

Integrale
dynamische
modellering
afvalwaterketen
Eindhoven



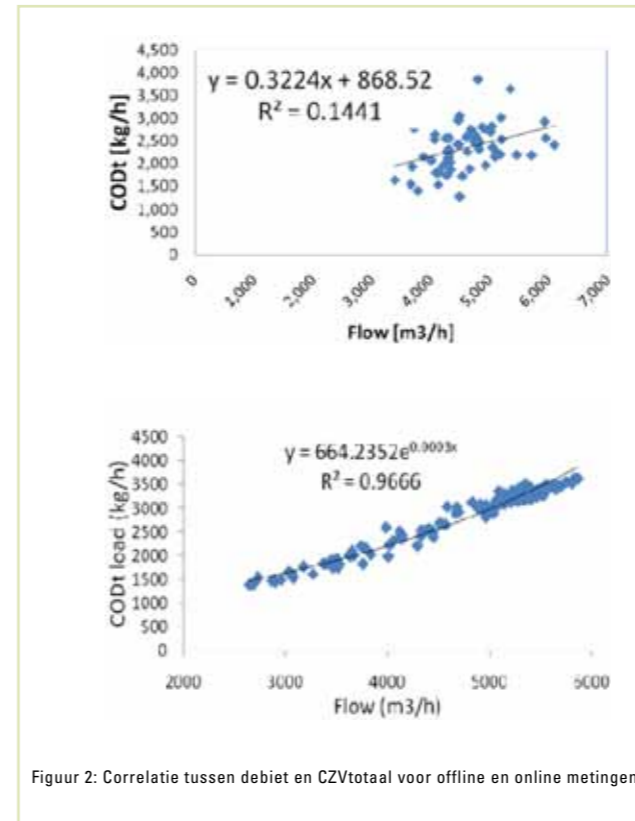
Figuur 1: RWZI Eindhoven.

DE ZUIVERING IN DETAIL

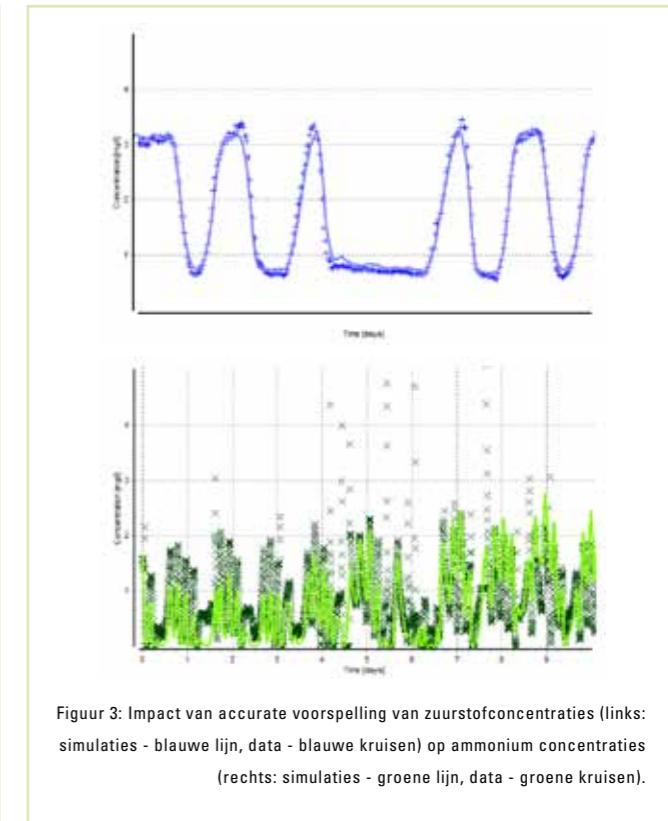
Onder het motto ‘Samen, Slim, Schoon’ ontwikkelen gemeenten, waterschappen en universiteiten oplossingen voor een vernieuwende aanpak in de afvalwaterketen en het watersysteem. Geavanceerde modellering van procesonderdelen van de rwzi maakt onderdeel uit van het KRW-innovatieproject KALLISTO dat bijdraagt aan een doelmatig en duurzaam schoner oppervlaktewater in rivier de Dommel.

