand overschrijdingen van de ammoniumnorm gezien.

Deze worden voornamelijk veroorzaakt door de concentraties ammonium zelf en niet door een pH- en/of temperatureffect (via het effluent). Bij rwzi Oijen is dat met name te zien in het zomerhalfjaar in 2015. Bij vrijwel alle monsternames zijn de pH en temperatuur van het water benedenstrooms lager dan bovenstrooms (figuren 10 en 11). Dit heeft juist een verlagend effect op de normwaarde voor ammonium.



Figuur 10: Watertemperatuur van het oppervlaktewater in de Teeffelse Wetering boven- en benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Oijen in 2015



Figuur 11: Zuurgraad van het oppervlaktewater in de Teeffelse Wetering boven- en benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Oijen in 2015

d. Seizoen

Zoals eerder in deze paragraaf aangegeven spelen watertemperatuur en debiet een rol in het gedrag van de onderzochte parameters in het water. Beide parameters variëren in de tijd. Daartoe zal de retentietijd van de verschillende stoffen per seizoen variëren.

In bijlage 9 is ter illustratie het weerbeeld gegeven ten aanzien van regenval. In de bijlage 3 t/m 8 zijn deze gegevens ook langs de meetresultaten gelegd. Voor zowel ammonium als bacteriën is te zien dat bij monsternames kort na relatief grote regenbuien hogere waarden worden aangetroffen en dit dan verder benedenstrooms terug gemeten wordt. Dit lijkt heftiger bij bacteriën terug te zien dan bij ammonium. Voorbeelden van dagen dat dit te zien is: bij rwzi Vinkel op 2 aug. 2014 en 8 sep. 2015 en bij rwzi Oijen op 16 nov. 2015. Daarentegen worden ook in droge perioden hoge waarden aangetroffen, zoals op 10 febr. 2015 voor rwzi Vinkel: geen regen, wel tot ver in de waterloop hoge waarden voor zowel ammonium als bacteriën.

Het voert te ver in het kader van deze pilot om een diepgaande analyse uit te voeren over de relatie neerslag en gemeten waarden voor ammonium, nutriënten en bacteriën. Bovendien dient bij een dergelijke analyse ook meetgegevens op rwzi's meegenomen te worden.

Verder is de overlevingsduur van bacteriën onder meer afhankelijk van het weer. Bij hogere zonintensiteit in combinatie met helder water, zullen bacteriën eerder dood gaan. Bij kouder weer kunnen bacteriën langer overleven. Uit de meetresultaten blijkt dat *E. coli* (EC) tot op grotere afstanden van rwzi-lozingspunten aangetroffen kunnen worden vergeleken met intestinale enterococci (IE). Blijkbaar is oppervlaktewater voor IE een nog minder gunstig milieu dan voor EC. Ook is de mate van overleving tijdens het zuiveringsproces van IE mogelijk lager dan *E. coli*.

4.4 Relatie afgevangen sediment en waterbodem

Via sedimentvallen (zie onderstaande foto in figuur 12) die op de bodem van de waterloop zijn vastgezet is zwevend stof uit de waterloop afgevangen. Afgevangen sediment (= basis voor nieuwe slibaanwas) heeft veelal een andere kwaliteit dan de liggende waterbodem (= oudere sliblaag). Deze bestaat namelijk uit meer gezet materiaal waar bijvoorbeeld chemische processen anders op inwerken vergeleken met vrij zwevend materiaal.

In hoeverre de resultaten op basis van de sedimentval vertaald kunnen worden naar de kwaliteit van de waterbodem, is niet duidelijk. Het geeft in elk geval een indicatie van de potentiële kwaliteit van de toekomstige waterbodem.



Figuur 12: Sedimentval gelijksoortig als gebruikt in voorliggende project, bestaande uit 120 reageerbuisjes die enige tijd heeft ingestaan in het veld (foto is van sedimentval buiten dit project)

Hoofdstuk 5 Conclusies

In de inleiding is de volgende informatiebehoefte geformuleerd: Inzicht verkrijgen in het beïnvloedingsgebied van effluent van rwzi's, waarbij concreet onderzocht in deze pilot:

1. Tot hoe ver benedenstrooms rwzi Oijen en Vinkel zijn er risico's voor de ecologie ten aanzien van ammonium (ammoniak);
2. Tot hoe ver benedenstrooms rwzi Oijen en Vinkel zijn er risico's ten aanzien van de bacteriologische waterkwaliteit voor recreatief medegebruik van waterlopen, zoals kanovaarders en vissers;
3. Tot hoe ver benedenstrooms rwzi Oijen is er een invloed is te zien van het effluent op de concentraties stikstof en fosfor in het oppervlaktewater en in de waterbodem.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deze vragen. Met beïnvloedingsgebied wordt bedoeld de afstand waarover risico's zijn te verwachten voor de ecologie of recreanten. Er is sprake van een risico wanneer de gestelde referentienorm wordt overschreden.

5.1 Beïnvloedingsgebied ammonium

- Voor de onderzochte rwzi's Vinkel en Oijen geldt onder normale omstandigheden dat bij rwzi Vinkel na ruim 4 km (= instroom Kleine Wetering) en bij rwzi Oijen in de gehele Hertogswetering benedenstrooms de effluentlozing ecologische risico's zijn te verwachten;
- Bij rwzi Vinkel geldt bij extreme omstandigheden (bv. calamiteit oktober 2014) dat tot minstens 5 km benedenstrooms ecologische risico's verwacht kunnen worden;
- Voor beide rwzi's wordt via deze pilot eerdere aanbevelingen tot nadere aandacht voor ammonium bevestigd en versterkt doordat blijkt dat de risico's ten aanzien van ammonium over vrijwel de gehele ontvangende waterloop is te verwachten (bij Oijen onder reguliere omstandigheden, bij Vinkel alleen bij calamiteiten).

5.2 Beïnvloedingsgebied bacteriën

- Voor rwzi Vinkel geldt dat er risico's voor bacteriën zijn tot minstens 5 km benedenstrooms voor intestinale enterococci en minstens 6,5 km voor E. coli;
- Voor rwzi Oijen geldt dat er risico's voor bacteriën zijn tot minstens de instroom in de Teeffelse Wetering (na ca. 2 km) voor intestinale enterococci en tot maximaal ca. 6,5 km voor E. coli. In 25% van de meetrondes is er in de gehele benedenstroomse Hertogswetering een gezondheidsrisico voor recreanten;
- Op basis van deze pilot lijkt het erop dat intestinale enterococci een kleinere overlevingskans hebben in een zuiveringsproces en in het oppervlaktewater dan E. coli's;

5.3 Beïnvloedingsgebied stikstof

- De kwaliteit van het effluent van rwzi Oijen is van een vergelijkbare of betere kwaliteit als het water bovenstrooms in de Teeffelse Wetering en bovenstroomse in de Hertogswetering. Daarmee heeft het effluent nauwelijks invloed op de stikstofconcentraties in deze waterloop;
- Incidenteel ligt de concentratie N-totaal iets hoger dan bovenstrooms. Dit is dan tot minstens 3 km tot maximaal ca. 6,5 km benedenstrooms in de Hertogswetering terug te zien in de metingen.

5.4 Beïnvloedingsgebied fosfor

- Het beïnvloedingsgebied van rwzi Oijen reikt onder normale (zuiverings- en weers-) omstandigheden tot minstens 14-15 km benedenstrooms in de Hertogswetering (en tot het punt waar de Hertogswetering in de Maas komt);

- Er treedt verdunning van de concentratie P op door bovenstrooms water uit de Hertogswetering (gemiddeld ca. 50%). Deze verdunning is onvoldoende om de waterkwaliteitsdoelstelling voor P-totaal te halen voor de Hertogswetering.

5.5 Relatie waterbodem met effluentlozing

- De reikwijdte van het effect van de lozing van de rwzi Oijen op het watersysteem in de vorm van zwevend stof en waterbodem (dus incl. Hertogswetering) is lastig vast te stellen op basis van deze eenmalige meetronde met sedimentvallen;
- Wel is een effect op de Teeffelense Wetering te zien in de vorm van aanvoer van zwevend stof met hogere gehalten voor fosfor, stikstof en zwavel;
- Aangezien er alleen metingen aan zwevend stof zijn gedaan, is dit niet zomaar 1 op 1 door te vertalen naar waterbodem.

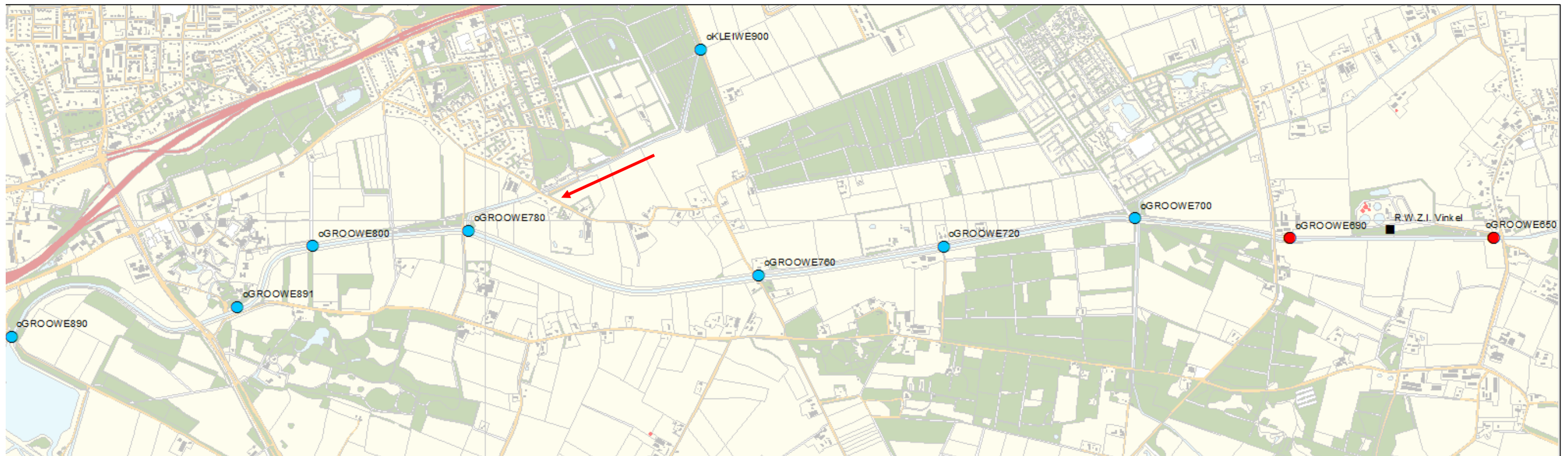
Informatiebronnen

1. Bertens, P., 2016. Waterbodemkwaliteit – Toestand 2010 tot en met 2015, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch;
2. Leenen, I., 2015. Stand van zaken pathogenen, antibiotica en antibioticaresistentie, rapportnummer 2014002, 10 februari 2015, uitgevoerd door H2Oké Water en Gezondheid Advies, in opdracht van Waterschap Aa en Maas, Wageningen;
3. 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;
4. Zuilichem, H. van, 2015. Oppervlaktewaterkwaliteit nabij rwzi's, periode 2008-2015, d.d. 9 september 2015, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.

