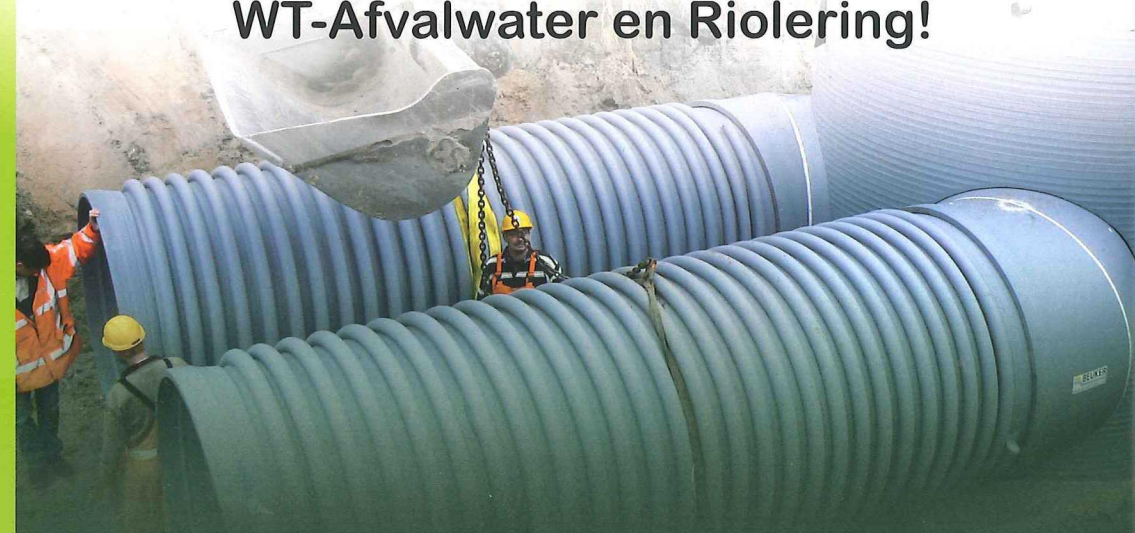


Nieuwe klanten werven?

Adverteer dan in de vakbladen WT-Afvalwater en Riolering!



WT•Afvalwater

WT•Afvalwater

Tweemaandelijkse wetenschappelijk tijdschrift voor de inzameling, het transport en de behandeling van afvalwater en afstromend hemelwater



Alternatief toetsingskader ontvangend oppervlaktewater voor zuurstofdips en ammoniumpieken

- Pilotonderzoek vergaande voorbehandeling van riooloverstortwater en bezonken afvalwater middels flotatie en zeven
- Interview met Christiaan Wallet, teammanager deltaprogramma nieuwbouw en herstructurering bij het ministerie Infrastructuur en Milieu
- Hoe blijven wij in Nederland leidend deskundig in de afvalwaterketen?

Alternatief toetsingskader ontvangend oppervlaktewater voor zuurstofdips en ammoniumpieken

Oscar van Zanten¹, Jeroen de Klein² en Jeroen Langeveld³,
Arjen van Nieuwenhuijzen⁴

¹ Waterschap de Dommel,

² Wageningen Universiteit,

³ RHDHV/TU Delft,

⁴ Witteveen+Bos

E-mail: a.vnieuwenhuijzen@witteveenbos.nl

Trefwoorden: Toetsingskader, oppervlaktewaterkwaliteit, zuurstofgehalte, ammoniumgehalte, KRW, ecologische en chemische waterkwaliteit

In 2010 is binnen het KRW-innovatieproject KALLISTO onderzocht hoe op een effectieve manier de waterkwaliteit in de Dommel verbeterd kan worden, zodat een goede ecologische toestand wordt gerealiseerd. Daarvoor is een nieuw toetsingskader voor chemische en ecologische waterkwaliteit ontwikkeld. Dit toetsingskader is opgesteld om specifiek het effect van lage zuurstofconcentraties en hoge ammoniumconcentraties in oppervlaktewater te beoordelen op mogelijke effecten op het aquatisch ecosysteem. Input voor de toetsing is een continu tijdreeks van data, hetzij van metingen hetzij van modellen. Het voordeel van modeloutput is dat verschillende scenario's - uitgedrukt in berekende zuurstof- en ammoniumconcentraties - kunnen worden beoordeeld op hun ecologische significantie, op een gestandaardiseerde manier. De eerste toepassingen van het toetsingskader in het KALLISTO-project laten zien dat het systeem plausibele en bruikbare resultaten oplevert, bij het selecteren van het optimale verbeteringsszenario voor de Dommel.