De waterkwaliteit in rivier de Dommel en zijwaterlopen is onvoldoende voor het bereiken van een goede ecologische toestand. Het waterschap voert momenteel verschillende KRW maatregelen uit om de toestand te verbeteren, zo wordt momenteel in het kader van het project ‘Dommel door Eindhoven’ een deel van de rivier uitgebaggerd en natuurlijk (her)ingericht. In de afvalwaterketen is in 2006 geïnvesteerd in de volledige renovatie van rwzi Eindhoven (zie figuur 1). Ook in de aanleg van een groot aantal randvoorzieningen en groene buffers achter de riooloverstorten is geïnvesteerd. Maar er is meer nodig. Het optreden van overstorten vanuit de riolering van tien gemeenten in de regio Eindhoven en de lozing van effluent van de rwzi hebben directe gevolgen voor de waterkwaliteit. Door acute zuurstofloosheid of toxiciteit kan vissterfte en/of verdrijving van fauna optreden. Continue metingen (zuurstofsensoren) en inzet automatische monsternameteksten bij (hevige) regenval laten meerdere keren per jaar optredende zuurstofdips (tot bijna zuurstofloosheid) en hoge tot zeer hoge ammoniumconcentraties zien in de Dommel, met name in de Beneden Dommel. Optimalisatie van de zuiveringsprocessen op de RWZI Eindhoven is dus van groot belang om de piekmissies naar de Dom-

mel te voorkomen. Geavanceerde dynamische wiskundige modellering verschaffen meer inzicht in de huidige werking van de RWZI en de ruimte die er is voor verbetering van de installatie. De nadruk ligt in eerste instantie op piekbelastingen. Verbeteringen worden enerzijds getoetst binnen de bestaande infrastructuur en anderzijds door het nemen van bijkomende structurele maatregelen. Dit model van de RWZI wordt vervolgens in een nageschakelde analyse geïntegreerd in een model van de hele waterketen om deze maatregelen te toetsen met maatregelen elders in de keten. Dynamische modellering zuiveringsproces Wiskundige modellen van de verschillende eenheidsprocessen in een RWZI zijn beschikbaar in commerciële softwarepakketten. Een model van de RWZI Eindhoven werd geïmplementeerd in WEST (mikebydhi.com). Alvorens het model te kunnen gebruiken voor evaluatie van verschillende scenario’s (scenario analyse) dient het eerst gekalibreerd te worden, om zodoende een goede beschrijving (voorspelling) van de reële situatie te garanderen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van het UGent-BIO-MATH kalibratieprotocol. Het is de intentie om tijdens de kalibratie zo weinig mogelijk modelparameters aan te passen, aangezien dit de voorspellende kracht van het model



Figuur 2: Correlatie tussen debiet en CZVtotaal voor offline en online metingen.



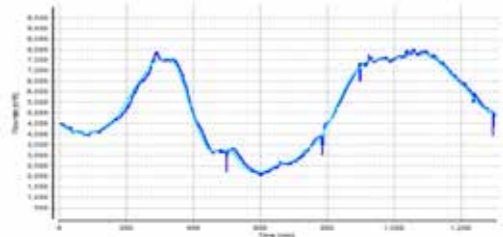
Figuur 3: Impact van accurate voorspelling van zuurstofconcentraties (links: simulaties - blauwe lijn, data - blauwe kruisen) op ammonium concentraties (rechts: simulaties - groene lijn, data - groene kruisen).

beperkt (het model kan enkel de kalibratiesituatie voorspellen, de voorspelling bij andere condities is zeer groot). De noodzaak om veel parameters te wijzigen tijdens een kalibratieproces duidt op het feit dat de modelstructuur niet correct is. Ook ligt de kwaliteit van de inputdata (influent) vaak aan de basis van overvloedige kalibratie. In deze context is de kalibratie oefening uitgevoerd voor de RWZI Eindhoven op verschillende vlakken vernieuwend. In eerste instantie werd aandacht besteed aan de kwaliteit van de inputdata. De influentfractiëring gebeurde op de klassieke manier, maar er werd terdege aandacht besteed aan de frequentie. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een online S::CAN sensor. Figuur 2 en 3 illustreren de impact van het gebruik van online versus offline data voor CZVtotaal. Er werd gebruik gemaakt van correlaties met debiet. In het geval van offline data werd data (24u mengmonster) gebruikt van drie jaar (twee metingen per week, zie figuur 2) en bij de online data (meetfrequentie 1’) werd data gebruikt van drie dagen (zie figuur 2). De debietstijdsreeks was ook op minuutbasis beschikbaar. De correlatie op basis van de online meting is duidelijk superieur. Een input tijdsreeks voor het model werd op basis van beide aanpakken gegenereerd. Het valt op dat

