

## Controleren van het zuurstofinbrengend vermogen op een rwzi

*Ronnie Berg (Tauw), Herman Evenblij (waterschap Groot Salland), Berend Reitsma (Tauw)*

Op een aantal rwzi's is in de afgelopen jaren de oppervlaktebeluchting vervangen door een efficiënter beluchtingssysteem. Doelstellingen hierbij zijn vaak het vergroten van de zuurstofinbrengcapaciteit en het verlagen van het energiegebruik. Controleren of het opgeleverde beluchtingssysteem voldoet aan de gestelde eisen vergt veel tijd en de metingen kunnen leiden tot zeer uiteenlopende resultaten. Daarom worden dergelijke controles nauwelijks uitgevoerd. Samen met Tauw heeft waterschap Groot Salland een snelle en eenvoudige manier ontwikkeld om de zuurstofinbrengcapaciteit voor rwzi Dalfsen te bepalen: CFD-modellering.

Het energiegebruik van een rioolwaterzuiveringsinstallatie bestaat grotendeels uit het energiegebruik ten behoeve van het beluchtingssysteem. Vandaag de dag worden steeds meer oppervlaktebeluchtingssystemen vervangen door een efficiënter systeem om een forse jaarlijkse energiebesparing te kunnen realiseren. De efficiëntie van de beluchtingssystemen hangt af van de snelheid waarmee de zuurstof wordt overdragen aan de waterfase (of eigenlijk het actiefslib), gerelateerd aan het opgenomen elektrische vermogen. Verschillende factoren zijn hierop van invloed, zoals het type beluchtingssysteem, de technische staat van het systeem, de waterdiepte in de actiefslib-tanks, de oppervlakte-actieve stoffen die zuurstofoverdracht belemmeren (bekend als de alfa-factor) en de eigenschappen van het actiefslib.

Het zuurstofinbrengend vermogen (in kg O<sub>2</sub>/uur, ook wel OC genoemd) is van groot belang voor het zuiveringsproces, en de beluchtingsefficiëntie (in kg O<sub>2</sub>/kWh) voor het energiegebruik.

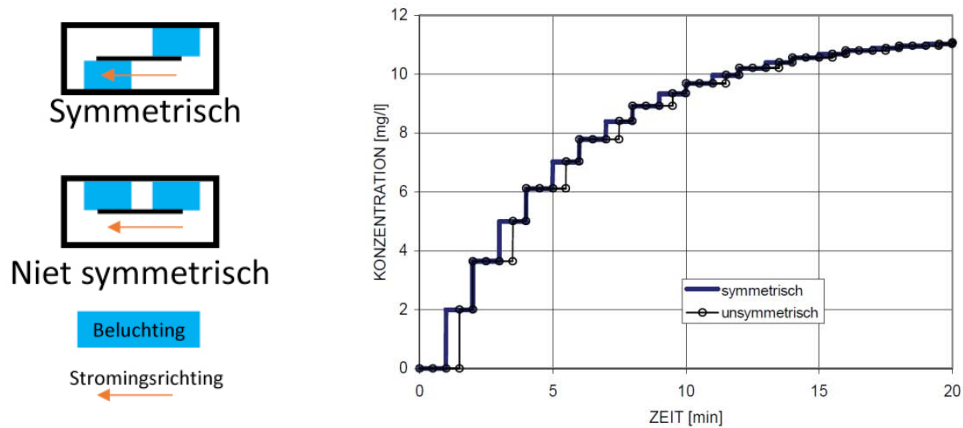
Bij de oplevering van de installatie worden de gestelde eisen (capaciteit en efficiency) echter lang niet altijd gecontroleerd. Voor zo'n controle zijn OC-metingen nodig.

### **OC-metingen nieuwe beluchting rwzi Dalfsen**

Onlangs heeft waterschap Groot Salland de borstelbeluchters van rwzi Dalfsen vervangen door energiezuiniger beluchtingsplaten. Bij de aanbesteding van het project zijn eisen gesteld aan het zuurstofinbrengend vermogen en de beluchtingsefficiëntie. Om te bepalen of de nieuwe installatie voldoet aan de eisen werd een OC-meting gedaan en een vermogensmeting.