Inleiding

In veel bebouwde gebieden in Nederland, maar ook in de rest van de wereld, is een duidelijk effect van de stedelijke waterketen op de kwaliteit van het oppervlaktewater waarneembaar. Het betreft de min of meer permanente lozing van (geheel of gedeeltelijk) gezuiverd afvalwater, en daar bovenop incidentele riooloverstorten bij grote neerslaggebeurtenissen. Veelal leidt dit tot een tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit, wat zich o.a. uitdrukt in lage zuurstofgehalten en hoge ammoniumconcentraties. De effecten zijn groter naarmate het ontvangende oppervlaktewater klein is in verhouding tot de omvang van het stedelijk gebied.

De Dommel bij Eindhoven is zo'n watersysteem waarvan de kwaliteit in belangrijke mate wordt bepaald door het stedelijk afvalwater. Ten eerste lost de RWZI van Eindhoven, de op twee na grootste installatie van Nederland, het effluent op deze rivier. In normale omstandigheden is dat gezuiverd afvalwater, met

KALLISTO

In 2010 is het KRW-innovatieproject KALLISTO gestart, met als doel te onderzoeken hoe op een effectieve manier de waterkwaliteit in de Dommel verbeterd kan worden, zodat een goede ecologische toestand gerealiseerd kan worden.

Onder het motto 'Samen, Slim, Schoon' ontwikkelen gemeenten, waterschappen en universiteiten innovatieve oplossingen voor een vernieuwende aanpak in de afvalwaterketen Eindhoven en het watersysteem van de rivier de Dommel. Centraal in de aanpak van dit KALLISTO-project staat sturing in de afvalwaterketen op basis van de ontvangende waterkwaliteit. Dit houdt in dat de sturing in het afvalwatersysteem wordt gebaseerd op de actuele ecologische belastbaarheid van de rivier de Dommel waarbij steeds een keuze moet worden gemaakt tussen bescherming tegen acute effecten (zuurstofloosheid, toxiciteit door ammoniumpieken), bescherming tegen eutrofiëring (overmatige toevoer van voedingsstoffen waardoor biodiversiteit sterk afneemt) en de schaal en periode waarop effecten mogen optreden.

Voor waterschap de Dommel is het KALLISTO-project het vervolg op een eerder onderzoekstraject: het RTC-onderzoek Cluster Eindhoven. Dit project is in de periode 2004 tot 2009 uitgevoerd met de doelstelling om op basis van metingen de kennis te vergroten van het dynamisch gedrag van afvalwaterstromen in het aanvoerstelsel van de rwzi Eindhoven. Dit gold zowel voor de hoeveelheid als voor de samenstelling van het afvalwater (kwantiteit én kwaliteit). Meer specifiek bestond er behoefte aan kennisontwikkeling op het gebied van:

- de grootte van variaties in tijd en ruimte van vuilconcentraties in toeleverende rioolstelsels;
- de gevolgen van deze variaties voor fluctuaties in kwantiteit en kwaliteit van het rwzi influent; en
- de reactie van de effluentkwaliteit op influentvariaties.

Daarnaast bestond binnen het waterschap behoefte om meer ervaring op te doen (en te documenteren!) op het gebied van het toepassen van allerhande sensoren in de afvalwaterketen. Voor het RTC-onderzoek is in het afvalwatersysteem van de rwzi Eindhoven een meetnet opgezet om het gedrag van het systeem onder velerlei condities te bestuderen.