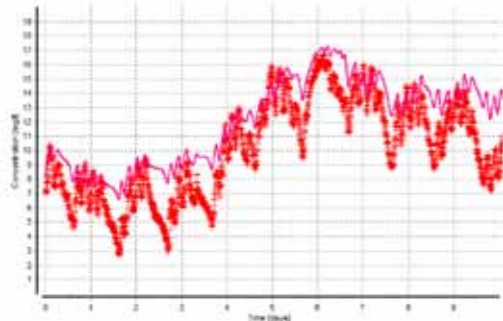
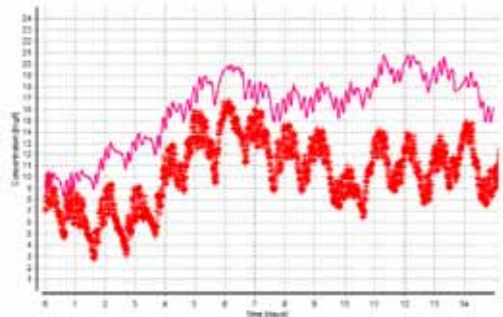
vooral tijdens hoge debieten de belasting die aan het model gevoed wordt, sterk onderschat wordt door de regressie op basis van de offline data. Dit is een gevolg van de mengmonsters die piekgedrag sterk uitmiddelen. Uiteraard zal dit gevolgen hebben voor het gedrag en kalibratie van het model. Gelijke conclusies konden worden getrokken voor opgelost CZV- en drogestofbelastingen. Op het vlak van modelstructuur werd aandacht besteed aan een meer gedetailleerde modellering van de beluchting (zowel de zuurstofoverdracht als de regeling) en de bezinkingsprocessen (zowel voor- als nazinkers). Een correcte beschrijving van de beluchting is cruciaal voor een goede beschrijving van de ammonium verwijdering. Normaal gesproken worden modellen op basis van de zuurstofoverdrachtcoëfficiënt kLa gebruikt. In de modellering van RWZI Eindhoven was echter het luchtdebiet dat effectief werd ingebracht beschikbaar via SCADA. Er bestaan empirische modellen die het verband tussen kLa en luchtdebiet beschrijven. Hier werd echter geopteerd voor een meer rigoureuze model op basis van de specifieke zuurstof transfer efficiëntie (SOTE – Specific Oxygen Transfer efficiency), een meer fysisch proces gebaseerd model. Gebruik makend van dit model en

het luchtdebiet gaf aanleiding tot zuurstof- en NH₄ voorspellingen zoals getoond in Figuur 3, zonder enige kalibratie van (bio) kinetiek. Aangezien bij toekomstige voorspelling de luchtdebietdata niet voorhanden zijn werd ook de cascade NH₄-DO regelaar in het model opgenomen. De voorspelling van het luchtdebiet wordt weergegeven in Figuur 4. Het dient gezegd dat voor het bekomen van dit resultaat de voorspelde zuurstof wenswaarde door de slaafregelaar diende te worden gelogd in SCADA.

Naast de zuurstofhuishouding is ook de slibbalans belangrijk voor een goede voorspelling van zuiveringsrendementen (Plosz et al., 2011). Het in de modelleringwereld standaard ingeburgerde model van Takacs is hiervoor ontoereikend wegens incorrecte voorspelling van onderstroomconcentraties. Daarom werd een verbeterd bezinkingsmodel ontwikkeld dat nauwkeuriger is en compressie en dispersie in de voedingsslaag meeneemt. Voor de beschrijving van de nitraatverwijdering is een goede voorspelling van de chemische zuurstof vraag (CZV) in het influent uiterst belangrijk. Hiervoor werd een meer gedetailleerd voorbezinktankmodel gebruikt en getoetst met meetresultaten



Figuur 4: Voorspelling van de luchtdebieten na afstellen van het model van de regelaar. De figuur toont de simulatie waarden (licht blauwe curve) t.o.v. de gemeten waarden (donker blauwe curve).



Figuur 5: Vergelijking simulatie resultaten (roze lijn) t.o.v. metingen (rode kruisen) voor nitraat met standaard voorbezinktankmodel (links) en met meer gedetailleerd voorbezinktankmodel (rechts).

uit meetcampagnes. Dit, samen met de eerder vermelde hogere fluctuatie van het influent, resulteerde in een opmerkelijke verbetering van de voorspelling van de nitraatverwijdering (Figuur), zonder enige noodzaak aan kalibratie van de kinetiek.

