

Waterschap Vallei & Eem gebruikt aanvoervorspelling om beluchting efficiënt in te zetten

SAMENVATTING

In de afgelopen jaren worden in Nederland in toenemende mate beluchting-regelingen toegepast die het ammoniumgehalte regelen door het toepassen van een variabel zuurstofsetpoint. Deze besturingswijze is gericht op het behalen van de effluenteisen (stikstof) en voorkomt overbeluchting doordat in het geval van weinig ammonium een lager zuurstofsetpoint wordt toegepast.

Waterschap Vallei & Eem en DHV hebben op de zuivering in Soest een regeling geïmplementeerd waarin het zuurstofsetpoint nog intelligenter wordt bepaald, namelijk door voorspelling van de aanvoer van ammonium op basis van influentpatronen. Al meer dan 15 jaar en voor meer dan 5 miljoen mensen wordt het drinkwaterverbruik voorspeld om de drinkwatervoorziening te optimaliseren, wat heeft geleid tot een stabielere bedrijfsvoering en minder energie- en chemicaliënverbruik. Hetzelfde wordt voor Soest beoogd! De aanvoer op Soest blijkt zeer goed te voorspellen en voorlopige onderzoeksresultaten laten zien dat met een stabiele en rustige regeling het ammonium- en nitraatgehalte beter onder controle is en er energie bespaard wordt. Doordat ammonium en nitraat goed onder controle is, kunnen op den duur de setpoints dichter tegen de lozingsnormen aan worden gekozen, waardoor de beluchttingsinspanning nog kleiner wordt en er een significante hoeveelheid energie wordt bespaard.

INLEIDING

Enige jaren geleden heeft waterschap Vallei & Eem in samenwerking met DHV een standaard beluchtingregeling opgesteld, welke inmiddels op een zestal zuiveringen van het waterschap is toegepast. Het belangrijkste verschil van deze standaard regeling ten opzichte van voorlopers is dat ammonium de leidende parameter in de besturing vormt in plaats van zuurstof. Dit wordt mogelijk gemaakt doordat in toenemende mate ammonium online wordt gemeten en beluchters worden uitgerust met frequentie-omvormers. In 2010 heeft Waterschap Vallei & Eem besloten een nog slimmere beluchtingregeling toe te passen op de rioolwaterzuivering van Soest. Deze regeling is bekend als CarCON, de modulaire en intelligente beluchtingregeling van DHV welke onderdeel vormt van de AquaSuite productreeks. Deze regeling onderscheidt zich vooral door voorwaartskoppeling op basis van een voorspelling van het aanvoerdebiet. Dit artikel toont de eerste onderzoeksresultaten waarin het effect van de aanvoervorspelling inzichtelijk wordt gemaakt.

STANDAARD BELUCHTINGREGELING BIJ V&E

Enige jaren geleden is een standaard beluchtingregeling opgesteld welke over alle zuiveringen wordt uitgerold. De standaard regeling bestaat uit onderstaande componenten.

Cascaderegelaar

De kern van de regeling bestaat uit een cascaderegelaar. Dit houdt in dat de uitsturing naar de beluchters wordt bepaald door een PID-regelaar op basis van het zuurstofgehalte. Het zuurstofsetpoint wordt binnen grenzen bepaald door een tweede PID-regelaar op basis van het ammoniumgehalte. Op deze manier ontstaat een regeling die elk realistisch ammoniumsetpoint kan realiseren en overbeluchting voorkomt door het terugbrengen van het zuurstofsetpoint in het geval dat het ammoniumsetpoint wordt onderschreden.

RWA-voorziening

In het geval van droogweeraanvoer (DWA) verloopt de vrachtaanvoer op een zuivering vrij gelijkmatig over een etmaal. In het geval van regen is er sprake van RWA. Doorgaans bevat het eerste gedeelte van dit regenwater verhoudingsgewijs een hoge vuilvracht. Het resterende deel bestaat juist uit veel maar relatief schoon water. De standaard beluchtingregeling detecteert de aanvang van een RWA-situatie op basis van het aanvoerdebiet en stuurt dan de beluchting maximaal uit om te anticiperen op de eerste vrachtpiek. Na circa 30 minuten wordt de besturing op basis van ammonium weer actief om desgewenst de beluchting weer te minderen.