Bijlage 1: Meetnet rwzi Vinkel 2014 en 2015

N.B.: Meetlocatie oGROOWE780 ligt voor de instroom van de Kleine Wetering in de grote Wetering

MEPID	MEPAN	Afstand tot effluentlozing (m)	Afstand tot effluentlozing (m)	Bov.-ben. str.	Volgorde kaart	Volgorde bemonstering AQUON	Meetnet 2014	Meetnet 2015
140292	oGROOWE650	450	450 m bov. str.	bov. str.	1	1	x	x
140391	oGROOWE690	450	450 m ben. str.	ben. str.	2	2	x	x
140260	oGROOWE700	1150	1150 m ben. str.	ben. str.	3	3	x	x
140280	oGROOWE720	2050	2050 m ben. str.	ben. str.	4	4	x	x
140309	oGROOWE760	3450	3450 m ben. str.	ben. str.	5	5		x
140310	oGROOWE780	4200	4200 m ben. str. voor instroom	ben. str.	6	7		x
140294	oKLEIWE900	4200	4200 m ben. str. instroom	ben. str.	7	6		x
140290	oGROOWE800	5050	5050 m ben. str.	ben. str.	8	8	x	x
900081	oGROOWE891	5600	5600 m ben. str.	ben. str.	9	9	x	x
140293	oGROOWE890	6750	6750 m ben. str.	ben. str.	10	10		x



Bijlage 2: Meetnet rwzi Oijen 2015

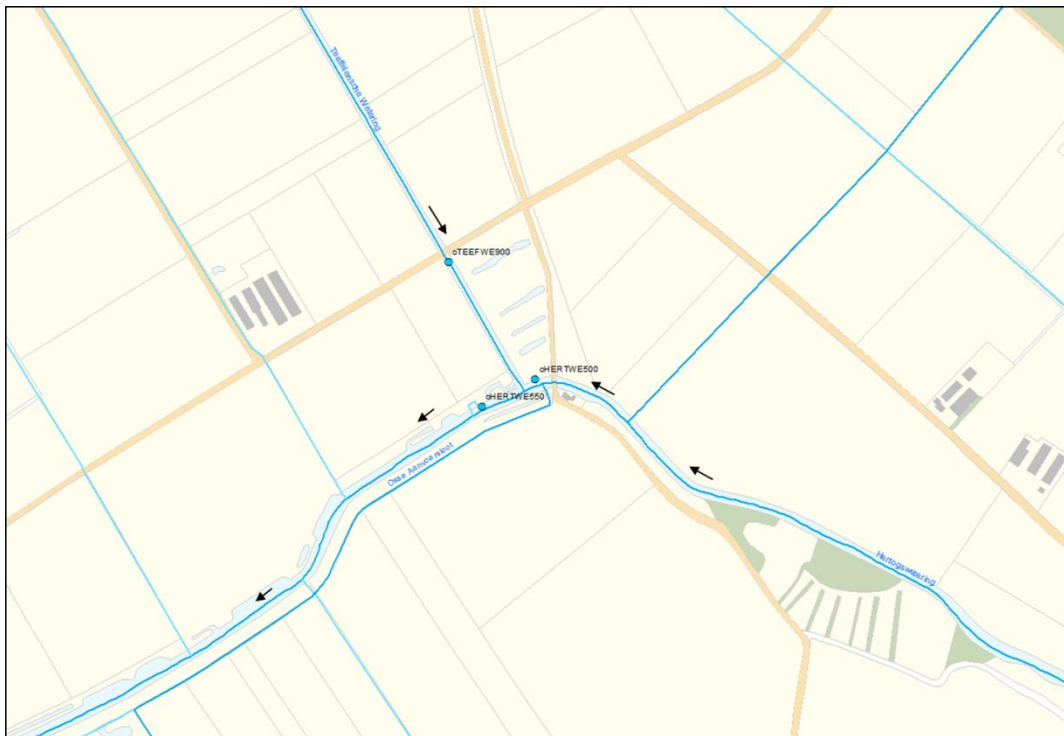
MEPID	MEPAN	Afstand tot effluentlozing (m)	Sedimentval (MEPID)	Bov.-ben. str.	Volgorde bemonstering AQUON
340455	oTEEFWE100	600	349768	bov. str. effluentlozing	1
340456	oTEEFWE500	450	349769	ben. str.	2
340452	oTEEFWE900	1.600	249806	ben. str.	3
140742	oHERTWE500	40		bov. str. inlaat Teeffelse Wetering	4
900102	oHERTWE550	1.880		ben. str.	5
900193	oHERTWE480	2.400	340765	bov. str. inlaat Teeffelse Wetering	6
340435	oHERTWE610	3.400	349766	ben. str.	7
340438	oHERTWE690	6.650		ben. str.	8
340425	oHERTWE780	10.300	349767	ben. str.	9
343430	oHERTWE900	14.500		ben. str.	10



Detailkaarten:

Meetlocatie oTEEFWE500 ligt voor de instroom van de zijslot

Meetlocatie oHERTWE500 ligt voor de instroom van de Teeffelse Wetering



Bijlage 3: Analyseresultaten rwzi Vinkel - ammonium

Parameter.code	NH4
Eenheid.code	mg/l

Meetpuntcode	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum																														
			25-02-14	31-03-14	30-04-14	26-05-14	23-06-14	22-07-14	21-08-14	17-09-14	3-10-14	4-10-14	5-10-14	6-10-14	7-10-14	10-10-14	17-10-14	27-10-14	24-11-14	29-12-14	12-01-15	28-01-15	10-02-15	10-03-15	13-04-15	11-05-15	9-06-15	7-07-15	11-08-15	8-09-15	13-10-15	9-11-15	8-12-15
oGROOWE650	Grote Wetering	450 m bov. str.	0,68	0,046	0,34	0,031	0,03	0,12	0,38	0,043	0,06	0,06	0,06	0,094	0,035	0,12	0,25	0,78	0,81	0,96	0,8	0,83	0,97	0,45	0,14	0,47	0,03	0,5	0,054	0,099	0,089	0,34	0,73
oGROOWE690	Grote Wetering	450 m ben. str.	0,82	0,17	0,61	0,58	0,13	2,1	0,33	0,12	11	7,4	8,2	6,4	3,6	0,28	0,5	0,78	1,1	1	0,91	0,94	1,2	0,63	0,48	0,5	0,74	1,5	0,071	0,11	0,16	0,43	0,72
oGROOWE700	Grote Wetering	1.150 m ben. str.	0,54	0,47	0,93	0,96	0,087	2,9	0,31	0,14	3,5	7,4	7,1	7,9	3,1	1,9	0,48	0,65	0,82	1	0,89		1,2	0,87	0,43	0,56	1,4	0,47	0,11	0,093	0,19	0,38	0,56
oGROOWE720	Grote Wetering	2.050 m ben. str.	0,92	0,62	0,48	0,25	0,045	0,71	0,27	0,096	3,4	4,8	5	5,3	3,8	0,4	0,49	0,62	0,75	0,99	0,83		1	0,73	0,75	0,49	2,2	0,17	0,051	0,13	0,15	0,32	0,74
oGROOWE760	Grote Wetering	3.450 m ben. str.																			0,81		1,2	0,64	0,65	0,49	0,94	0,16	0,077	0,13	0,2	0,31	0,73
oGROOWE780	Grote Wetering	4.200 m ben. str. effl. / bov. str. instroom																			0,8		1,1	0,62	0,59	0,41	0,073	0,18	0,094	0,11	0,17	0,36	0,65
oKLEIWE900	Kleine Wetering	4.200 m ben. str. (instroom)																			0,82		0,79	0,56	0,33	3,7	0,031	0,081	0,07	0,072	0,03	0,072	0,8
oGROOWE800	Grote Wetering	5.050 m ben. str.	0,72	0,48	0,41	0,062	0,03	0,098	0,24	0,05	1,5	1,9	2,6	2,5	3,9	1,1	0,28	0,6	0,72	1	0,81		1,1	0,56	0,51	0,39	0,03	0,18	0,087	0,097	0,18	0,34	0,63
oGROOWE891	Grote Wetering	5.600 m ben. str.	0,71	0,46	0,44	0,03	0,03	0,098	0,25	0,064							0,88			1,1	0,8		1,1	0,57	0,5	0,41	0,03	0,13	0,095	0,11	0,13	0,34	0,64
oGROOWE890	Grote Wetering	6.750 m ben. str.																					1	0,55	0,44	0,39	0,095	0,071	0,032	0,13	0,16	0,36	0,63

NB1: Tussen locatie '720' en '800' komt de Kleine Wetering erbij (= verdunning). Vanaf 2015 wordt uitgebreider gemeten. Zie kaart.

NB2: De Kleine Wetering is bemonsterd na meetpunt oGROOWE760. In januari 2015 is de locatie bemonsterd na oGROOWE720.

Calamiteit met lozer van meststoffen op riool

Legenda

	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	> 2 mg/l
	> 4 mg/l
	niet (juist*) gemeten

*): Meetlocatie is in verkeerde volgorde bemonsterd met de rest.

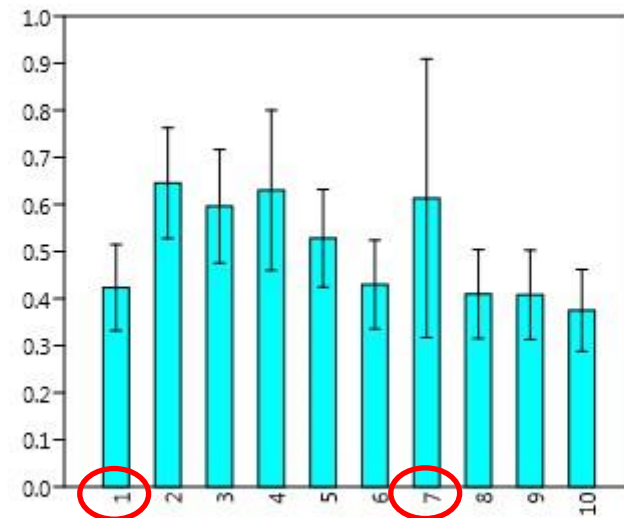
Relatief hoge concentraties NH4 hoeven niet altijd te leiden tot een overschrijding van de normen voor JGM en MAX. Lagere concentraties kunnen ook tot normoverschrijdingen leiden. Dit heeft te maken met de invloed van pH en T op de normwaarde voor NH4.

NH4	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
25-02-14	vrijwel geen regen
31-03-14	vrijwel geen regen (op 27 mrt < 0,5 mm)
30-04-14	regen (ca. 4 mm)
26-05-14	regen (op 21 mei ca. 4 mm)
23-06-14	vrijwel geen regen
22-07-14	regen (ruim 8 mm)
21-08-14	regen (ruim 15 mm)
17-09-14	geen regen
03-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)
04-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)
05-10-14	vrijwel geen regen (< 0,5 mm op 1 okt.)
06-10-14	weinig regen (op 5 okt..ca. 1 mm)
07-10-14	weinig regen (op 5 okt. ca. 1 mm)
10-10-14	regen (op 7 t/m 9 okt. resp. ca. 3,5, 3,5 en 8 mm)
17-10-14	regen (op 16 okt. ca. 7 mm)
27-10-14	regen (op 25 okt. ruim 6 mm)
24-11-14	vrijwel geen regen (op 23 nov. ca. 0,3 mm)
29-12-14	regen (ruim 22 mm)

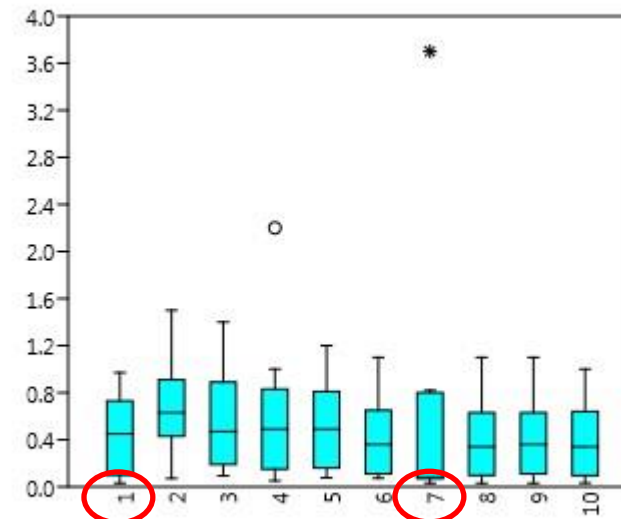
NH4	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
12-01-15	regen (op 8 t/m 11 dec samen ruim 6,5 mm)
28-01-15	regen (op 24 jan. Ruim 6 mm, t.m 27 jan. totaal Bijna 8 mm)
10-02-15	geen regen
10-03-15	vrijwel geen regen
13-04-15	regen (ca. 2 mm)
11-05-15	regen (ca. 3 mm)
09-06-15	regen (op 6 jun. ca. 8 mm)
07-07-15	regen (op 3 jul. Ruim 13 mm) en op 6 jul. Bijna 2 mm)
11-08-15	weinig regen (totaal vanaf 7 aug. < 1,5 mm)
08-09-15	regen (ca. 12,5 mm op 5 sep. Periode 5 t/m 7 sep. bijna 20 mm)
13-10-15	regen (ca. 3 mm)
09-11-15	regen (5 t/m 8 nov. in totaal ruim 8,5 mm)
08-12-15	regen (ruim 13 mm)

Bar chart:

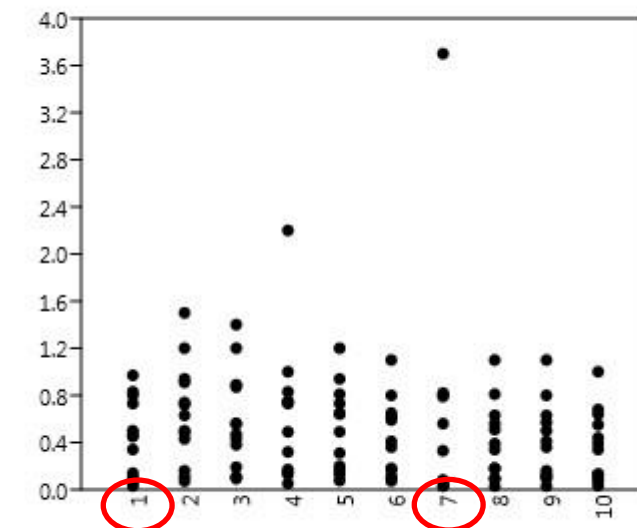
Gemiddelde concentratie NH₄ (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Box plot:**

Concentraties NH₄ (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Jitter plot:**

Concentraties NH₄ (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Toelichting figuren:**

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Grote Wetering en 7 = Kleine Wetering.