Duurzame Integrale Afvalwaterketen Eindhoven

Het KALLISTO-project resulteert uiteindelijk in een aantal integrale optimalisatiescenario's, die uitgewerkt zullen worden tot diverse realisatiemaatregelen. Dit kunnen fysieke maatregelen in de riolering, in het transportstelsel, op of achter de zuivering of in het oppervlaktewater zijn. Tezamen met een kosteninschatting stellen de clusterpartners een gezamenlijk en onderbouwd investeringsprogramma op voor gemeenten en waterschap. Deze resultaten worden in de loop van 2012 gepubliceerd. Door het beschouwen van de afvalwaterketen als één geheel geeft het KALLISTO-project concrete invulling aan een doelmatig afvalwaterketen-beheer zoals voorgesteld in het Bestuursakkoord Water. De omvang van het onderzoeksproject en de diepgang waarmee in de volle breedte van de afvalwaterketen - zowel naar kwantiteit als kwaliteit - en het oppervlaktewater onderzoek wordt gedaan, is uniek en heeft een sterke internationale uitstraling. Dit artikel is tot stand gekomen in opdracht van STOWA als onderdeel van de kennisdeling binnen het KALLISTO-project. De komende tijd zal de in het KALLISTO-project opgedane kennis onder meer via een reeks artikelen in vakbladen worden gedeeld met de Nederlandstalige vakwereld. KALLISTO is mede mogelijk gemaakt door subsidie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu via het Innovatieprogramma KRW van Agentschap NL. Voor meer informatie: www.samenslimschoon.nl. ■

¹⁾ Auteurs zijn werkzaam bij UGent.

²⁾ Auteur is werkzaam bij Witten+Bos.

³⁾ Auteurs zijn werkzaam bij Waterschap de Dommel.

⁴⁾ Auteur is werkzaam bij TU Delft en Royal Haskoning.



Nieuwbouw moet voldoen aan strenge eisen om op mogelijke overstromingen in te spelen.



Aanpak overstromingsproblematiek: vloedgolf aan ideeën

Studiedag overstromingsaanpak FloodResilienCity

Op de studiedag overstromingsaanpak FloodResilienCity werd ingegaan op de klimaatveranderingen en de manier waarop overstromingsgevaar aangepakt kan worden. De studiedag werd op 15 juni in Brussel gehouden. Er werden lezingen en presentaties gegeven door sprekers uit binnen- en buitenland. Door je voor te bereiden op de klimaatveranderingen, kunnen veel problemen voorkomen of afgezwakt worden.

De laatste jaren is 'extreme neerslag' uitgegroeid tot een begrip. Het gebeurt niet zelden dat er in korte tijd een heleboel regen valt met overstromingen, verkeershinder en blank staande straten als gevolg. De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) wil daar op inspelen. Dat doet men onder meer door crisisbeheer.

Overstromingsproblematiek

In zijn presentatie 'Zoektocht naar een meerlagenaanpak van overstromingsrisico's' ging Ivo Terrens van de Vlaamse Milieumaatschappij dieper op de overstromingsproblematiek in. Er is in de loop der jaren veel veranderd in de manier waarop overstromingen te lijf werden gegaan. "Traditionele oplossingen zoals dijken, kademuuren en pompstations waren succesvol in dunbevolkte valleigebieden. De bouw van wachtbekken was ook een traditionele oplossing, maar vanaf 1980 groeide de weerstand vanuit milieu- en natuurorganisaties. Er moest namelijk ruimte voor water komen," vertelt Terrens. Dat gebeurde in de vorm van regelbare knijpconstructies, seminatuurlijke wachtbekken en gecontroleerde overstromingsgebieden. Dat was echter niet altijd de oplossing voor wateroverlast. En die oplossing is hard nodig. Een online overstromingsvoorspeller kan helpen om op extreme neerslag in te spelen. Zodoende kan veel leed in de kiem gesmoord worden. "De

Referenties

- Bürger R., Diehl S. and Nopens I. (2011). A consistent modelling methodology for secondary settling tanks in wastewater treatment. *Water Res.*, 45(6), 2247-2260.
- Cierkens K., Plano S., Benedetti L., Weijers S., de Jonge J. and Nopens I. (2012). Impact of in fluent data frequency and model structure on the quality of WWTP model calibration and uncertainty. *Wat. Sci. Technol.*, 65(2), 233-242.
- De Jonge, J., Langeveld, J. en Van Nieuwenhuijzen, A.F. (2011), Samenwerking in afvalwaterketen rond Eindhoven voor een schonere Dommel, vakblad H2O, nummer 8, 2011.
- Rieger, L., Gillot, S., Langergraber, G., Ohtsuki, T., Shaw, A., Takács, I., Winkler, S. (2012) Guidelines for using Activated Sludge Models. IWA Scientific and Technical Report. Technical Report. IWA Publishing, London.
- Plósz B.G., De Clercq J., Nopens I., Benedetti L. And Vanrolleghem P.A. (2011). Shall we upgrade one-dimensional secondary settler models used in WWTP simulators? Yes. *Wat. Sci. Technol.*, 63(8), 1726-1738.
- Amerlinck, Y., A. van Nieuwenhuijzen, I. Nopens, P. van Dijk, J. de Jonge, S. Weijers, J. Langeveld (2012). Integrale dynamische modellering Afvalwaterketen Eindhoven: de rwzi in detail. *WT Afvalwater* 1203, juni 2012.