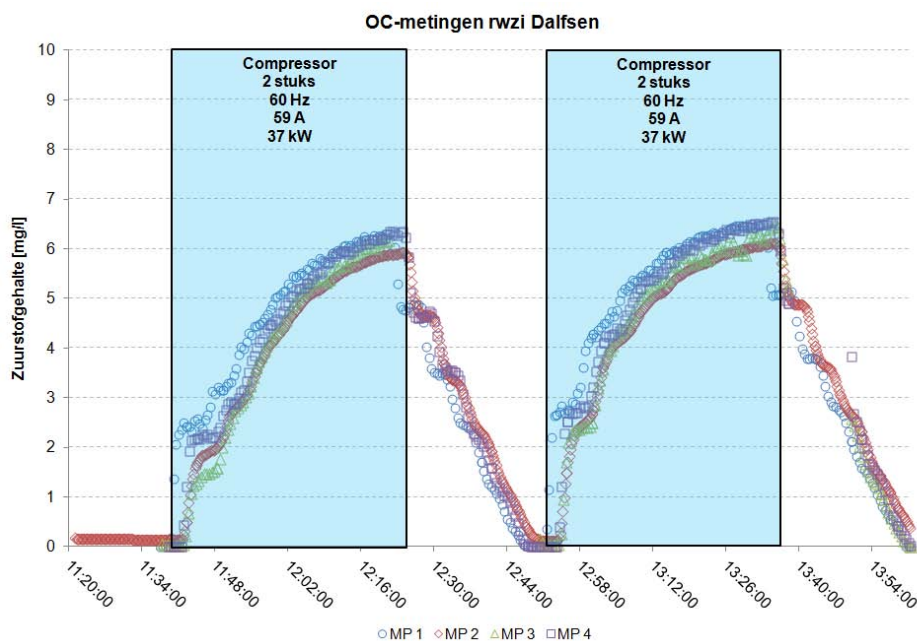
In de praktijk blijkt dat het uitvoeren van een OC-meting lastig is. Zo zijn er meerdere geijkte zuurstofsensoren nodig (tenminste 4 stuks), die verspreid door de tank moeten worden opgehangen. Verder moeten de aanvoer van influent en retourslib en recirculaties worden stopgezet. Feitelijk moet de actiefslib-tank buiten bedrijf zijn. Het resultaat van de OC-meting is de toename (of afname, afhankelijk van gekozen meetprincipe) van het zuurstofgehalte gedurende een bepaalde tijd. Met de meetresultaten en het volume van de actiefslib-tank

wordt vervolgens bepaald hoeveel kilogram zuurstof is ingebracht. Uit de metingen blijkt echter dat iedere meetlocatie een ander zuurstofverloop heeft. De berekende zuurstof-inbrengcapaciteit is daardoor sterk afhankelijk van welke meetlocaties gekozen zijn. Verder is uit de literatuur [1, 2, 3] bekend dat ook de geometrie (symmetrisch of niet symmetrisch) van de actiefslib-tanks de meting kan beïnvloeden. Afbeelding 1 geeft een voorbeeld van het zuurstofconcentratieverloop voor een symmetrische en een niet symmetrische tankindeling en een schematische weergave van de daarbij horende tankindeling.



**Afbeelding 1. Schematische weergave van de opbouw van een symmetrische en een niet-symmetrische tank, en het bijbehorende zuurstofverloop (voorbeeld) [1]**

Waterschap Groot Salland heeft na oplevering van het beluchtingssysteem een OC-meting gedaan in het actiefslib, volgens de absorptiemeting beschreven in DWA-M 209. Het gemeten zuurstofverloop is in afbeelding 2 samengevat.



**Afbeelding 2. OC-metingen rwzi Dalfsen**

Op basis van dit verloop van het zuurstofgehalte is met het standaard rekenmodel van STOWA een gemiddelde zuurstofinbrengcapaciteit berekend van 121 kg O<sub>2</sub>/h. Dit is de zuurstofinbreng in het actiefslib. In totaal is de zuurstofinbrengcapaciteit in reinwater dan circa 175 kg O<sub>2</sub>/uur. De gevraagde capaciteit van het beluchtingssysteem was 250 kg O<sub>2</sub>/uur. Op basis van deze metingen lijkt het systeem dus niet aan de gevraagde capaciteit te voldoen.

Voor de afzonderlijke meetpunten ligt de zuurstofinbrengcapaciteit in reinwater tussen de 90 en 275 kg O<sub>2</sub>/h. Dit betekent dat op de ene meetplek wel de gevraagde beluchtingscapaciteit wordt gehaald, terwijl bij op andere meetplek een groot tekort is. De resultaten van de OC-meting lijken daarmee niet bruikbaar.