In de grafieken zijn op drie verschillende wijzen de meetresultaten gepresenteerd: staafdiagram, boxplot en jitter plot.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

Omdat bij rwzi Vinkel slechts enkele keren hogere individuele waarden zijn aangetroffen, is heeft deze wijze van data presenteren minder toegevoegde waarde ten opzichte van de tabel op voorgaande pagina.

Toetswaarde	NH4 JGM
Eenheid.code	dimensieloos

Meetpunt.tekstcode	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum																														
			25-02-14	31-03-14	30-04-14	26-05-14	23-06-14	22-07-14	21-08-14	17-09-14	3-10-14	4-10-14	5-10-14	6-10-14	7-10-14	10-10-14	17-10-14	27-10-14	24-11-14	29-12-14	12-01-15	28-01-15	10-02-15	10-03-15	13-04-15	11-05-15	9-06-15	7-07-15	11-08-15	8-09-15	13-10-15	9-11-15	8-12-15
oGROOWE650	Grote Wetering	450 m bov. str.	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	2,5	0,2	0,1	0,0	0,4	0,2
oGROOWE690	Grote Wetering	450 m ben. str.	0,4	0,1	0,5	0,8	0,3	2,3	0,1	0,2	14,7	8,6	9,8	5,7	4,0	0,3	0,5	0,2	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,7	2,9	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
oGROOWE700	Grote Wetering	1.150 m ben. str.	0,1	0,2	0,8	1,1	0,2	3,9	0,1	0,3	2,7	9,1	6,7	5,8	3,4	1,9	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2		0,2	0,2	0,1	0,5	1,8	0,6	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1
oGROOWE720	Grote Wetering	2.050 m ben. str.	0,2	0,3	0,4	0,4	0,1	1,0	0,1	0,1	2,7	4,5	4,6	3,9	4,1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1		0,1	0,2	0,4	0,4	3,6	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1
oGROOWE760	Grote Wetering	3.450 m ben. str.																			0,4		0,2	0,1	0,3	0,4	3,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
oGROOWE780	Grote Wetering	4.200 m ben. str. effl. / bov. str. instroom																			0,5		0,2	0,2	0,3	0,6	2,8	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,5
oKLEIWE900	Kleine Wetering	4.200 m ben. str. (instroom)																			0,5		0,1	0,2	0,1	3,9	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,6	0,3
oGROOWE800	Grote Wetering	5.050 m ben. str.	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	1,7	1,7	2,3	1,7	3,3	1,7	0,3	0,2	0,1	0,0	0,9		0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,7	0,5	0,1	0,1	0,5	0,3
oGROOWE891	Grote Wetering	5.600 m ben. str.	3,9	0,2	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1								0,3		0,0	0,2		0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,6	0,1	0,1	0,6	0,3
oGROOWE890	Grote Wetering	6.750 m ben. str.																					0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,6	0,4	0,1	0,1	0,5	0,3

NB1: Tussen locatie '720' en '800' komt de Kleine Wetering erbij (= verdunning). Vanaf 2015 wordt uitgebreider gemeten. Zie kaart.

NB2: De Kleine Wetering is bemonsterd na meetpunt oGROOWE760. In januari 2015 is de locatie bemonsterd na oGROOWE720.

Calamiteit met lozer van meststoffen op riool

Legenda

	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	niet (juist*) gemeten

*) Meetlocatie is in verkeerde volgorde bemonsterd met de rest.

Toetswaarde	NH4 MAX
Eenheid.code	dimensieloos

Meetpunt.tekstcode	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum																														
			25-02-14	31-03-14	30-04-14	26-05-14	23-06-14	22-07-14	21-08-14	17-09-14	3-10-14	4-10-14	5-10-14	6-10-14	7-10-14	10-10-14	17-10-14	27-10-14	24-11-14	29-12-14	12-01-15	28-01-15	10-02-15	10-03-15	13-04-15	11-05-15	9-06-15	7-07-15	11-08-15	8-09-15	13-10-15	9-11-15	8-12-15
oGROOWE650	Grote Wetering	450 m bov. str.	0,2	0,0	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,0	1,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,8	0,1	5,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,1
oGROOWE690	Grote Wetering	450 m ben. str.	0,7	0,1	1,1	1,6	0,5	4,6	0,1	0,4	29,4	17,2	19,6	11,4	7,9	0,5	1,1	0,3	0,5	0,0	0,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,5	5,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,1
oGROOWE700	Grote Wetering	1.150 m ben. str.	0,2	0,3	1,6	2,2	0,3	7,8	0,1	0,6	5,4	18,3	13,4	11,5	6,8	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1	0,3		0,4	0,5	0,3	0,9	3,5	1,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
oGROOWE720	Grote Wetering	2.050 m ben. str.	0,4	0,5	0,8	0,7	0,2	2,0	0,1	0,3	5,3	8,9	9,3	7,7	8,2	0,8	1,0	0,4	0,3	0,3	0,2		0,3	0,4	0,8	0,9	7,2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
oGROOWE760	Grote Wetering	3.450 m ben. str.																			0,9		0,4	0,3	0,7	0,9	7,7	0,8	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1
oGROOWE780	Grote Wetering	4.200 m ben. str. effl. / bov. str. instroom																			1,1		0,4	0,3	0,6	1,1	5,5	0,9	0,7	0,1	0,0	0,1	0,3
oKLEIWE900	Kleine Wetering	4.200 m ben. str. (instroom)																			0,9		0,3	0,3	0,3	7,8	0,2	0,4	0,8	0,1	0,0	0,3	0,1
oGROOWE800	Grote Wetering	5.050 m ben. str.	0,3	0,4	0,7	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	3,3	3,4	4,6	3,5	6,6	3,4	0,6	0,4	0,3	0,0	1,8		0,4	0,3	0,7	0,9	0,2	1,5	1,0	0,1	0,1	0,3	0,2
oGROOWE891	Grote Wetering	5.600 m ben. str.	7,8	0,4	0,8	0,0	0,0	0,3	0,1	0,2								0,6		0,0	0,4		0,4	0,3	0,7	1,0	0,8	1,1	1,1	0,2	0,1	0,3	0,2
oGROOWE890	Grote Wetering	6.750 m ben. str.																					0,3	0,3	0,5	0,9	0,8	1,1	0,8	0,2	0,0	0,3	0,2

NB1: Tussen locatie '720' en '800' komt de Kleine Wetering erbij (= verdunning). Vanaf 2015 wordt uitgebreider gemeten. Zie kaart.

NB2: De Kleine Wetering is bemonsterd na meetpunt oGROOWE760. In januari 2015 is de locatie bemonsterd na oGROOWE720.

Calamiteit met lozer van meststoffen op riool

Legenda

	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	niet (juist*) gemeten

*) Meetlocatie is in verkeerde volgorde bemonsterd met de rest.

NH4	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
25-02-14	vrijwel geen regen
31-03-14	vrijwel geen regen (op 27 mrt < 0,5 mm)
30-04-14	regen (ca. 4 mm)
26-05-14	regen (op 21 mei ca. 4 mm)
23-06-14	vrijwel geen regen
22-07-14	regen (ruim 8 mm)
21-08-14	regen (ruim 15 mm)
17-09-14	geen regen
03-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)
04-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)
05-10-14	vrijwel geen regen (< 0,5 mm op 1 okt.)
06-10-14	weinig regen (op 5 okt..ca. 1 mm)
07-10-14	weinig regen (op 5 okt. ca. 1 mm)
10-10-14	regen (op 7 t/m 9 okt. resp. ca. 3,5, 3,5 en 8 mm)
17-10-14	regen (op 16 okt. ca. 7 mm)
27-10-14	regen (op 25 okt. ruim 6 mm)
24-11-14	vrijwel geen regen (op 23 nov. ca. 0,3 mm)
29-12-14	regen (ruim 22 mm)

NH4	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
12-01-15	regen (op 8 t/m 11 dec samen ruim 6,5 mm)
28-01-15	regen (op 24 jan. Ruim 6 mm, t.m 27 jan. totaal Bijna 8 mm)
10-02-15	geen regen
10-03-15	vrijwel geen regen
13-04-15	regen (ca. 2 mm)
11-05-15	regen (ca. 3 mm)
09-06-15	regen (op 6 jun. ca. 8 mm)
07-07-15	regen (op 3 jul. Ruim 13 mm) en op 6 jul. Bijna 2 mm)
11-08-15	weinig regen (totaal vanaf 7 aug. < 1,5 mm)
08-09-15	regen (ca. 12,5 mm op 5 sep. Periode 5 t/m 7 sep. bijna 20 mm)
13-10-15	regen (ca. 3 mm)
09-11-15	regen (5 t/m 8 nov. in totaal ruim 8,5 mm)
08-12-15	regen (ruim 13 mm)

Bijlage 4: Analyseresultaten rwzi Vinkel - bacteriën

Parameter.code	E. Coli
Eenheid.code	n/dl

Meetpuntcode	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum																							
			25-02-14	31-03-14	30-04-14	26-05-14	23-06-14	22-07-14	21-08-14	17-09-14	27-10-14	24-11-14	29-12-14	12-01-15	10-02-15	10-03-15	13-04-15	11-05-15	9-06-15	7-07-15	11-08-15	8-09-15	13-10-15	9-11-15	8-12-15	
oGROOWE650	Grote Wetering	450 m bov. str.	46	15	15	77	110	46	420	15	140	200	1500		600	140	2200	160	46	110	630	93	220	77	480	
oGROOWE690	Grote Wetering	450 m ben. str.	2700	640	5700	4800	4300	34659	3400	15000	1500	9800	1100		2100	4000	9800	330	19000	3300	1900	4800	4300	2700	2200	
oGROOWE700	Grote Wetering	1.150 m ben. str.	4400	5000	21000	2800	530	34659	5000	4800	960	2800	1700	500	2900	3200	8300	1600	1200	46	94	2600	9000	3100	270	
oGROOWE720	Grote Wetering	2.050 m ben. str.	3700	1500	17000	410	220	35000	*	1300	1400	3900	1500	710	2000	6600	14000	500	430	93	110	3700	2700	1000	3000	
oGROOWE760	Grote Wetering	3.450 m ben. str.												990	2300	4000	11000	350	500	46	46	4300	2000	1200	2800	
oGROOWE780	Grote Wetering	4.200 m ben. str. effl. / bov. str. instroom												690	1900	2300	7700	1500	200	330	230	2700	670	560	1900	
oKLEIWE900	Kleine Wetering	4.200 m ben. str. (instroom)												30	46	15	93	180	45	30	77	130	46	30	220	
oGROOWE800	Grote Wetering	5.050 m ben. str.	2300	700	330	61	46	94	5400	46	530	650	1500	720	1900	2200	4800	230	46	130	180	1900	570	420	1600	
oGROOWE891	Grote Wetering	5.600 m ben. str.	1700	490	180	61	94	130	4400	30	350	-	2700	700	2100	1400	4800	140	61	590	140	2100	860	230	800	
oGROOWE890	Grote Wetering	6.750 m ben. str.													1000	1600	3200	110	130	310	160	960	970	400	1400	

NB1: Tussen locatie '720'en '800' komt de Kleine Wetering erbij (= verdunning). Vanaf 2015 wordt uitgebreider gemeten. Zie kaart.
NB2: De Kleine Wetering is bemonsterd na meetpunt oGROOWE760. In januari 2015 is de locatie bemonsterd na oGROOWE720.

Referentiekader = Normen zwemwater:	
E. coli	1.800 n/dl
Int. ent.	400 n/dl

Legenda

	≤ 900 n/dl	(≤ 0,5x ref.)
	> 900 en ≤ 1800 n/dl	(0,5 - 1x ref.)
	> 1800 en ≤ 3600 n/dl	(1 - 2x ref.)
	> 3600 n/dl	(> 2x ref.)
	niet (juist) gemeten (* / -)	

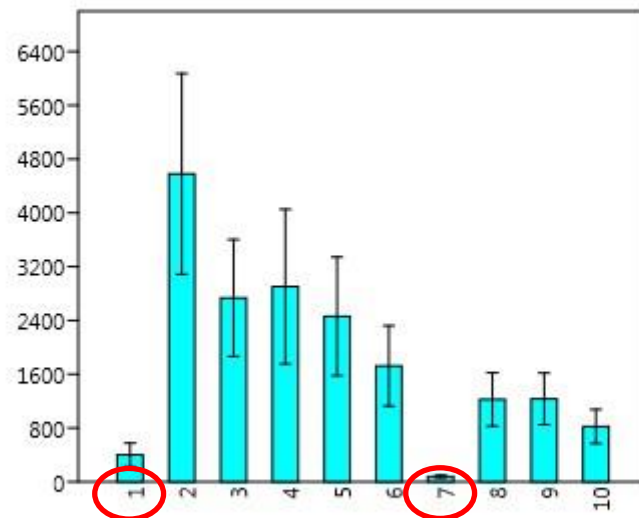
*) : Meetlocatie is in verkeerde volgorde bemonsterd met de rest.
Gemeten waarde = 4.400 n/dl
-) : Locatie is op 18 november bemonsterd, dus op verkeerde dag.