Een noodzakelijke voorwaarde voor deze aanpak is dat er een directe koppeling te maken is tussen de beïnvloeding (lozing van afvalwater) en de ecologische toestand in het ontvangende oppervlaktewater. Immers, de mogelijke scenario's moeten op een eenduidige en kwantificeerbare manier getoetst kunnen worden op hun effect op de aquatische ecologie. Daarmee kunnen ze onderling vergeleken worden en kan het 'optimale' scenario gevonden worden. We hebben geconcludeerd dat er geen toetsstelsel beschikbaar was dat een dergelijke koppeling, specifiek voor dit doel, kan maken. Daarom is binnen het KALLISTO-project een nieuw toetsingskader opgezet, dat hier wordt beschreven.

Noodzaak voor een alternatief toetsingskader

Chemische waterkwaliteit wordt al sinds vele jaren getoetst aan de hand van normen. Afhankelijk van de variabele wordt het maximum, minimum of het gemiddelde over een bepaalde periode vergeleken met een grenswaarde. Vervolgens wordt vastgesteld of de situatie voor de betreffende variabele voldoet. De laatste 20 jaar zijn belangrijke stappen gezet voor een ecologische beoordeling van de waterkwaliteit, waarbij naast chemie ook flora en fauna geïnventariseerd worden. Op deze manier wordt het aquatisch ecosysteem meer als geheel bekeken en kan een uitspraak over langere perioden gedaan worden. Het

weergave van de toestand van een watersysteem en het vaststellen van trends in de ontwikkeling van de toestand. Echter, omdat naar de structuur wordt gekeken (welke soorten komen voor) en niet naar onderliggende processen zijn deze methoden slechts zeer beperkt bruikbaar als analyse-instrument. Daarnaast is de toetsing een reflectie van een relatief lange periode (weken tot maanden) in vergelijking tot kortdurende riooloverstorten. Hierdoor zijn genoemde ecologische beoordelingssystemen ongeschikt om a priori ingreep-effect analyses te doen in dynamische stedelijke wateren.

Huidige normen

Huidige norm voor de waterkwaliteit van de Dommel is beschreven in tabel 1.

Tabel 1: Vereiste waterkwaliteit R5 en R6 voor de Dommel (gebaseerd op zomergemiddelde waarde).

| KRW-eis De Dommel | Riviertype R5 | Riviertype R6 |
|----------------------------|---------------|---------------|
| P _{totaal} (mg/l) | ≤ 0,14 | ≤ 0,14 |
| N _{totaal} (mg/l) | ≤ 4,0 | ≤ 4,0 |
| Chloride (mg/l) | ≤ 150 | ≤ 150 |
| Temperatuur (°C) | ≤ 25 | ≤ 25 |

De meest recente waarden zijn ingesteld door de beoordelingsmethode voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). De Dommel omvat vooral watertypes R5 en R6. Zoals te zien is in tabel 1 is geen eis vastgesteld voor NH₄ en slechts een verzadigingnorm voor zuurstof op basis van de zomer-gemiddelde waarde. Voor de Nederlandse wetgeving zijn normen vastgesteld met betrekking tot de functie van het oppervlaktewater. Voor vishoudende wateren (Zalmachtige en Cyprynids) zijn drempelwaarden vastgesteld voor zuurstof en NH₄. Deze normen gelden niet voor korte gebeurtenissen van lage zuurstof- en/of hoge NH₄-concentraties als gevolg van overstorten in combinatie met de lozing van RWZI-effluent, maar zijn seizoens- of jaargemiddelde waarden.

Echter, sinds eind 2012 zijn voor viswateren nieuwe normen van kracht. De nieuwe norm voor NH₄ kwam in werking sinds 2010 (BKmw) en is van toepassing op alle KRW typen waterlichamen (tabel 2).