Afbeelding 1: Luchtfoto rwzi Soest

Bovenstaande beluchtingregeling is inmiddels toegepast op zes zuiveringen van Waterschap Vallei & Eem, die aanzienlijke verschillen vertonen in opbouw. Zo zijn er zuiveringen die naast puntbeluchters ook beschikken over basisbellenbeluchting of hydraulisch als propstromer functioneren in plaats van een omloopsysteem. Door alert te zijn op de gevolgen van deze verschillen en zorg te besteden aan het inregelen is op elke zuivering naar tevredenheid van de betreffende bedrijfsvoerder een verbetering in de effluentkwaliteit behaald.

Implementatie CarCON op Soest

In 2010 heeft Waterschap Vallei & Eem besloten de beluchtingregeling van rzwi Soest aan te passen. Deze zuivering behandelt het afvalwater uit Baarn en Soest en heeft een ontwerpcapaciteit van 130.000 i.e. De waterlijn bestaat uit 2 straten met achtereenvolgens voorbezinking, een beluchtingcircuit van het type Carrousel-2000 en nabezinking. Per beluchtingcircuit zijn 2 puntbeluchters geïnstalleerd, beide van ca. 100 kW. Beide circuits beschikken o.a. over een online zuurstof- en ammoniummeting.

Het waterschap heeft besloten om CarCON als beluchtingregeling te implementeren. Deze regeling biedt een aantal voordelen ten opzichte van een conventionele regeling.

Aanvoersvoorspelling

Het rioolstelsel van Soest fungeert onder vrij verval. Dit heeft tot gevolg dat op droge dagen de aanvoer op de zuivering een duidelijk dagpatroon vertoont en daardoor goed te voorspellen is. Naast deze voorspelling wordt de relatie bepaald tussen debiet en vracht, wat een goede indicatie is voor de te verwachten zuurstofbehoefte. Met deze kennis kan een feed forward worden toegepast in de beluchtingsregeling waarmee de beluchting al vermeerderd/verminderd, nog voordat er een afwijking van het ammoniumgehalte optreedt. In het geval van afwijkingen van het voorspelde patroon zorgt de feedback regelaar alsnog voor een wijziging van de beluchting.

Dagkalibratie

Na elk etmaal stelt CarCON opnieuw de relatie tussen debiet en vracht vast aan de hand van alle verzamelde data zoals de totaal ingebrachte beluchtingscapaciteit en het daggemiddeld (volumeproportioneel) ammoniumgehalte. Door dit mechanisme is de feed forward component van de regeling zelflerend.

PC-platform

CarCON is een PC-applicatie die gekoppeld is aan het PA-netwerk van een zuivering. De CarCON-PC ontvangt metingen uit het veld en stuurt setpoints voor de beluchters terug naar de PLC. De status van de communicatie wordt bewaakt door de PLC, in het geval van uitval van CarCON valt de PLC terug op een eenvoudige lokale regeling. Een PC is bij uitstek geschikt voor intelligente programmastructuren waarvoor meer rekenkracht benodigd is. Daarnaast is een PC makkelijk van buitenaf benaderbaar wat de mogelijkheid biedt voor ondersteuning op afstand zoals het analyseren van data en ondersteuning van de bedrijfsvoering.

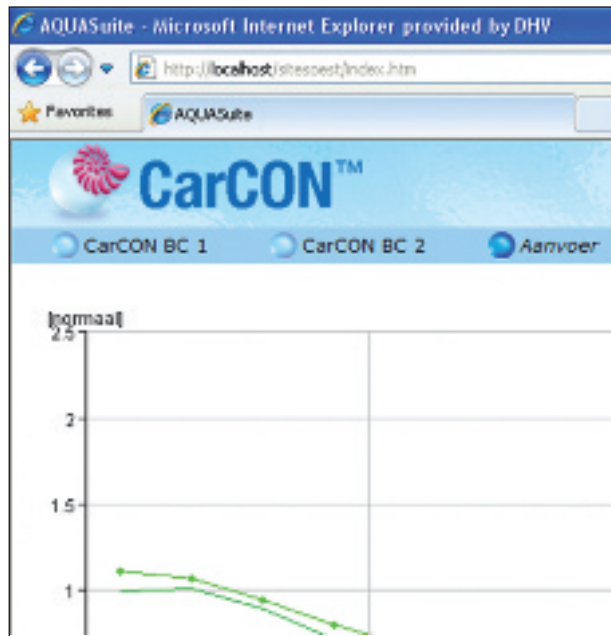
Werking voorspelling

In het geval van DWA vertoont het influentdebiet van rwzi Soest een duidelijk dagpatroon. Dit patroon wordt op basis van een beproefde techniek uit de drinkwaterwereld voorspeld. Deze voorspellingsmodule onderkent verschillen per dag van de week (op zondag vertoont het debiet bijvoorbeeld een latere en vlakker ochtendpiek dan op maandag) en baseert het patroon van een bepaalde dag op de meest recente 7 weken. De voorspelde dag wordt geanalyseerd en indien de data representatief is, wordt deze voor de komende weken meegenomen. Hierdoor ontstaat een zelflerend mechanisme.