BACT	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
25-02-14	vrijwel geen regen
31-03-14	vrijwel geen regen (op 27 mrt < 0,5 mm)
30-04-14	regen (ca. 4 mm)
26-05-14	regen (op 21 mei ca. 4 mm)
23-06-14	vrijwel geen regen
22-07-14	regen (ruim 8 mm)
21-08-14	regen (ruim 15 mm)
17-09-14	geen regen
27-10-14	regen (op 25 okt. ruim 6 mm)
24-11-14	vrijwel geen regen (op 23 nov. ca. 0,3 mm)
29-12-14	regen (ruim 22 mm)

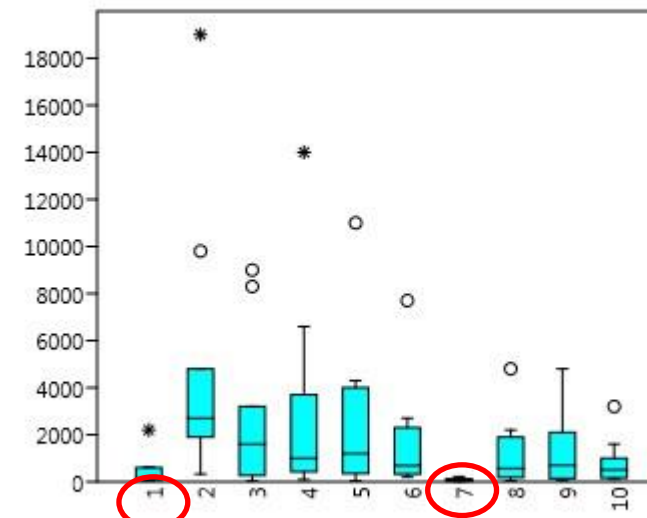
BACT	Uit HydroNET:
Datum	Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
12-01-15	regen (op 8 t/m 11 dec samen ruim 6,5 mm)
10-02-15	geen regen
10-03-15	vrijwel geen regen
13-04-15	regen (ca. 2 mm)
11-05-15	regen (ca. 3 mm)
09-06-15	regen (op 6 jun. ca. 8 mm)
07-07-15	regen (op 3 jul. Ruim 13 mm) en op 6 jul. Bijna 2 mm)
11-08-15	weinig regen (totaal vanaf 7 aug. < 1,5 mm)
08-09-15	regen (ca. 12,5 mm op 5 sep. Periode 5 t/m 7 sep. bijna 20 mm)
13-10-15	regen (ca. 3 mm)
09-11-15	regen (5 t/m 8 nov. in totaal ruim 8,5 mm)
08-12-15	regen (ruim 13 mm)

Bar chart:

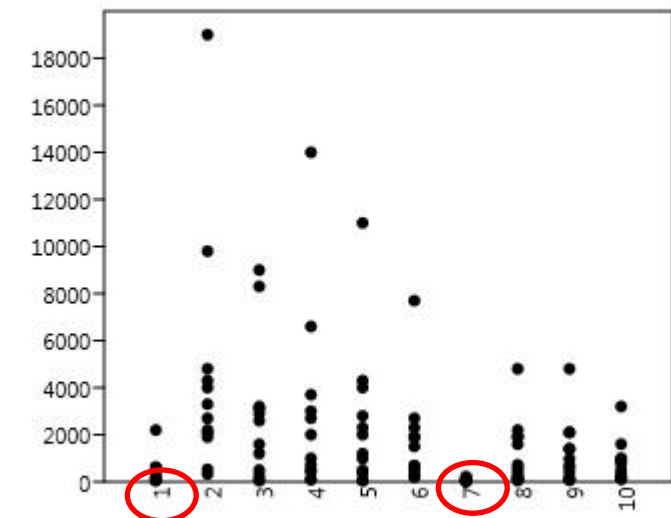
Gemiddeld aantal E. coli (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Box plot:**

Aantallen E. coli (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Jitter plot:**

Aantallen E. coli (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Toelichting figuren:**

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Grote Wetering en 7 = Kleine Wetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen waarden E. coli in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Vinkel worden structureel gemiddeld hogere aantallen E. coli's aangetroffen. Het verschil wordt kleiner met het groter worden van de afstand tot de effluentlozing. 'Structureel' is gebaseerd op maandelijkse metingen op een willekeurig tijdstip van de dag.

Parameter.code	Intestinale Enterococcen
Eenheid.code	n/dl

Meetpuntcode	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum																							
			25-02-14	31-03-14	30-04-14	26-05-14	23-06-14	22-07-14	21-08-14	17-09-14	27-10-14	24-11-14	29-12-14	12-01-15	10-02-15	10-03-15	13-04-15	11-05-15	9-06-15	7-07-15	11-08-15	8-09-15	13-10-15	9-11-15	8-12-15	
oGROOWE650	Grote Wetering	450 m bov. str.	15	15	15	15	15	130	180	15	15	15	30		15	15	15	15	15	15	94	15	15	30	15	
oGROOWE690	Grote Wetering	450 m ben. str.	250	130	660	330	210	15000	660	660	110	1800	61		200	320	670	15	460	61	46	180	330	810	250	
oGROOWE700	Grote Wetering	1.150 m ben. str.	1000	610	1800	160	15	21000	460		110	220	310	15	61	180	590	510	77	30	15	46	160	720	350	15
oGROOWE720	Grote Wetering	2.050 m ben. str.	390	390	720	15	15	1700	*		30	94	750	61	30	200	610	1200	30	94	15	15	160	140	180	200
oGROOWE760	Grote Wetering	3.450 m ben. str.													30	230	390	860	15	61	15	15	94	130	140	210
oGROOWE780	Grote Wetering	4.200 m ben. str. effl. / bov. str. instroom													15	61	180	390	1200	46	30	15	46	45	46	30
oKLEIWE900	Kleine Wetering	4.200 m ben. str. (instroom)													15	15	15	15	15	15	140	46	15	15	30	15
oGROOWE800	Grote Wetering	5.050 m ben. str.	130	140	15	15	15	110	250	15	46	160	77	30	260	140	290	15	15	30	15	130	15	30	110	
oGROOWE891	Grote Wetering	5.600 m ben. str.	77	77	15	15	15	77	350	30	30	-	110	30	180	77	140	15	15	76	15	15	15	15	110	
oGROOWE890	Grote Wetering	6.750 m ben. str.													77	94	130	15	15	46	15	30	15	15	110	

NB1: Tussen locatie '720'en '800' komt de Kleine Wetering erbij (= verdunning). Vanaf 2015 wordt uitgebreider gemeten. Zie kaart.

NB2: De Kleine Wetering is bemonsterd na meetpunt oGROOWE760. In januari 2015 is de locatie bemonsterd na oGROOWE720.

Referentiekader = Normen zwemwater:	
E. coli	1.800 n/dl
Int. ent.	400 n/dl

Legenda

	≤ 200 n/dl	(≤ 0,5x ref.)
	> 200 en ≤ 400 n/dl	(0,5 - 1x ref.)
	> 400 en ≤ 800 n/dl	(1 - 2x ref.)
	> 800 n/dl	(> 2x ref.)
	niet (juist) gemeten (* / -)	

*) : Meetlocatie is in verkeerde volgorde bemonsterd met de rest.

Gemeten waarde = 4.400 n/dl

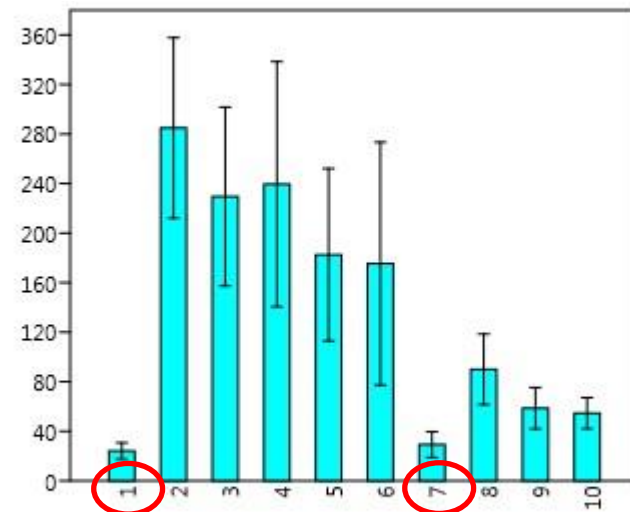
-): Locatie is op 18 november bemonsterd, dus op verkeerde dag.

BACT Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
25-02-14	vrijwel geen regen
31-03-14	vrijwel geen regen (op 27 mrt < 0,5 mm)
30-04-14	regen (ca. 4 mm)
26-05-14	regen (op 21 mei ca. 4 mm)
23-06-14	vrijwel geen regen
22-07-14	regen (ruim 8 mm)
21-08-14	regen (ruim 15 mm)
17-09-14	geen regen
27-10-14	regen (op 25 okt. ruim 6 mm)
24-11-14	vrijwel geen regen (op 23 nov. ca. 0,3 mm)
29-12-14	regen (ruim 22 mm)

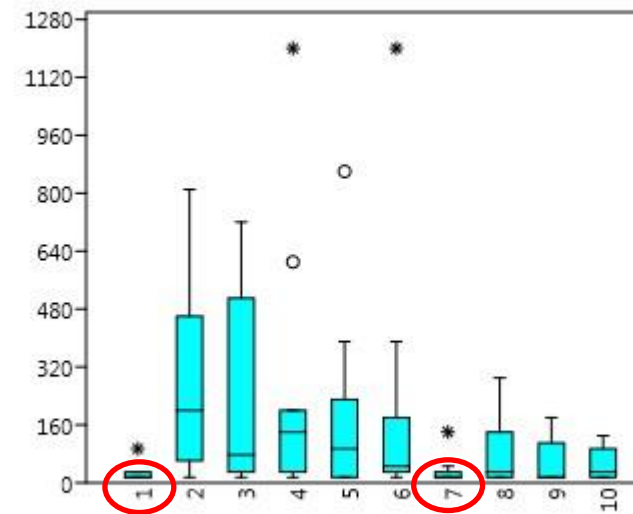
BACT Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
12-01-15	regen (op 8 t/m 11 dec samen ruim 6,5 mm)
10-02-15	geen regen
10-03-15	vrijwel geen regen
13-04-15	regen (ca. 2 mm)
11-05-15	regen (ca. 3 mm)
09-06-15	regen (op 6 jun. ca. 8 mm)
07-07-15	regen (op 3 jul. Ruim 13 mm) en op 6 jul. Bijna 2 mm)
11-08-15	weinig regen (totaal vanaf 7 aug. < 1,5 mm)
08-09-15	regen (ca. 12,5 mm op 5 sep. Periode 5 t/m 7 sep. bijna 20 mm)
13-10-15	regen (ca. 3 mm)
09-11-15	regen (5 t/m 8 nov. in totaal ruim 8,5 mm)
08-12-15	regen (ruim 13 mm)

Bar chart:

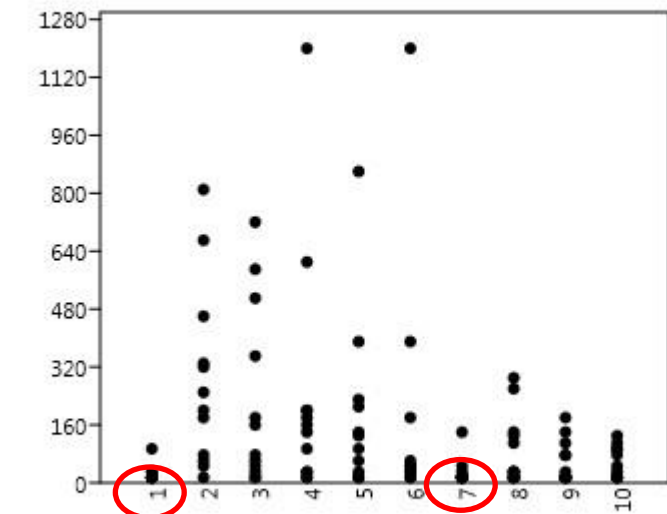
Gemiddeld aantal intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Box plot:**

Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Jitter plot:**

Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Vinkel, maandelijks gemeten in 2015

**Toelichting figuren:**

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Grote Wetering en 7 = Kleine Wetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen waarden intestinale enterococcen in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Vinkel worden structureel gemiddeld hogere aantallen intestinale enterococcen aangetroffen. Het verschil wordt kleiner met het groter worden van de afstand tot de effluentlozing. 'Structureel' is gebaseerd op maandelijkse metingen op een willekeurig tijdstip van de dag.