Indicatoren

De meest directe indicatoren voor effluentlozingen en riooloverstorten zijn zuurstof- en ammoniumconcentraties. Het waterschap de Dommel voert sinds een aantal jaren continumetingen voor zuurstof uit, waarbij op een aantal cruciale plaatsen in het watersysteem elk uur het zuurstofgehalte wordt gemeten. Hieruit blijkt dat het zuurstofgehalte regelmatig, voor korte of langere perioden, daalt tot erg lage waarden. Uit intensieve metingen tijdens overstortperioden blijkt dat tegelijkertijd het ammoniumgehalte tot hoge waarden kan stijgen. Behalve dat ammonium bijdraagt aan de eutrofiering van oppervlaktewater kan het ook toxisch zijn voor organismen, omdat een deel van het ammonium beschikbaar is als vrij ammoniak. Uit eerder onderzoek is gebleken dat niet alleen de stofconcentraties

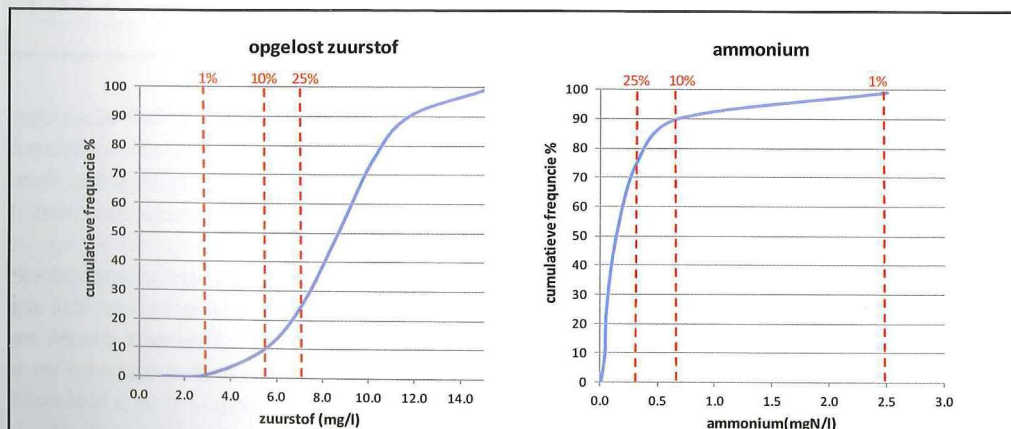
Tabel 2: Grenswaarden voor duur en frequentie van zuurstofconcentraties voor visgemeenschappen (mg/l). De concentraties mogen niet onderschreden worden met de bijbehorende duur en frequentie. (FWR, 1998).

| duur (uren) frequentie | Zalmachtigen | | | Karperachtigen | | | Minimaal beschermingsniveau | | |
|---------------------------|--------------|-----|------|----------------|-----|------|-----------------------------|-----|------|
| | 1 u | 6 u | 24 u | 1 u | 6 u | 24 u | 1 u | 6 u | 24 u |
| 12x / jaar | 5 | 5.5 | 6 | 4 | 5 | 5.5 | 3 | 3.5 | 4 |
| 4x / jaar | 4.5 | 5 | 5.5 | 3.5 | 4.5 | 5 | 2.5 | 3 | 3.5 |
| 1x / jaar | 4 | 4.5 | 5 | 3 | 4 | 4.5 | 2 | 2.5 | 3 |

De tabellen zijn afgeleid voor oppervlaktewater onder invloed van stedelijk afvalwater, met het oog op acute en langdurige toxische effecten op visgemeenschappen. Het principe van beoordelen van duur en frequentie van stress-situaties is goed bruikbaar voor watersystemen met sterk variërende omstandigheden. Echter, we weten dat bij minder verontreinigde situaties al effecten optreden die een evidente uitwerking hebben in het aquatisch ecosysteem. Vooral kritische macrofauna soorten zijn minder tolerant voor stress-situaties. Aangezien de goede ecologische toestand in beken - en de beoordeling ervan met behulp van de KRW-maatlatten - voor het grootste deel gebaseerd is op macrofauna, zijn de getallen in tabel 1 niet zonder meer toepasbaar. We hebben derhalve gezocht naar een betere ecologische onderbouwing voor de grenswaarden, specifiek voor de onderhavige systemen.