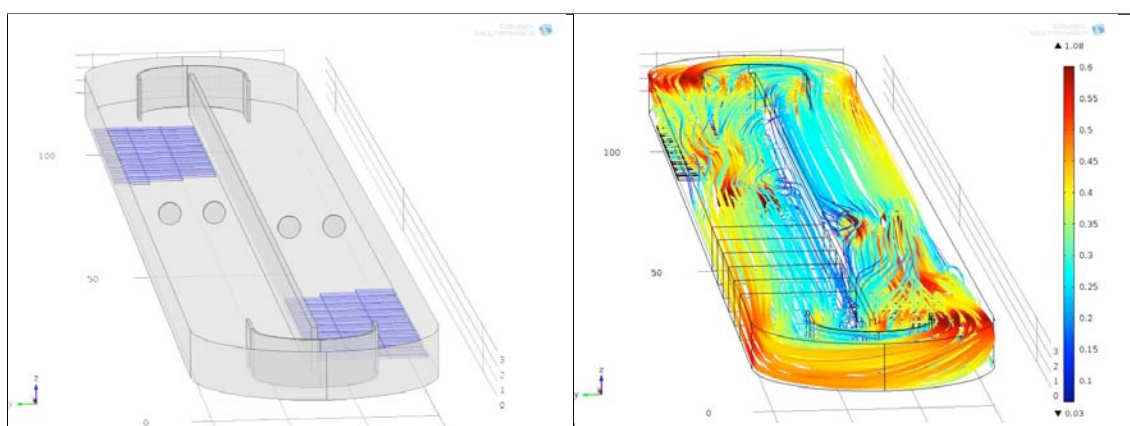
### Zuurstofinbrengend vermogen bepalen met CFD

Samen met Tauw heeft waterschap Groot Salland gezocht naar een betere benadering om de zuurstofinbrengcapaciteit voor rwzi Dalfsen te kunnen bepalen. Hierbij is gebruik gemaakt van een hydrodynamisch 3-dimensionaal computermodel van de beschouwde actiefslib-tanks. Met dit 3D-model (CFD, zie kader) zijn de omstandigheden van de metingen nagebootst.

Met het CFD-model zijn de effecten van de ligging van de beluchtingspakketten, de omloopsnelheid en mengeffecten op de zuurstofmeting eenduidig inzichtelijk gemaakt. Een voorbeeld van de resultaten van de menging in de actiefslib-tank is in afbeelding 3 opgenomen. Links is de indeling van de actiefslib-tank weergegeven, rechts het stromingsprofiel.

#### Wat is CFD

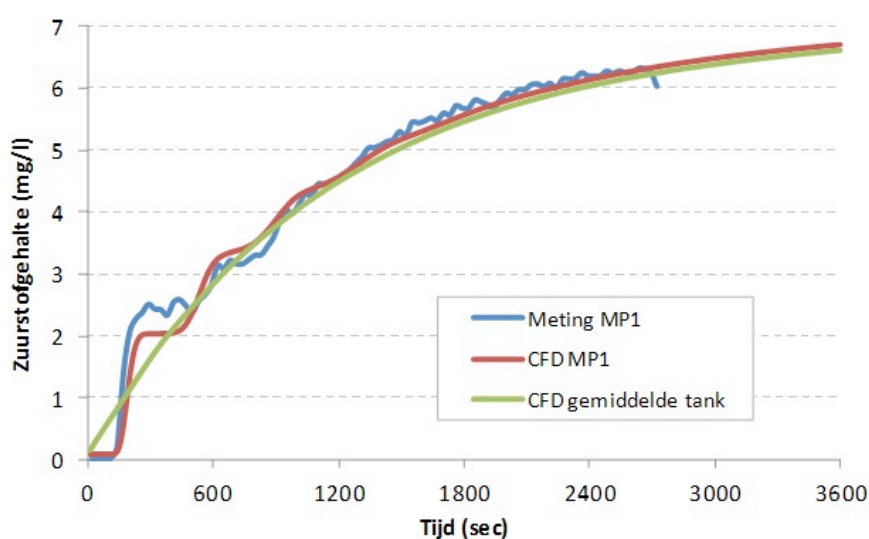
CFD staat voor Computational Fluid Dynamics. Met dit krachtige instrument wordt onder andere het gedrag van vloeistofstromen in reactoren inzichtelijk gemaakt. Aan de hand van Navier-Stokes vergelijkingen worden de stromingscondities van vloeistofdeeltjes bepaald. De vergelijkingen vormen de basis voor de hedendaagse stromingsleer. Belangrijke elementen in deze vergelijkingen zijn de dichtheid van het medium, het volume, de snelheid, het oppervlak, de kracht op het medium en de (driedimensionale) richting.