Bijlage 5: Analyseresultaten rwzi Oijen - ammonium

Parameter.code	NH4
Eenheid.code	mg/l

		Volg		2015												
Meetpunt.code	Waterloop	nr.	Afstand tot effluentlozing (m)	20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	15-09-15	12-10-15	16-11-15	15-12-15	
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	1	600 m bov. str. effluentlozing	0,13	0,09	0,07	0,03	0,07	0,03	0,11	0,10	0,06	0,04	0,07	0,08	
oTEEFWE500		2	450 m ben. str. effluentlozing	1,20	1,50	1,20	0,31	1,00	0,13	3,10	0,25	0,88	0,14	0,78	0,69	
oTEEFWE900		3	1.600 m ben. str.	1,40	1,90	0,39	0,44	1,30	0,19	2,50	0,31	1,20	0,23	0,65	0,94	
oHERTWE480	Hertogswetering bovstr.	4	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,32	0,25	0,18	0,10	0,12	0,04	0,11	0,05	0,14	0,11	0,17	0,30	
oHERTWE500		5	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,37	0,32	0,14	0,04	0,12	0,09	0,10	0,06	0,13	0,10	0,16	0,33	
oHERTWE550	Hertogswetering benstr.	6	1.880 ben. str.	0,45	0,70	0,36	0,19	0,60	0,13	1,80	0,18	0,62	0,12	0,33	0,47	
oHERTWE610		7	3.400 m ben. str.	0,56	0,77	0,46	0,31	0,72	0,10	1,30	0,13	0,87	0,17	0,29	0,48	
oHERTWE690		8	6.650 m ben. str.	0,59	0,86	0,36	0,22	0,41	0,03	0,16	0,04	0,22	0,17	0,40	0,61	
oHERTWE780		9	10.300 m ben. str.	0,62	0,73	0,24	0,16	0,18	0,05	0,05	0,04	0,38	0,11	0,36	0,60	
oHERTWE900		10	14.500 m ben. str.	0,79		0,29	0,06	0,06	0,03	0,08	0,26	2,10	0,08	0,54	0,66	

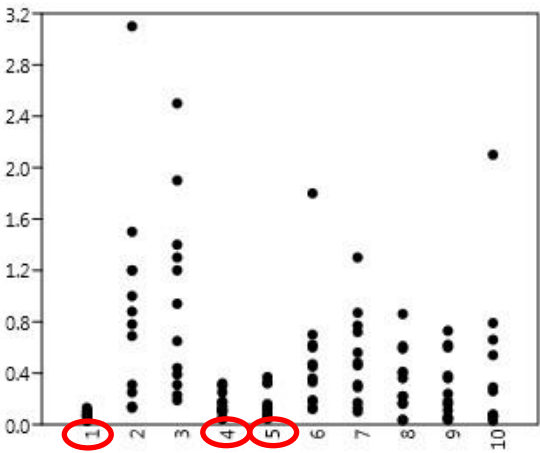
NB1: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.
NB2: Op d.d. 17 september 2015 zijn er nog geen data aangeleverd door AQUON voor locatie oHERTWE900 van meetronde op 18-02-2015. Klantvraag loopt nog.

Legenda

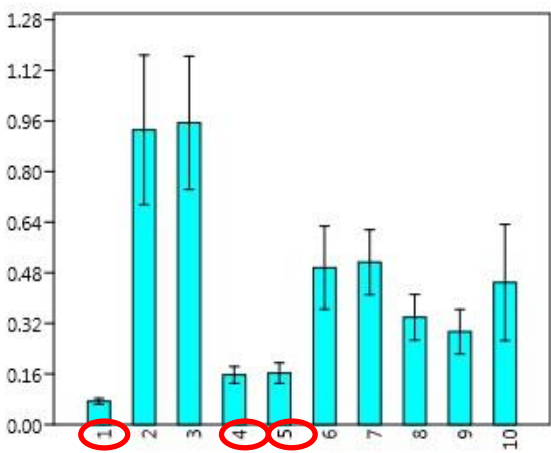
	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	> 2 mg/l
	niet gemeten

Relatief hoge concentraties NH4 hoeven niet altijd te leiden tot een overschrijding van de normen voor JGM en MAX. Lagere oncentraties kunnen ook tot normoverschrijdingen leiden. Dit heeft te maken met de invloed van pH en T op de normwaarde voor NH4.

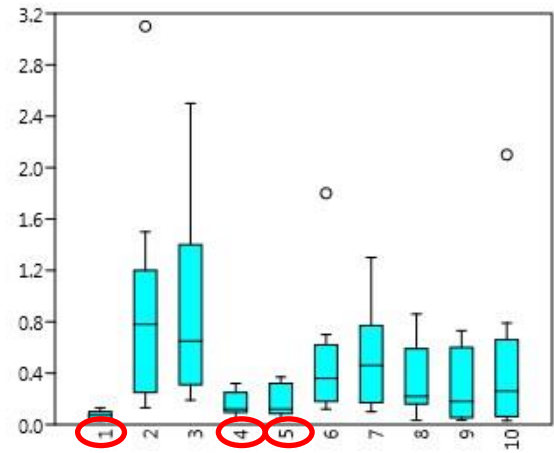
Bar chart:
Gemiddelde concentratie NH4 (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Box plot:
Concentraties NH4 (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Jitter plot:
Concentraties NH4 (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Toelichting figuren:

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Teeffelse Wetering en 4 en 5 = bovenstrooms Hertogswetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen waarden voor E. coli in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Oijen worden structureel gemiddeld hogere aantallen E. coli aangetroffen. Het verschil wordt kleiner met het groter worden van de afstand tot de effluentlozing. ‘Structureel’ is gebaseerd op maandelijkse metingen op een willekeurig tijdstip van de dag.

Toetswaarde	NH ₄ JGM
Eenheid.code	dimensieloos

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	19-09-15	16-10-15	14-11-15	20-12-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,6	0,7	0,5	0,29	0,12	0,46	0,29
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	0,4	1,8	1,5	1,0	3,5	0,8	9,4	0,4	1,57	0,29	1,08	1,12
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.	0,5	2,1	0,9	1,2	2,2	0,8	6,1	0,4	1,35	0,31	1,11	1,01
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,19	0,10	0,28	0,29
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,1	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,2	0,18	0,08	0,26	0,41
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 ben. str.	0,2	0,8	0,8	0,7	1,3	0,5	5,4	0,3	0,85	0,11	0,43	0,46
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	0,2	1,0	0,8	0,9	1,6	0,5	3,1	0,2	1,25	0,16	0,48	0,39
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	0,2	1,7	0,7	1,0	2,2	0,3	0,5	0,1	0,31	0,21	0,68	0,62
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	0,2	4,3	0,7	1,0	2,0	1,3	0,2	0,2	0,84	0,16	0,61	1,20
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	0,4		1,0	0,8	1,0	0,4	0,4	0,9	4,63	0,55	1,45	1,64

NB1: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.

NB2: Op d.d. 17 september 2015 zijn er nog geen data aangeleverd door AQUON voor locatie oHERTWE900 van meetronde op 18-02-2015. Klantvraag loopt nog.

Legenda

	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	niet gemeten

Toetswaarde	NH ₄ MAX
Eenheid.code	dimensieloos

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	19-09-15	16-10-15	14-11-15	20-12-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,14	0,06	0,23	0,15
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	0,2	0,9	0,7	0,5	1,7	0,4	4,7	0,2	0,78	0,14	0,54	0,56
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.	0,3	1,0	0,4	0,6	1,1	0,4	3,1	0,2	0,68	0,15	0,55	0,51
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,05	0,14	0,14
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,09	0,04	0,13	0,20
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 ben. str.	0,1	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	2,7	0,2	0,43	0,05	0,22	0,23
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	0,1	0,5	0,4	0,4	0,8	0,3	1,5	0,1	0,63	0,08	0,24	0,19
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	0,1	0,8	0,3	0,5	1,1	0,2	0,2	0,0	0,15	0,10	0,34	0,31
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	0,1	2,1	0,3	0,5	1,0	0,7	0,1	0,1	0,42	0,08	0,31	0,60
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	0,2		0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,5	2,32	0,28	0,73	0,82

NB1: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.

NB2: Op d.d. 17 september 2015 zijn er nog geen data aangeleverd door AQUON voor locatie oHERTWE900 van meetronde op 18-02-2015. Klantvraag loopt nog.

Legenda

	≤ 1 mg/l
	> 1 mg/l
	niet gemeten

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)
18-02-15	geen regen
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)
21-04-15	geen regen
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)

Bijlage 6: Analyseresultaten rwzi Oijen - bacteriën

Parameter.code	E. coli
Eenheid.code	n/dl

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	15-09-15	12-10-15	16-11-15	15-12-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing		15	15	77	140	15	94	61	94	140	670	190
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	6600	1100	15	410	3100	4500	35000	4000	17000	1200	34700	1800
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.		3700	1900	2800	4500	4300	35000	4300	14000	1800	34700	3200
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	270	420	15	160	77	45	200	230	5700	2300	1600	220
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	230	110	30	180	94	15	110	330	590	380	3200	300
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 m ben. str.	690	15	520	580	1900	1600	35000	1500	5400	690	12700	770
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	2800	870	1700	530	1800	160	6600	350	4000	630	9000	1100
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	2700	510	1100	530	670	77	500	250	1200	670	18600	1000
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	5700	580	520	130	130	61	94	46	480	160	34700	1400
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	6100		180	160	140	15	92	180	200	200	34700	1800

NB1: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.
NB2: Op d.d. 17 september 2015 zijn er nog geen data aangeleverd door AQUON voor locatie oHERTWE900 van meetronde op 18-02-2015. Klantvraag loopt nog.

Verdunnend effect van bov. str. Hertogswetering is geringer, vanwege lagere aanvoer relatief schoon water in droge zomermaanden

Referentiekader = Normen zwemwater:	
E. coli	1.800 n/dl
Int. ent.	400 n/dl

Legenda

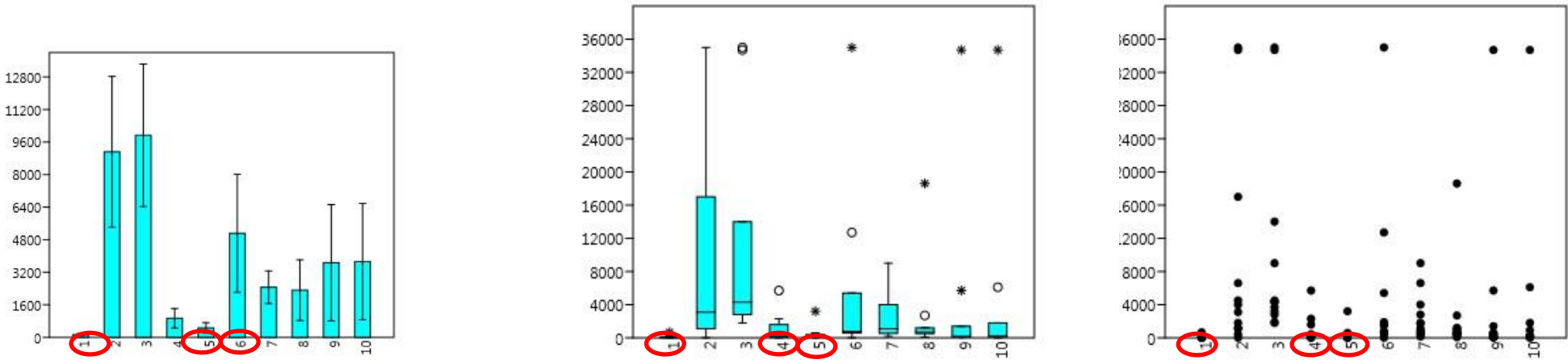
	≤ 900 n/dl	(≤ 0,5x ref.)
	> 900 en ≤ 1800 n/dl	(0,5 - 1x ref.)
	> 1800 en ≤ 3600 n/dl	(1 - 2x ref.)
	> 3600 n/dl	(> 2x ref.)
	niet gemeten	

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)
18-02-15	geen regen
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)
21-04-15	geen regen
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)

Bar chart:
Gemiddeld aantal intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015

Box plot:
Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015

Jitter plot:
Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Toelichting figuren:

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Teeffelse Wetering en 4 en 5 = bovenstrooms Hertogswetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen waarden voor E. coli in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Oijen worden structureel gemiddeld hogere aantallen E. coliaangetroffen. Het verschil wordt kleiner met het groter worden van de afstand tot de effluentlozing. ‘Structureel’ is gebaseerd op maandelijkse metingen op een willekeurig tijdstip van de dag.