Het alternatieve toetsingskader

Voor het afleiden van het ecologisch toetsingskader is allereerst een lijst gemaakt van macrofauna-soorten die kenmerkend zijn voor laaglandbeken zoals de Dommel (KRW-type R5 en R6). Als basis heeft gediend de lijst met soorten van de Ephemeroptera, Trichoptera en Plecoptera groepen die de afgelopen 10 jaar zijn aangetroffen in de Dommel. De lijst is verder aangevuld met soorten uit de doelsoortenrapportage (Verdonschot, 2003) en de positief karakteristieke soorten van de KRW-maatlatten



voor deze watertypen (STOWA, 2007). De uiteindelijke lijst bevat 83 unieke soorten. Van deze soorten zijn zogenaamde responsie-curven gemaakt voor zuurstof en ammonium, op basis van gegevens uit de limnodatabase (STOWA, 2001). In totaal zijn meer dan 60.000 waarnemingen van soorten (gemiddeld ca. 800 per soort) gebruikt om vast te stellen wat de kans is dat een bepaalde soort bij een bepaalde zuurstof- respectievelijk ammoniumconcentratie wordt aangetroffen. De kans op voorkomen is vervolgens gemiddeld voor alle soorten, zodat een responsie-curve gemaakt is voor de 'gemiddelde kritische soort' (figuur 1). Uit figuur 1 is op te maken dat in 10% van de monsters waar de soort is aangetroffen het zuurstofgehaltes 5.5 mg/l of lager was (gemiddeld voor alle kritische soorten).

Volgens het principe van duur/frequentie-combinaties voor overschrijdingen zijn uit de response curven kritische grenzen afgeleid. Als minst kritische grens is de 25% waarde genomen; deze waarde mag relatief het vaakst en het langdurigst onderschreden/overschreden worden. Als meest kritische grens is de 1% waarde genomen, wat inhoudt dat bij deze waarde slechts in 1% van de gevallen de gemiddelde soort nog aangetroffen wordt. Deze grens mag slechts voor korte duur en in lage frequentie worden onderschreden/overschreden. Als middelste grens is de 10% waarde genomen. Deze mag bij korte duur wat vaker overschreden worden, en bij lange duur minder vaak.

Met behulp van de drie grenswaarden is een nieuwe duur/frequentie-tabel samengesteld (tabel 3).

Tabel 3: Grenswaarden voor duur en frequentie van zuurstof- en ammoniumconcentraties, hoog beschermingsniveau in laaglandbeken (mg/l). Gebeurtenissen met een lage zuurstofconcentratie of een hoge ammoniumconcentratie van een bepaalde duur mogen niet vaker voorkomen dan de aangegeven frequentie.

| Hoog beschermingsniveau | Duur van de gebeurtenis | Zuurstof (mg/l) | | | Ammonium (mgN/l) | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|--------|-------------------------|----------|--------|
| | | Duur van de gebeurtenis | | | Duur van de gebeurtenis | | |
| | | 1 - 5 u | 6 - 24 u | > 24 u | 1 - 5 u | 6 - 24 u | > 24 u |
| Getolereerde frequentie per jaar | 12 | < 5.5 | < 6.0 | < 7.0 | > 1.5 | > 0.7 | > 0.3 |
| | 4 | < 4.0 | < 5.5 | < 6.0 | > 2.0 | > 1.2 | > 0.5 |
| | 1 | < 3.0 | < 4.5 | < 5.5 | > 2.5 | > 1.5 | > 0.7 |

De grenswaarden voor zuurstof in tabel 3 zijn hoger dan de waarden voorgesteld door FWR voor visgemeenschappen (zie tabel 2). Dit is te verwachten aangezien de hier gepresenteerde getallen gebaseerd zijn op tolerantie van gevoelige macrofauna soorten, die karakteristiek zijn voor de laaglandbeken. Deze zullen eerder nadelige effecten van lage zuurstofconcentraties ondervinden dan algemene vissoorten.