**Afbeelding 3. CFD-indeling van actief-slibtank rwzi Dalfsen (links) en weergave van het stromingsprofiel (rechts)**

De blauw gearceerde onderdelen zijn de beluchtingsplaten; de kleurschaling van blauw naar rood geeft een snelheidsverdeling weer van respectievelijk 0 m/s tot 0,6 m/s.

In het CFD-model zijn de zuurstofoverdracht en de stroming met elkaar gekoppeld. Door deze koppeling is de zuurstofverspreiding op ieder punt in de tank betrouwbaar gemodelleerd. Het met het CFD-model berekende verloop van de zuurstofconcentratie wordt met de praktijkmeting vergeleken. Het model wordt gekalibreerd totdat de berekeningen en praktijkmetingen met elkaar overeenkomen. Daarna berekenen we over de hele actief-slibtank een gemiddeld verloop van de zuurstofconcentratie. Bij de gemiddelde zuurstofconcentratie in tank spelen de specifieke meetlocatie en het lokale menggedrag geen rol meer. In afbeelding 4 zijn het gemeten zuurstofverloop (blauw), het berekende zuurstofverloop (rood) en het gemiddelde zuurstofverloop (groen) in de tank met elkaar vergeleken. Hierin is te zien dat het berekende zuurstofgehalte in lijn ligt met de praktijkmeting.



**Afbeelding 4. Gemeten en met CFD gemodelleerd zuurstofverloop**

Met het gemiddelde zuurstofverloop in de tank en de rekensheet van STOWA 2009 15 is vervolgens de zuurstofinbrengcapaciteit bepaald. De berekende capaciteit in het actiefslib bedroeg circa 178 kg O<sub>2</sub>/uur. In totaal is de zuurstofinbrengcapaciteit in reinwater dan circa 255 kg O<sub>2</sub>/uur. De gevraagde capaciteit van het beluchtingssysteem was 250 kg O<sub>2</sub>/uur. Daarmee voldoet het systeem dus aan de gevraagde capaciteit.

### Nadelen

Het gebruik van CFD om de zuurstofinbrengcapaciteit te bepalen heeft enkele nadelen:

- Er moet een CFD-model van de beluchtingstank(s) gemaakt worden (tankafmetingen, stuwkracht voortstuwars, indeling en ligging van beluchtingsplaten en voortstuwars), dit kost tijd en geld.
- De resultaten blijven gebaseerd op metingen in actiefslib en zijn daardoor voor een groot deel afhankelijk van de (moeilijk te meten) alfa-factor.

## **Voordelen**

Het gebruik van CFD om de zuurstofinbrengcapaciteit te bepalen heeft ook een aantal voordelen:

- Er hoeft slechts één zuurstofsensor te worden gebruikt; dat zal in bijna alle gevallen de reeds aanwezige zuurstofsensor zijn die gebruikt wordt voor de procesregeling.
- De met CFD-modellering berekende OC-capaciteit is nauwkeuriger dan de handmatige bepaling met meerdere zuurstofsensoren.
- Ook in niet-symmetrische beluchtingstanks kan een betrouwbare OC-capaciteit worden bepaald.
- Het gemaakte model kan na verloop van tijd weer gebruikt worden om de eventuele veroudering van het beluchtingssysteem vast te stellen.

## **Literatuur**

1. Frey, Wilhelm (2000). Messung der Sauerstoffzufuhr in belebtem Schlamm mit und ohne Hilfsstoffe (Absorptions und desorptionsmessungen), [http://www.aabfrey.com/?page\\_id=37](http://www.aabfrey.com/?page_id=37).
2. Borger, A., P. Clevering-Loeffen, et al.(2009). Handreiking OC-meting in de praktijk. STOWA rapportnummer 2009-15.
3. Bentem, A. van, en B. de Bruin (2009). OC-metingen in omloopsystemen; een theoretische analyse. Afvalwaterwetenschap, jaargang 8, nummer 2.