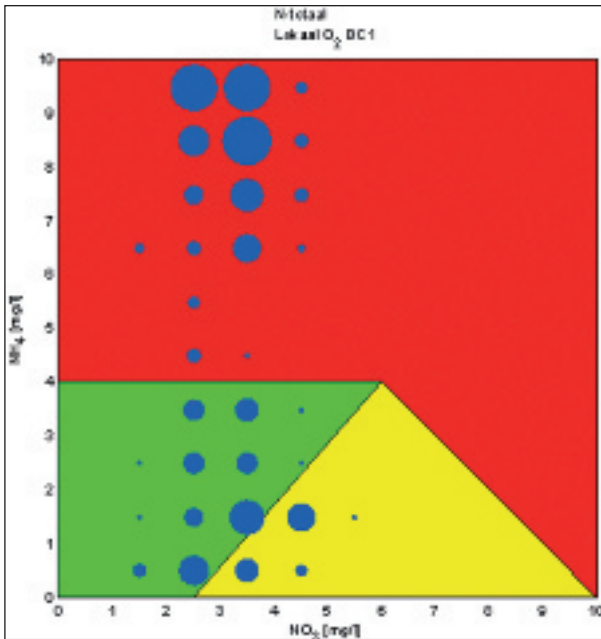
Resultaten

Tijdens de implementatie van CarCON zijn data verzameld over de verschillende regelingen, welke hieronder worden toegelicht. De data zijn afkomstig uit representatieve perioden. Dit wil zeggen dat regendagen buiten beschouwing worden gelaten en dat in beide straten gelijke procesomstandigheden heersen ten aanzien van drogestofgehalte en dosering van chemicaliën. De resultaten worden weergegeven in een grafiek met 2 assen. Op de horizontale as is het ammoniumgehalte van het effluent uitgezet, op de verticale as het nitraatgehalte. De vlakverdeling representeert een beoordeling. Een totaal (opgelost) stikstofgehalte hoger

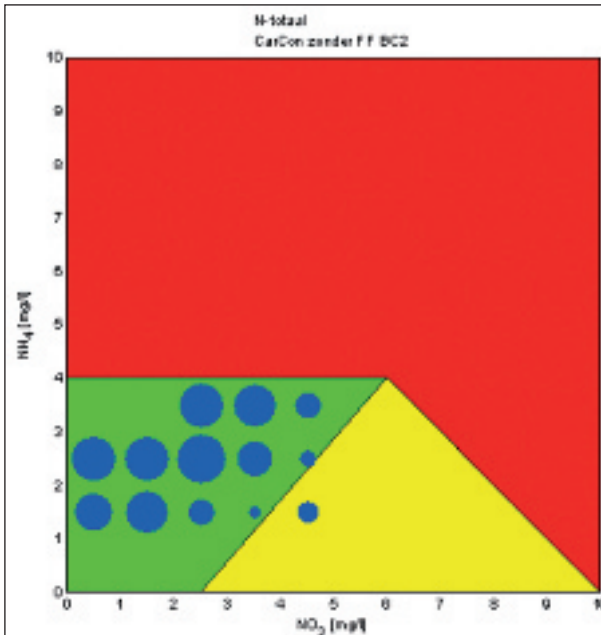
dan 10 mg/l of een ammoniumgehalte hoger dan 4 mg/l wordt als ongewenst (rood) beoordeeld. Binnen deze grenzen wordt een waarde als gewenst (groen) beoordeeld, of als kritisch (geel) indien het nitraatgehalte 2 mg/l hoger is dan het ammoniumgehalte. In het vlak is een reeks met 5-minutenwaarden uitgezet, waarbij is afgerond op 0,5 mg/l. De grootte van de bollen is een maat voor het aantal metingen in het betreffende kwadrant.



Afbeelding 2: Aanvoervoorspelling rwzi Soest. In bovenstaande afbeelding is een voorspelling zichtbaar. De lijn met bollen is het aanvoerpatroon, zoals op voorhand voorspeld door CarCON. De tweede lijn is het werkelijk opgetreden debiet.