De grenswaarden voor ammonium komen heel goed overeen met grenswaarden uit verschillende onderzoeken van blootstelling aan vrij ammoniak (o.a. Engelhard, 2006). We kunnen aannemen dat vrij ammoniak ca. 3% is van totaal ammonium (bij pH=7.5 en temperatuur 18 grC). Daarnaast moeten we rekening houden met een sterker effect van ammoniak bij lage zuurstofconcentraties (tussen 3 en 5 mg/l). Met een correctiefactor van 0.5 voor dit versterkte effect blijken de getallen in tabel 3 heel dicht bij de toxicologische grenzen te komen liggen.

Vanuit managementoverwegingen kan het wenselijk zijn om voor zuurstof een extra, lager niveau te definiëren, dat geldt als basis bescherming voor oppervlaktewateren. Hiermee kan de afstand tussen de feitelijke situatie en de gewenste situatie (hoog beschermingsniveau conform tabel 3) inzichtelijker

worden weergegeven. Voor het basisbeschermingsniveau zijn de grenswaarden voor Marginal Cyprinid Fishery Ecosystem (FWR, 1998) gehanteerd (zie tabel 4).

Tabel 4: Grenswaarden voor duur en frequentie van zuurstofconcentraties, basisbeschermingsniveau in laaglandbeken (mg/l). Gebeurtenissen met een lage zuurstofconcentratie van een bepaalde duur mogen niet vaker voorkomen dan de aangegeven frequentie.

| Basis beschermingsniveau | Zuurstof (mg/l) | | | |
|----------------------------------|-------------------------|----------|--------|-------|
| | Duur van de gebeurtenis | | | |
| | 1 - 5 u | 6 - 24 u | > 24 u | |
| Getolereerde frequentie per jaar | 12 | < 3.0 | < 3.5 | < 4.0 |
| | 4 | < 2.5 | < 3.0 | < 3.5 |
| | 1 | < 2.0 | < 2.5 | < 3.0 |

Toepassing en validatie alternatief toetsingskader

De procedure voor toepassing van het toetsingskader is als volgt:

- Als basis dient een aaneengesloten tijdreeks van zuurstof- of ammoniumconcentraties (bij voorkeur uurwaarden voor een periode van minimaal één jaar). Dit kunnen meetgegevens zijn als het gaat om toetsing van een actuele situatie. Waterbeheerders gaan inmiddels steeds vaker over op continu zuurstofmetingen in oppervlaktewater; voor ammonium is dit minder frequent, voornamelijk omdat betrouwbare continu NH₄-sensoren nog in ontwikkeling zijn.
- Een aaneengesloten reeks concentraties kan ook verkregen worden uit dynamische modelberekeningen, zowel van bestaande situaties als van toekomstige scenario's. Uiteraard wordt de betrouwbaarheid van de aldus verkregen tijdreeks bepaald door de kwaliteit van het model en de invoerdata. Maar op deze manier is het ook mogelijk effecten van potentiële maatregelen vooraf te toetsen.
- Van de tijdreeks wordt vervolgens een frequentietabel gemaakt. Van elke ammoniumpiek of zuurstofminimum wordt bepaald hoe lang die onder of boven een bepaalde grenswaarde is. Per overschrijdingsduur wordt daarna geteld hoe vaak dit voorkomt. De resulterende frequentietabel wordt tot slot getoetst aan de toegestane frequenties conform tabel 2 en 3. De resultaten kunnen worden gepresenteerd in een scoretabel met kleuren. Voor zuurstof onderscheiden we drie categorieën:
 - Groen = voldoet aan hoogste beschermingsniveau;
 - Oranje = voldoet aan basis niveau, maar niet aan hoogste beschermingsniveau;
 - Rood = voldoet niet aan basis beschermingsniveau (en dus ook niet aan hoogste).
 - Voor ammonium zijn twee opties: groen=voldoet; rood=voldoet niet.
- Als 'validatie' is het toetsingskader toegepast op metingen van een drietal meetlocaties in de Dommel. De resultaten zijn vergeleken met de KRW-scores voor deze locaties (figuur 2).

Voor zuurstof zijn continuumetingen in de periode 2009-2010 getoetst. Voor ammonium zijn acht gebeurtenissen met relatief veel neerslag intensief bemeaten (elke gebeurtenis gedurende 24 uur, met elk uur

een meting). Aangezien de overschrijdingen voor ammonium in dit geval maximaal acht kunnen zijn is de regel '12 x per jaar' open gelaten.