Parameter.code	Intestinale enterococcen
Eenheid.code	n/dl

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	15-09-15	12-10-15	16-11-15	15-12-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing		15	15	15	190	15	15	15	15	15	15	15
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	550	46	15	30	350	220	2600	15	420	30	5000	130
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.		130	180	230	210	270	1800	46	370	30	2200	200
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	77	160	15	15	15	15	15	15	620	390	310	61
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	77	15	15	15	15	15	15	15	61	77	440	30
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 ben. str.	160	15	61	30	110	77	760	15	130	15	1300	110
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	140	30	110	30	15	15	180	15	110	15	1000	93
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	180	30	46	15	15	15	15	15	15	15	1600	15
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	440	15	45	15	15	15	15	15	15	15	2500	30
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	900		30	15	15	30	15	15	15	15	3500	30

NB1: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.
NB2: Op d.d. 17 september 2015 zijn er nog geen data aangeleverd door AQUON voor locatie oHERTWE900 van meetronde op 18-02-2015. Klantvraag loopt nog.

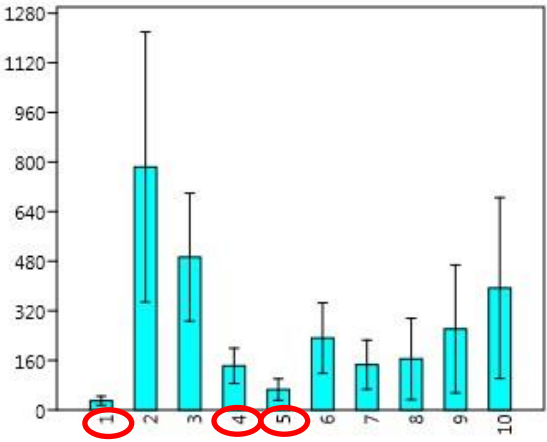
Verdunnend effect van bov. str. Hertogswetering is geringer, vanwege lagere aanvoer relatief schoon water in droge zomermaanden

Referentiekader = Normen zwemwater:	
E. coli	1.800 n/dl
Int. ent.	400 n/dl

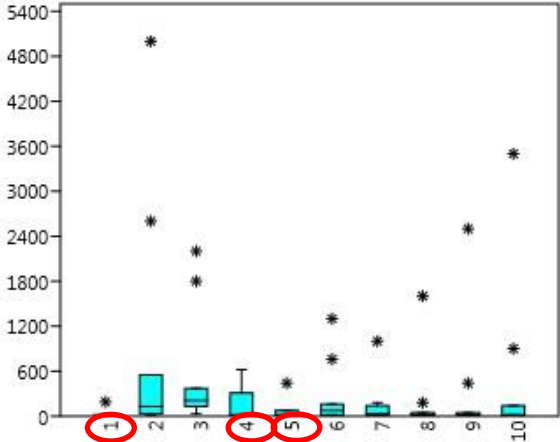
Legenda	Intestinale enterococcen	
	≤ 200 n/dl	(≤ 0,5x ref.)
	> 200 en ≤ 400 n/dl	(0,5 - 1x ref.)
	> 400 en ≤ 800 n/dl	(1 - 2x ref.)
	> 800 n/dl	(> 2x ref.)
	niet gemeten	

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)
18-02-15	geen regen
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)
21-04-15	geen regen
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)

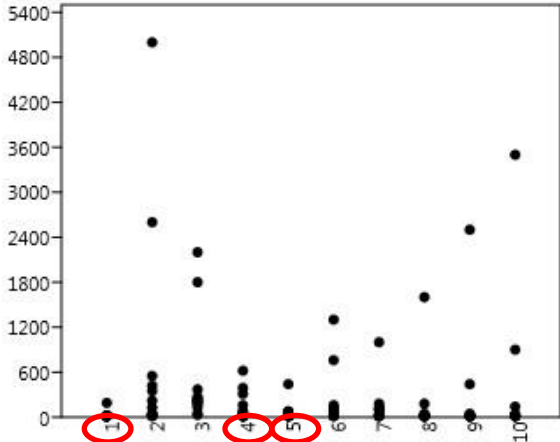
Bar chart:
Gemiddeld aantal intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Box plot:
Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Jitter plot:
Aantallen intestinale enterococcen (n/dl) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Toelichting figuren:

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Teeffelse Wetering en 4 en 5 = bovenstrooms Hertogswetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan een duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen waarden voor intestinale enterococcen in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Oijen worden structureel gemiddeld hogere aantallen intestinale enterococcen aangetroffen. Het verschil wordt kleiner met het groter worden van de afstand tot de effluentlozing. ‘Structureel’ is gebaseerd op maandelijkse metingen op een willekeurig tijdstip van de dag.

Bijlage 7: Analyseresultaten rwzi Oijen - stikstof

Parameter.code	Ntot
Eenheid.code	mg/l

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	15-sep-15	12-okt-15	16-nov-15	15-dec-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing	3,9	3,8	4,0	3,8	3,3	3,0	2,7	2,3	2,3	2,8	3,7	3,5
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	2,9	3,2	2,2	1,9	3,6	2,7	5,1	1,7	2,9	2,5	3,3	3,6
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.	3,0	3,7	4,4	3,2	3,5	2,4	4,7	2,1	3,2	2,5	3,1	3,2
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	5,8	5,6	4,8	3,9	3,0	2,1	2,0	1,8	2,7	3,2	3,7	4,9
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	5,5	5,0	4,8	3,6	2,2	1,7	1,6	1,6	2,6	3,0	3,6	4,8
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 m ben. str.	5,2	4,6	4,2	3,6	2,9	2,0	3,7	1,9	2,8	2,8	3,5	4,0
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	4,9	4,5	3,9	3,2	3,0	2,1	3,2	1,5	3,1	2,6	3,4	5,1
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	4,5	4,3	3,9	3,4	2,8	1,7	2,1	1,6	2,0	2,5	3,9	4,1
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	4,4	4,5	3,8	3,2	2,7	1,7	2,0	1,2	2,6	2,8	3,1	4,0
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	4,3		4,1	3,2	2,6	1,6	1,6	1,6	4,0	2,3	3,3	4,2

NB: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.

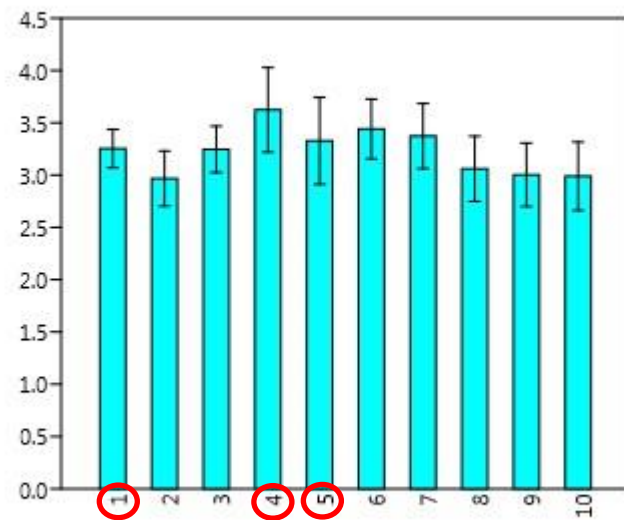
Legenda (referentie is ZHG norm in mg/l voor KRW-type M3)

	Goed	≤ 2,8
	Matig	2,8-5,6
	Ontoereikend	5,6-14
	Slecht	> 14
	niet gemeten	

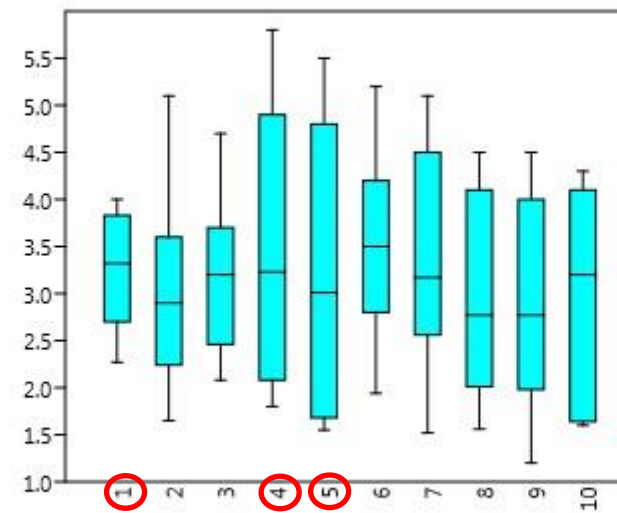
Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)
18-02-15	geen regen
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)
21-04-15	geen regen
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)

Bar chart:

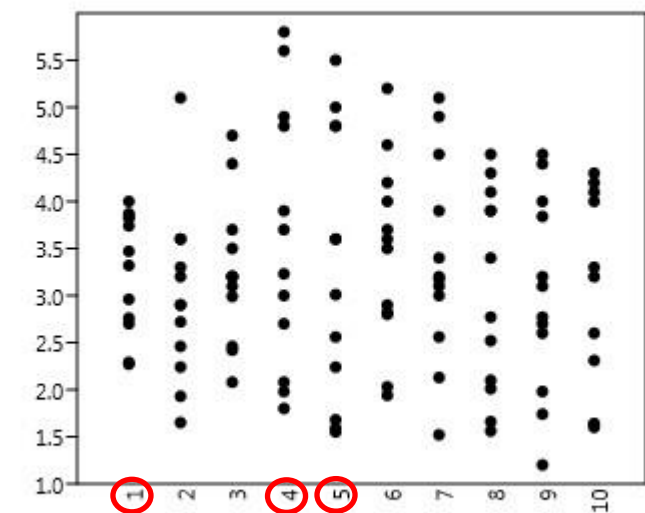
Gemiddelde concentratie totaal stikstof (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015

**Box plot:**

Concentratie totaal stikstof (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015

**Jitter plot:**

Concentratie totaal stikstof (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015

**Toelichting figuren:**

Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Teeffelense Wetering en 4 en 5 = bovenstrooms Hertogswetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan geen duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is geen duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen concentraties N-totaal in het water.

Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Oijen worden vergelijkbare concentraties N-totaal aangetroffen. Dit ligt in de lijn van verwachting, aangezien het effluent van rwzi Oijen vergelijkbare concentraties N-totaal bevat als bovenstrooms water.

Bijlage 8: Analyseresultaten rwzi Oijen - fosfor

Parameter.code	Ptot
Eenheid.code	mg/l

Meetpunt.code	Waterloop	Afstand tot effluentlozing (m)	Datum											
			20-01-15	18-02-15	16-03-15	21-04-15	19-05-15	16-06-15	14-07-15	20-08-15	15-sep-15	12-okt-15	16-nov-15	15-dec-15
oTEEFWE100	Teeffelse Wetering	600 m bov. str. effluentlozing	0,11	0,095	0,075	0,059	0,066	0,041	0,021	0,064	0,09	0,11	0,12	0,12
oTEEFWE500	Teeffelse Wetering	450 m ben. str. effluentlozing	0,46	0,67	0,24	0,16	0,91	1,2	0,8	1,0	0,24	0,24	0,38	0,52
oTEEFWE900	Teeffelse Wetering	1.600 m ben. str.	0,51	1,0	0,27	0,32	1,1	1,9	0,79	1,4	0,30	0,33	0,34	0,41
oHERTWE480	Hertogswetering	2.400 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,17	0,067	0,071	0,069	0,048	0,026	0,02	0,049	0,07	0,04	0,15	0,09
oHERTWE500	Hertogswetering	40 m bov. str. instroom Teeffelse Wetering	0,18	0,075	0,068	0,08	0,056	0,046	0,02	0,046	0,06	0,04	0,18	0,11
oHERTWE550	Hertogswetering	1.880 ben. str.	0,21	0,35	0,17	0,17	0,49	1,1	0,61	0,66	0,17	0,10	0,23	0,17
oHERTWE610	Hertogswetering	3.400 m ben. str.	0,25	0,4	0,2	0,21	0,6	1,1	0,63	0,4	0,21	0,22	0,24	0,20
oHERTWE690	Hertogswetering	6.650 m ben. str.	0,35	0,47	0,25	0,17	0,44	1,1	0,25	0,24	0,26	0,18	0,27	0,23
oHERTWE780	Hertogswetering	10.300 m ben. str.	0,3	0,38	0,17	0,18	0,38	1,3	0,15	0,34	0,31	0,13	0,32	0,22
oHERTWE900	Hertogswetering	14.500 m ben. str.	0,32		0,22	0,26	0,41	0,59	0,22	0,59	1,50	0,14	0,31	0,20

NB: In de praktijk is meetlocatie oHERTWE480 na locatie oHERTWE550 gemeten.