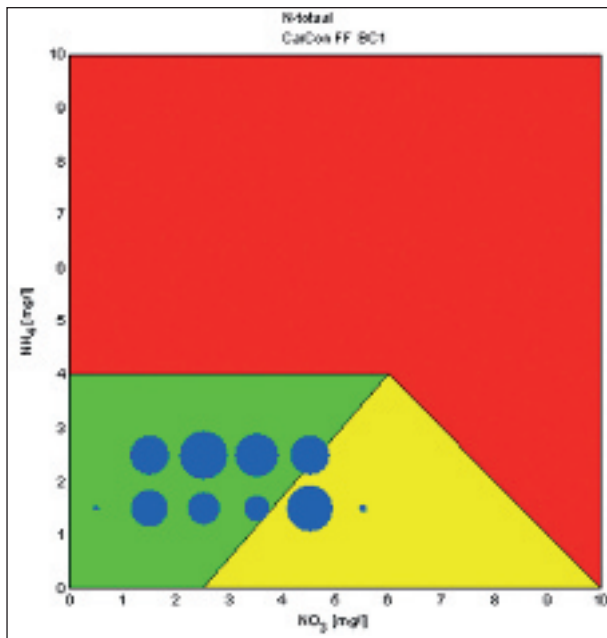


Afbeelding 3: Resultaten lokale zuurstofregeling in BC1. In bovenstaande afbeelding zijn de resultaten zichtbaar voor de lokale zuurstofregelaar in beluchtingcircuit 1 (BC1). Er is duidelijk te zien dat het continue zuurstofgehalte een kleine spreiding in nitraatgehalte tot gevolg heeft. Er is echter een grote spreiding in optredende ammoniumgehalten. Enerzijds zijn er veel metingen met een ammoniumgehalte dat aanzienlijk boven de eis ligt, aan de andere kant zijn er metingen waarin minder beluchting had volstaan.



Afbeelding 4: Resultaten cascaderregeling in BC2. In bovenstaande afbeelding zijn de resultaten zichtbaar voor de cascaderregelaar op ammonium in beluchtingcircuit 2. Het ammoniumsetpoint bedraagt 2,0 mg/l. Het grootste deel van de metingen ligt rond deze waarde, er zijn echter ook veel punten waarin het ammoniumgehalte circa 3,5 mg/l bedraagt.

De resultaten in afbeelding 5 afbeelding vertonen minder spreiding, het ammoniumgehalte bedraagt afgerond maximaal 2,5 mg/l bij een setpoint van 2,0 mg/l. Deze resultaten zijn behaald met CarCON bij DWA-omstandigheden in beluchtingcircuit 1.



Afbeelding 5: Resultaten cascadereregeling met aanvoerspel-
ling in BC1

Uit voorgaande afbeeldingen blijkt duidelijk dat een cascadereregeling op ammonium aanzienlijke voordelen biedt voor de effluentkwaliteit ten opzichte van een zuurstofregeling. De aanvoerspel-
ling biedt daarnaast de mogelijkheid om tot nog nauwkeuriger sturing op het ammoniumsetpoint te komen. Op een eerder project is al gebleken dat de cascadereregeling tot energiebesparing kan leiden. Voorlopige resultaten uit het onderzoek op rwzi Soest

laten zien dat met de aanvoerspel-
ling nog meer energie bespaard kan worden. Daarnaast biedt deze wijze van besturing de bedrijfsvoerders de mogelijkheid om het setpoint minder conservatief (veiligheidsmarge) en dichterbij de effluenteis te kiezen zodat de benodigde beluchting en daarmee het energieverbruik verder afneemt.

VERDERE ONTWIKKELING CARCON

Nu ammonium en nitraat zo goed onder controle zijn (zie afbeelding 5) ontstaat er ruimte om de setpoints voor ammonium en nitraat automatisch te optimaliseren. Met deze volgende stap in CarCON kan nog een aanzienlijke factor energie bespaard worden. Een andere ontwikkeling die op dit moment al plaats vindt voor de zuivering van Soest is dat CarCON naast ammonium ook het biologisch fosfaatgehalte in beschouwing neemt bij de bepaling van het beluchtingsetpoint.

CarCON biedt de mogelijkheid tot het invoeren van laboratoriumwaarden. Over langere termijn kunnen de online ammoniummeting en de gekalibreerde laboratoriummetingen met elkaar vergeleken worden. In het geval van verschillen kan in de regeling hiervoor worden gecorrigeerd. Daarnaast is het met behulp van de laboratoriumwaarden mogelijk om sturing op ammonium toe te passen, zelfs als er geen online meting beschikbaar is op een zuivering.

*Robbert Wagemaker en Michel de Koning, DHV
Dirk van Kleef, waterschap Vallei & Eem*