Uiteraard is deze beperkte toetsing geen echte validatie, maar niettemin kan wel een uitspraak over de plausibiliteit van het toetsingskader gedaan worden. Ten eerste blijkt dat het toetsingskader voldoende gevoeligheid heeft om onderscheid te maken tussen locaties met beperkte invloed van het stedelijk afvalwater (Genneper Watermolen) en locaties waar een grote invloed van het stedelijk gebied te verwachten is (Hooijdonk en Collse Watermolen). Daarnaast blijken de uitkomst van het toetsingskader goed overeen te komen met de beoordeling volgens de KRW-maatlatten. Uit toepassing van het toetsingskader op diverse toekomstige beheersscenario's (niet gepresenteerd hier) blijkt dat de toetsing ook relatief kleine verschillen in effecten ook weergeeft in de beoordeling. Uiteraard zijn meer toepassingen nodig met gemeten data, maar we kunnen concluderen dat qua gevoeligheid en beoordeling het toetsingskader voldoet.

Conclusie

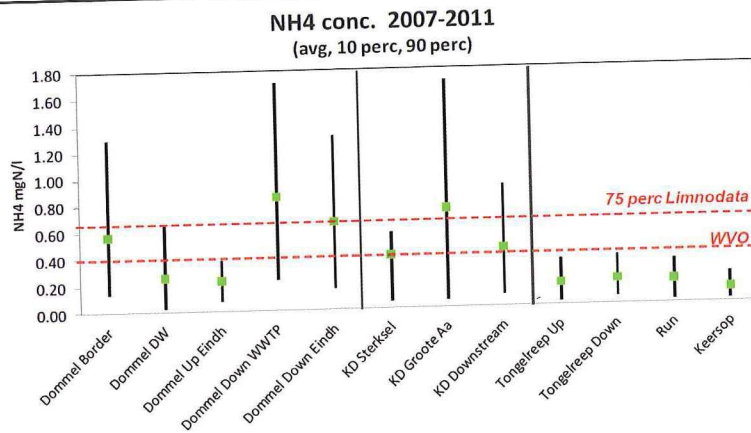
Dit ecologisch toetsingskader is opgesteld om specifiek het effect van lage zuurstofconcentraties en hoge ammoniumconcentraties in oppervlaktewater te beoordelen op mogelijke effecten op het aquatisch ecosysteem. Input voor de toetsing is een continue tijdreeks van data, hetzij van metingen hetzij van modellen. Het voordeel van modeloutput is dat verschillende scenario's - uitgedrukt in berekende zuurstof- en ammoniumconcentraties - kunnen worden beoordeeld op hun ecologische significantie, op een gestandaardiseerde manier. De eerste toepassingen van het toetsingskader in het Kallisto-project laten zien dat het systeem plausibele en bruikbare resultaten oplevert, bij het selecteren van het optimale verbeteringssceario voor de Dommel.

Niettemin moet een belangrijke kanttekening gemaakt worden. Wanneer het watersysteem niet voldoet aan de grenswaarden in dit toetsingskader betekent het dat de kans klein is dat de gewenste faunasoorten zich ontwikkelen en diensgevolge zal de KRW-score laag zijn. Echter, andersom geldt dat wanneer wel voldaan wordt aan het toetsingskader, dit niet automatisch betekent dat de karakteristieke soorten hoe dan ook aanwezig zullen zijn. Dit hangt er ook vanaf of o.a. de morfologische en hydrologische omstandigheden op orde zijn.

Dit artikel is tot stand gekomen in opdracht van STOWA in het kader van de kennisdeling binnen het KALLISTO-project. KALLISTO is mede mogelijk gemaakt door subsidie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu via het Innovatieprogramma KRW van Agentschap NL. www.senternovem.nl/krw/. Voor meer informatie zie www.samenslimschoon.nl.