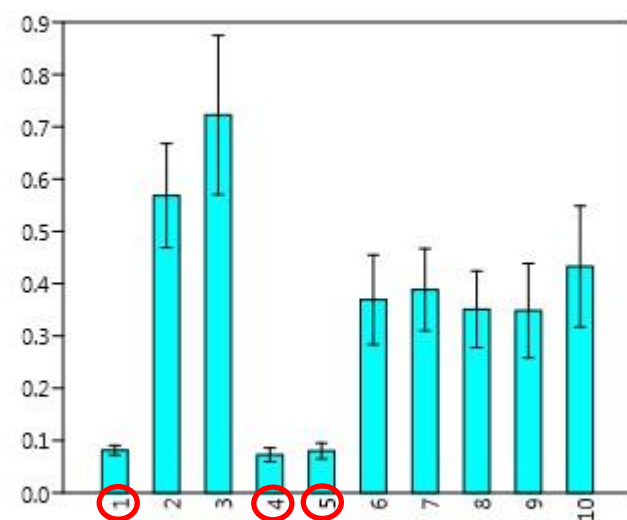
In 2015 speelde bij deze rwzi dat tussen 24 april en 2 juli de rwzi ca. 30% meer dagvracht in het influent kreeg dan normaal. Ter illustratie: bedrijf loosde onvergund afvalwater met concentraties die opliepen tot 45 mg P/l (mededeling R. van de Craats – Tiellmans d.d. 14 juli 2016). De P verwijdering op de rwzi kon dit niet bijbenen. Hierdoor zijn gehalten in het effluent opgelopen naar gemiddeld 2,9 mg/l totaal P.

Legenda (referentie is ZHG norm in mg/l voor KRW-type M3)

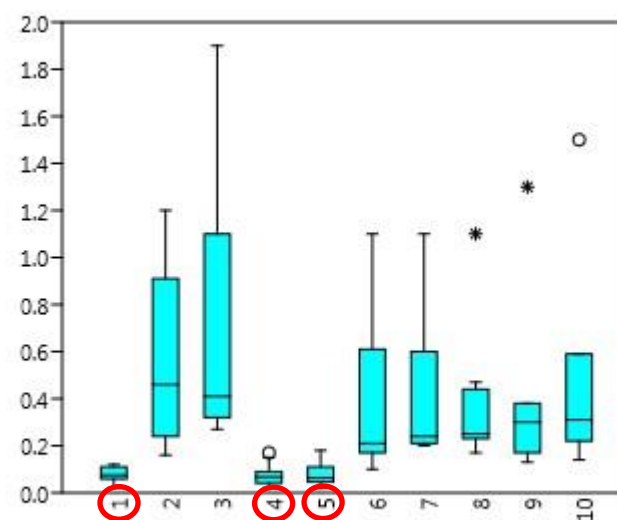
	Goed	≤ 0,15
	Matig	0,15-0,30
	Ontoereikend	0,30-0,75
	Slecht	> 0,75
	niet gemeten	

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)
18-02-15	geen regen
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)
21-04-15	geen regen
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)

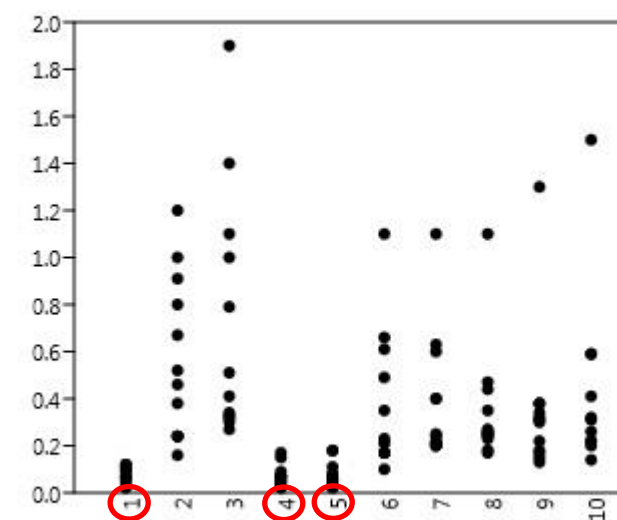
Gemiddelde concentratie totaal fosfor (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Concentratie totaal fosfor (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Concentratie totaal fosfor (mg/l) gemeten op meetlocaties beneden- en bovenstrooms effluentlozing rwzi Oijen, maandelijks gemeten in 2015



Nummers 1 t/m 10 zijn de meetlocaties waar watermonsters zijn genomen genummerd van boven- naar benedenstrooms de effluentlozing van rwzi Dinther. Daarbij zijn de rood omcirkelde locaties water dat niet onder invloed staat van effluent van de rwzi met 1 = bovenstrooms Teeffelense Wetering en 4 en 5 = bovenstrooms Hertogswetering.

De grafieken zijn een andere manier om onderscheid te maken tussen de meetlocaties bovenstrooms en benedenstrooms: wanneer je naar de spreiding kijkt, zie je dan geen duidelijk afwijkend patroon.

In bovenstaande figuren is een duidelijk afwijkend patroon te zien in spreiding van de aangetroffen concentraties P-totaal in het water. Op alle meetlocaties die onder invloed staan van effluent van rwzi Oijen worden hogere concentraties P-totaal aangetroffen.

Bijlage 9: Weerbeeld ten aanzien van neerslag tot 5 dagen voor monstername

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)	Vinkel BACT	NH4
25-02-14	vrijwel geen regen		
31-03-14	vrijwel geen regen (op 27 mrt < 0,5 mm)		
30-04-14	regen (ca. 4 mm)		
26-05-14	regen (op 21 mei ca. 4 mm)		
23-06-14	vrijwel geen regen		
22-07-14	regen (ruim 8 mm)		
21-08-14	regen (ruim 15 mm)		
17-09-14	geen regen		
03-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)		
04-10-14	regen (op 30 sep. ca. 2 mm)		
05-10-14	vrijwel geen regen (< 0,5 mm op 1 okt.)		
06-10-14	weinig regen (op 5 okt. ca. 1 mm)		
07-10-14	weinig regen (op 5 okt. ca. 1 mm)		
10-10-14	regen (op 7 t/m 9 okt. resp. ca. 3,5, 3,5 en 8 mm)		
17-10-14	regen (op 16 okt. ca. 7 mm)		
27-10-14	regen (op 25 okt. ruim 6 mm)		
24-11-14	vrijwel geen regen (op 23 nov. ca. 0,3 mm)		
29-12-14	regen (ruim 22 mm)		
12-01-15	regen (op 8 t/m 11 dec samen ruim 6,5 mm)		
28-01-15	regen (op 24 jan. Ruim 6 mm, t.m 27 jan. totaal Bijna 8 mm)		
10-02-15	geen regen		
10-03-15	vrijwel geen regen		
13-04-15	regen (ca. 2 mm)		
11-05-15	regen (ca. 3 mm)		
09-06-15	regen (op 6 jun. ca. 8 mm)		
07-07-15	regen (op 3 jul. Ruim 13 mm) en op 6 jul. Bijna 2 mm)		
11-08-15	weinig regen (totaal vanaf 7 aug. < 1,5 mm)		
08-09-15	regen (ca. 12,5 mm op 5 sep. Periode 5 t/m 7 sep. bijna 20 mm)		
13-10-15	regen (ca. 3 mm)		
09-11-15	regen (5 t/m 8 nov. in totaal ruim 8,5 mm)		
08-12-15	regen (ruim 13 mm)		

Legenda

	monstername bacteriën
	Monstername ammonium , pH en T

Datum	Uit HydroNET: Weerbeeld (vanaf 5 dagen vóór meting)	Oijen BACT	NH4	N & P
20-01-15	regen (16 t/m 19 jan. totaal Ruim 16 mm)			
18-02-15	geen regen			
16-03-15	vrijwel geen regen (< 0,2 mm)			
21-04-15	geen regen			
19-05-15	weinig regen (op 16 mei ca. 2 mm)			
16-06-15	weinig regen (op 13 en 14 jun. samen ca. 2,5 mm)			
14-07-15	regen (ca. 2 tot ruim 11 mm/dag in periode 10 t/m 14 jul.)			
20-08-15	veel regen (16 t/m 19 aug. totaal ruim 58 mm)			
15-09-15	regen (op 13 sep. Ca. 10 mm)			
12-10-15	weinig regen (op 8 okt. ca. 2 mm)			
16-11-15	regen (totaal ca. 23,5 mm waarvan ruim 18 mm op 15 nov.)			
15-12-15	Regen (11 t/m 13 dec. totaal ca. 16,5 mm)			

Legenda

	monstername bacteriën
	Monstername ammonium , pH en T
	monstername nutriënten

Bijlage 10: Toestand waterkwaliteit bij rwzi Vinkel en Oijen

Bron: Zuilichem, H. van, 2015. Oppervlaktewaterkwaliteit nabij rwzi's, periode 2008-2015, d.d. 9 september 2015, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.

1 Rwzi Oijen

1.1 Toestand en ontwikkeling in de tijd N- en P-totaal

Tabellen B1 en B2 tonen de toestand volgens de KRW op de bovenstroomse meetpunten en het benedenstroomse meetpunt per jaar over de periode 2008-2014 voor resp. N- en P-totaal.

Tabel B1: KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Oijen periode 2008-2014 voor de Parameter N-totaal, waarbij: ZHG = zomerhalfjaargemiddelde.

Ntot (mg/l) ZHG			bov-ben_str	Jaar						
rwzi	KRW	Waterloop		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Oijen	M3	Teeffelse	bov. str.	3,5	3,5	3,7	4,0	3,7	3,5	3,0
		Wetering	ben. str.	4,0	3,4	5,3	3,6	4,4	3,9	2,8

Tabel B2: KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Oijen periode 2008-2014 voor de Parameter P-totaal, waarbij: ZHG = zomerhalfjaargemiddelde.

Ptot (mg/l) ZHG			bov-ben_str	Jaar						
rwzi	KRW	Waterloop		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Oijen	M3	Teeffelse	bov. str.	0,13	0,11	0,17	0,13	0,15	0,057	0,09
		Wetering	ben. str.	0,55	0,46	0,48	0,74	0,76	0,79	0,57

Legenda	
	Goed
	Matig
	Ontoereikend
	Slecht
	Niet gemeten

1.2 Toestand ammonium

Tabel B3 toont de toestand van ammonium boven- en benedenstrooms het lozingspunt van de rwzi in de waterloop.

Tabel B3: KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Oijen over de periode 2008-2014 voor parameter NH₄, waarbij: JGM = jaargemiddelde en MAX = maximale waarde in een jaar. De getoonde cijfers zijn geen gemeten concentraties NH₄, maar berekende waarden op basis van concentratie NH₄, pH en watertemperatuur (volgens formule in bijlage 3). Bij ammonium moet voldaan worden aan zowel JGM als MAX, ofwel: one out = all out.

NH4 (toetswaarde = conc. NH4 / norm NH4*)				Jaar						
rwzi	Waterloop	bov-ben_str	Deeltoets	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Oijen	Teeffelse	bov. str.	JGM	1,1	0,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6
			MAX	2,5	0,4	1,9	1,3	1,3	1,3	1,0
	Wetering	ben. str.	JGM	3,6	2,4	3,4	3,4	2,5	2,1	1,4
			MAX	3,3	3,8	6,3	7,7	4,1	2,9	0,9

*) Norm gecorrigeerd voor pH en T

Legenda	
	Voldoet
	Voldoet niet
	Niet gemeten

1.3 Toestand bacteriën

Tabel B4 toont de ontwikkeling in de tijd op de bovenstroomse meetpunten en het benedenstroomse meetpunt over de periode 2008-2013 voor thermotolerante colibacteriën, E. coli en intestinale enterococcen.

Tabel B4: Het percentage metingen dat niet voldoet aan de referentiekaders voor thermotolerante coli's (2008 t/m 2012) en voor E. coli en intestinale enterococcen in oppervlaktewater nabij rwzi Oijen op boven- en benedenstroomse meetpunten (2013 t/m 2014). *) Referentiekaders resp. MTR en acute normen voor zwemwater

Jaar		2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	
rwzi	Waterloop	bov-ben_str	Thermotolerante coli's				E. coli	I.E.	E. coli	I.E.
Oijen	Teeffelse	bov. str.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Wetering	ben. str.	67	75	92	75	55	63	25	58

Legenda		Referentiekaders	
	0-25 % overschrijding referentiekader	Therm. coli's	≤ 2.000 n/dl
	26-50 % overschrijding referentiekader	E. coli	≤ 1.800 n/dl
	51-75 % overschrijding referentiekader	Int. enterococcen	≤ 400 n/dl
	76-100 % overschrijding referentiekader		
	niet gemeten		

2 Rwzi Vinkel

2.1 Toestand en ontwikkeling in de tijd N- en P-totaal

Tabellen B5 en B6 tonen de toestand volgens de KRW op de bovenstroomse meetpunten en het benedenstroomse meetpunt per jaar over de periode 2008-2014 voor resp. N- en P-totaal.

