

Ontwikkelingen op het gebied van computational fluid dynamics (CFD)

Bas Wols

Computational Fluid Dynamics is een wiskundig model dat de stroming van vloeistoffen beschrijft. Hiermee kun je inzicht krijgen in hoe die stroming loopt, en bijvoorbeeld wat voor gevolgen bepaalde factoren hierop kunnen hebben. Uiteraard speelt stroming in de waterzuivering een belangrijke rol. CFD kan worden ingezet op diverse onderdelen van het zuiveringsproces, niet alleen om meer inzicht te krijgen in het proces, maar juist ook om de verschillende processtappen te optimaliseren.

Op 27 januari kwamen ongeveer 30 mensen bij elkaar voor de workshop computational fluid dynamics (CFD) in de waterzuivering, georganiseerd door Vitens en KWR. In het historische pompstation Soestduinen van Vitens werden (water)technologen en onderzoekers bijgepraat over de laatste stand van zaken op het gebied van CFD.

CFD is een krachtig gereedschap om de processen beter te begrijpen en daarmee ontwerpen te verbeteren. Het is de kunst om een brug te slaan tussen de zeer complexe modellen die ontwikkeld worden op universiteiten, en de sterk versimpelde modellen die in de praktijk gebruikt worden. Validatie is dan onontbeerlijk, om te toetsen of de vereenvoudigingen acceptabel zijn. Voor een groot aantal waterzuiveringsinstallaties wordt CFD-modellering inmiddels al succesvol ingezet. Als nieuwe toepassingen van CFD werden het ontsnappen van sediment uit de zuiveringsinstallaties naar de distributieleidingen en verdere optimalisering van filtratieprocessen genoemd.

Maike Baltussen (TUEindhoven) trapte de workshop af met een overzicht van meerfasenmodellering van **bellen in water**. Met de meest geavanceerde techniek die er is, de 'direct numerical simulation', worden alle details van het vervormen, opbreken en samensmelten van bellen berekend. Voor veel processen waar stoffen van het gas naar het water moeten worden overgedragen, is een kleine bel van belang, omdat er dan meer oppervlak ontstaat. Het modelleren van bellen levert inzicht in de processen op en is een goede ondersteuning van het ontwerp van bellenkolommen.

Benjamin van den Akker (KWR) gaf een presentatie over het modelleren van de stroming in **onthardingsreactoren**. Verschillende installaties van Vitens zijn doorgerekend, en op basis van de verblijftijdspreiding en stromingsprofielen met elkaar vergeleken. De modellering geeft nieuwe inzichten in het proces, zoals de plekken waar de korrels kunnen bezinken in de reactor. Met een beter begrip van de stroming kunnen de installaties verder verbeterd worden. In een tweede presentatie gaf Van den Akker een overzicht van zijn werk op het gebied van het ontstaan van bellen in **plaatbeluchters**. Effecten zoals vervuiling, en materiaaleigenschappen van de plaatbeluchter zijn onderzocht. Het CFD-model berekent karakteristieken van de bel die gebruikt kunnen worden om het rendement van de beluchting te bepalen. Ook voor het

spoelen van **snelfilters** is door Van den Akker een CFD-model ontwikkeld, dat gebruikt kan worden om de hoeveelheid spoelwater te verminderen.

De CFD-modellering van **reinwaterkelders** werd behandeld door Nico Wolthek (Vitens). In de (na)zomer wordt een toename van *Aeromonas*-getallen na de reinwaterkelder gevonden, wat waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de combinatie van hoge temperaturen en langere verblijftijden. Om te voorkomen dat het water te lang in de reinwaterkelder verblijft, is met behulp van CFD en experimenten onderzocht hoe de mengtijd van het verse water met het 'oude' water verkort kan worden.

Bas Wols (KWR) gaf een presentatie over CFD-modellering van **UV/H₂O₂-reactoren**. De combinatie van stroming, lichtverdeling, transport en (foto)chemie van stoffen is in een model verwerkt waarmee nauwkeurig de omzetting van organische microverontreinigingen door UV/H₂O₂ reactoren voorspeld kan worden. Op basis van dit model zijn reactoren ontworpen die tot 40% minder energie verbruiken bij de oxidatie van geneesmiddelen.

René van der Aa (Waternet) gaf een presentatie over de wijze waarop Waternet gebruikt gemaakt heeft van CFD-modellering voor **ozonkelders**. Op basis van modelresultaten zijn aanpassingen gedaan aan de ozonkelders in Leiduin en Weesperkarspel. Na aanpassing blijkt dat inderdaad met minder ozondosering dezelfde desinfectiegraad gehaald wordt, terwijl de bromaatvorming wordt verminderd.

Christian Picioreanu (TUDelft) gaf een uitgebreid overzicht van het modelleerwerk op het gebied van **(bio)fouling** in membranen en filters. De interactie van biofilmgroei en waterstroming geeft goed weer waar de meeste fouling ontstaat, en hoe dit leidt tot gebieden met verstoppingen en stromingskanalen. Opvallend is dat deze kanalen steeds in beweging zijn. In RO-membranen ontstaan de meeste problemen met aangroei juist rond de spacers.

Ten slotte gaf Amir Raouf (Universiteit Utrecht) een presentatie over **'pore-scale' modellen**. Hierin worden poreuze media (zoals zand) beschouwd als een netwerk van 'kamers' en 'gangen' waar water doorheen stroomt. Zo kunnen er allerlei eigenschappen bepaald worden die van belang zijn in grootschalige modellen, zoals doorlatendheid en porositeit. Ook kan de stroming gecombineerd worden met (bio)chemische reacties. Zo liet hij als voorbeeld zien dat verontreinigingen in de grond veel langer dan verwacht kunnen blijven zitten, omdat ze nog verstopt zitten in bepaalde gangen.