Referenties

- Jeroen de Klein, Edwin Peeters, Oscar van Zanten, Ineke Barten (2012). An Ecological Assessment Framework (EAF) for evaluating the effect of Waste Water Treatment Plant and Combined Sewer Overflows loads on the river Dommel, Rapport Kallisto-project, Workpackage 4, August 2012.
- Engelhard, C. (2006). Assessing the Impact of Urban Drainage Measures with Regard to the Water Framework Directive. Volume 4 of Series Forum Umwelttechnik und Wasserbau / Series Forum Umwelttechnik und Wasserbau, Universität Innsbruck, IUP - Innsbruck University Press, 220 p.
- FWR (1998). Urban Pollution Management Manual - A planning guide for the management of urban wastewater discharges during wet weather. Foundation for Water Research (FWR), Buckinghamshire, Great Britain.
- Lammersen, R. (1997). Die Auswirkung der Stadtentwässerung auf den Stoffhaushalt von Fließgewässern. Volume 15 of Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Institut für Wasserwirtschaft. Universität Hannover, SuG-Verlag-Ges., 400 p.
- Stowa (2001). Limnodata Neerlandica. De aquatisch ecologische databank voor Nederland. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht, The Netherlands, report number 2001-32
- Stowa (2007). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water. Bijlage 9, Macrofauna maatlat Rivieren. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht, The Netherlands, report number 2007-32
- Verdonschot, P.F.M., Higler, L.W.G., Nijboer, R.C. & Van den Hoek, T.H. (2003). Naar een doelsoortenlijst van aquatische macrofauna in Nederland. Platwormen (Tricladida), steenvliegen (Plecoptera), haften (Ephemeroptera) en Kokerjuffers (Trichoptera). Alterra-rapport 858, Alterra, Wageningen, 128 pp.
- Waterbeheer Dommel (2011). Waterbeheerplan Dommel 2011-2015. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht, The Netherlands, report number 2011-32



Toetsingskader

| Locatie Genneper Watermolen Bovenstrooms RWZI | Duur van de gebeurtenis | Zuurstof (mg/l) | | | Ammonium (mgN/l) | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|--------|-------|------------------|--------|-------|
| | | 1-5 u | 6-24 u | >24 u | 1-5 u | 6-24 u | >24 u |
| | | Getolereerde frequentie per jaar | 12 | < 5.5 | < 6.0 | < 7.0 | > 1.5 |
| | 4 | < 4.0 | < 5.5 | < 6.0 | > 2.0 | > 1.2 | > 0.5 |
| | 1 | < 3.0 | < 4.5 | < 5.5 | > 2.5 | > 1.5 | > 0.7 |

KRW-scores

| |
|-------------|
| 0.55 - 0.60 |
| goed |

| Locatie Collse Watermolen Kleine Dommel | Duur van de gebeurtenis | Zuurstof (mg/l) | | | Ammonium (mgN/l) | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|--------|-------|------------------|-------|--|
| | | 1-5 u | 6-24 u | >24 u | Geen gegevens | | |
| | | Getolereerde frequentie per jaar | 12 | < 5.5 | < 6.0 | < 7.0 | |
| | 4 | < 4.0 | < 5.5 | < 6.0 | | | |
| | 1 | < 3.0 | < 4.5 | < 5.5 | | | |

| |
|-------------|
| 0.34 - 0.45 |
| matig |
| ontoeikend |

| Locatie Hooionkse molen Benedenstrooms RWZI | Duur van de gebeurtenis | Zuurstof (mg/l) | | | Ammonium (mgN/l) | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|--------|-------|------------------|--------|-------|
| | | 1-5 u | 6-24 u | >24 u | 1-5 u | 6-24 u | >24 u |
| | | Getolereerde frequentie per jaar | 12 | < 5.5 | < 6.0 | < 7.0 | > 1.5 |
| | 4 | < 4.0 | < 5.5 | < 6.0 | > 2.0 | > 1.2 | > 0.5 |
| | 1 | < 3.0 | < 4.5 | < 5.5 | > 2.5 | > 1.5 | > 0.7 |

| |
|-------------|
| 0.28 - 0.40 |
| matig |
| ontoeikend |