Tabel B5 KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Vinkel periode 2008-2014 voor de Parameter N-totaal, waarbij: ZHG = zomerhalfjaargemiddelde.

Ntot (mg/l) ZHG			bov-ben_str	Jaar						
rwzi	KRW	Waterloop		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vinkel	M3	Groote Wetering	bov. str.		2,1	3,4	3,1	3,5	2,3	4,2
			ben. str.	4,7	2,5	4,9	4,0	4,0	2,5	4,3

Tabel B6: KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Vinkel periode 2008-2014 voor de Parameter P-totaal, waarbij: ZHG = zomerhalfjaargemiddelde.

Ptot (mg/l) ZHG			bov-ben_str	Jaar						
rwzi	KRW	Waterloop		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vinkel	M3	Groote Wetering	bov. str.		0,093	0,25	0,18	0,11	0,27	0,099
			ben. str.	1,0	0,29	0,79	0,53	0,3	0,47	0,31

Legenda	
	Goed
	Matig
	Ontoereikend
	Slecht
	Niet gemeten

2.2 Toestand ammonium

Tabel B7 toont de toestand van ammonium boven- en benedenstrooms het lozingspunt van de rwzi in de waterloop.

Tabel B7: KRW-toestand en ontwikkeling in de tijd oppervlaktewater nabij rwzi Vinkel over de periode 2008-2014 voor parameter NH4, waarbij: JGM = jaargemiddelde en MAX = maximale waarde in een jaar. De getoonde cijfers zijn geen gemeten concentraties NH4, maar berekende waarden op basis van concentratie NH4, pH en watertemperatuur (volgens formule in bijlage 3). Bij ammonium moet voldaan worden aan zowel JGM als MAX, ofwel: one out = all out.

NH4 (toetswaarde = conc. NH4 / norm NH4*)				Jaar						
rwzi	Waterloop	bov-ben_str	Deeltoets	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vinkel	Groote Wetering	bov. str.	JGM		0,2	0,5	0,9	0,2	0,4	0,2
			MAX		0,2	1,5	2,6	0,2	0,7	0,4
		ben. str.	JGM	2,1	0,9	2,2	2,7	1,2	0,6	3,6
			MAX	8,6	1,2	9,2	5,1	1,7	0,6	15,0

*) Norm gecorrigeerd voor pH en T

Legenda	
	Voldoet
	Voldoet niet
	Niet gemeten

2.3 Toestand bacteriën

Tabel B8 toont de ontwikkeling in de tijd op de bovenstroomse meetpunten en het benedenstroomse meetpunt over de periode 2008-2013 voor thermotolerante colibacteriën, E. coli en intestinale enterococcen.

Tabel B8: Het percentage metingen dat niet voldoet aan de referentiekaders voor thermotolerante coli's (2008 t/m 2012) en voor E. coli en intestinale enterococcen in oppervlaktewater nabij rwzi Vinkel op boven- en benedenstroomse meetpunten (2013 t/m 2014). *) Referentiekaders resp. MTR en acute normen voor zwemwater

Jaar			2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	
rwzi	Waterloop	bov-ben str	Thermotolerante coli's					E. coli	I.E.	E. coli	I.E.
Vinkel	Groote	bov. str.		0	0	17	0	0	0	17	8
	Wetering	ben. str.	67	67	92	100	73	83	50	92	92

Legenda		Referentiekaders	
	0-25 % overschrijding referentiekader	Therm. coli's	≤ 2.000 n/dl
	26-50 % overschrijding referentiekader	E. coli	≤ 1.800 n/dl
	51-75 % overschrijding referentiekader	Int. enterococcen	≤ 400 n/dl
	76-100 % overschrijding referentiekader		
	niet gemeten		

Bijlage 11: Invloed pH en T op norm NH₄

Toetswaarde = (NH₄/norm)

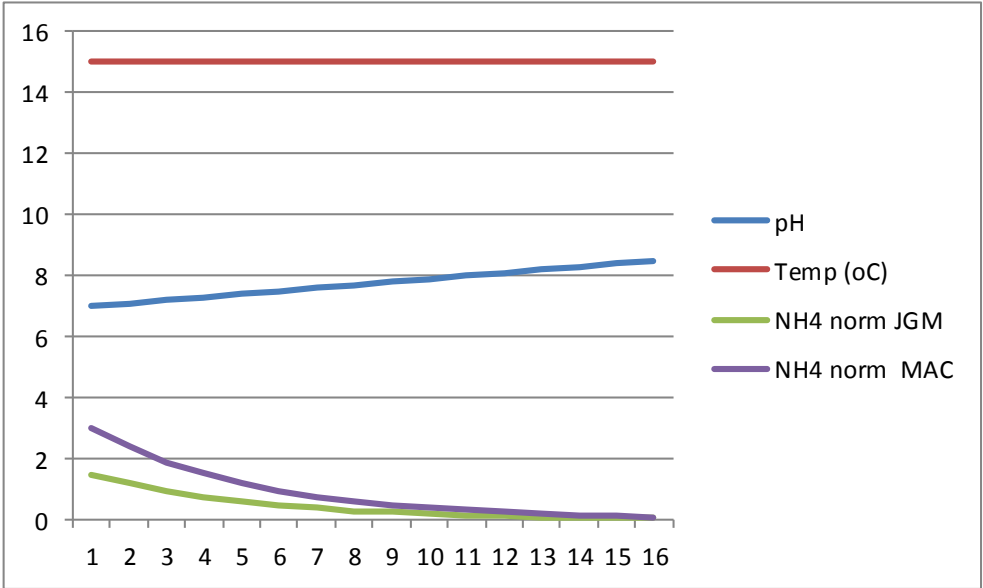
Waarbij:
norm ammonium = 0,0041 × (10^(pka-pH) + 1)

pka = 0,09018 + (2729,92 / (273,2+T))

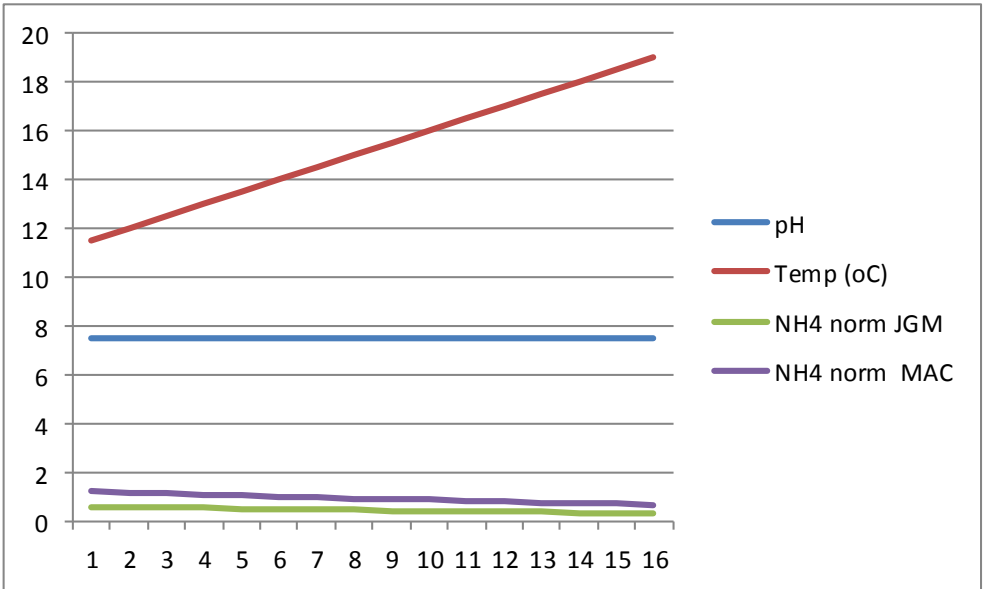
T = watertemperatuur
pH = zuurgraad
NH₄ = totaal opgelost ammonium (NH₄-N)

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

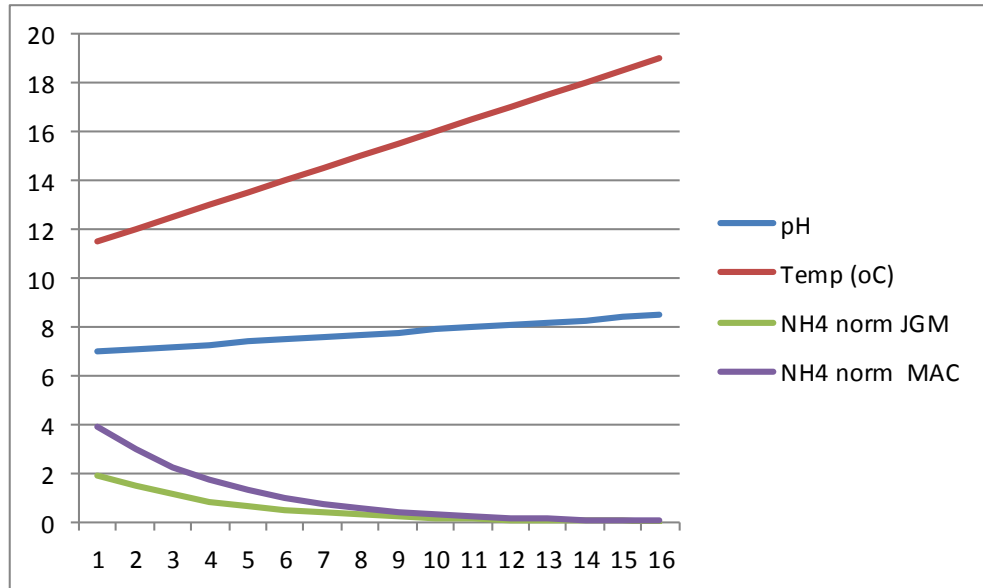
pH	Temp (oC)	NH4 norm JGM	NH4 norm MAC
7	15	1,50	3,00
7,1	15	1,19	2,39
7,2	15	0,95	1,90
7,3	15	0,75	1,51
7,4	15	0,60	1,20
7,5	15	0,48	0,96
7,6	15	0,38	0,76
7,7	15	0,30	0,61
7,8	15	0,24	0,48
7,9	15	0,19	0,39
8	15	0,15	0,31
8,1	15	0,12	0,25
8,2	15	0,10	0,20
8,3	15	0,08	0,16
8,4	15	0,06	0,13
8,5	15	0,05	0,10



pH	Temp (oC)	NH4 norm JGM	NH4 norm MAC
7,5	11,5	0,62	1,25
7,5	12	0,60	1,20
7,5	12,5	0,58	1,15
7,5	13	0,56	1,11
7,5	13,5	0,53	1,07
7,5	14	0,51	1,03
7,5	14,5	0,50	0,99
7,5	15	0,48	0,96
7,5	15,5	0,46	0,92
7,5	16	0,44	0,89
7,5	16,5	0,43	0,85
7,5	17	0,41	0,82
7,5	17,5	0,40	0,79
7,5	18	0,38	0,76
7,5	18,5	0,37	0,74
7,5	19	0,36	0,71



pH	Temp (oC)	NH4 norm JGM	NH4 norm MAC
7	11,5	1,96	3,92
7,1	12	1,50	3,00
7,2	12,5	1,15	2,29
7,3	13	0,88	1,76
7,4	13,5	0,67	1,34
7,5	14	0,51	1,03
7,6	14,5	0,39	0,79
7,7	15	0,30	0,61
7,8	15,5	0,23	0,47
7,9	16	0,18	0,36
8	16,5	0,14	0,28
8,1	17	0,11	0,21
8,2	17,5	0,08	0,16
8,3	18	0,06	0,13
8,4	18,5	0,05	0,10
8,5	19	0,04	0,08



colofon

Beïnvloedingsgebied rwzi's

Pilot rwzi Vinkel en Oijen
2014-2015

opdrachtgever

Jappe Beekman

status

Definitief

auteur

Hanneke van Zuilichem

gecontroleerd door

Jappe Beekman	(Waterschap Aa en Maas)
Wim v.d. Hulst	(Waterschap Aa en Maas)
Paul Berten	(Waterschap Aa en Maas)
Bart Verberkt	(Waterschap Aa en Maas)

's-Hertogenbosch, 18 juli 2016

Waterschap Aa en Maas
Pettelaarpark 70
5216 PP 's-Hertogenbosch
tel 088-1788000

info@aaenmaas.nl
www.aaenmaas.nl

© waterschap Aa en Maas. Alle rechten voorbehouden