

# Stochastische modellering van drinkwaterbehandeling

**Veiligheid vormt een belangrijk facet van drinkwateronderzoek. Kwantitatieve microbiologische risicoanalyse (QMRA) is ontwikkeld om niet alleen het niveau maar ook de variatie van het microbiologisch gezondheidsrisico van drinkwater in te schatten en daarbij ook de onzekerheid daarvan te bepalen. Dit kan op verschillende manieren. In dit themanummer over drinkwater past dan ook een recensie van een Nederlands boek over nieuwe methodes bij QMRA.**

Veilig drinkwater voor alle mensen is één van de belangrijkste aandachtspunten van de VN-wereldgezondheidsorganisatie WHO en de millenniumdoelstellingen. Hierbij is het vooral van belang dat microbiële besmetting en daaruit resulterende ziektes en infecties vermeden worden. Om microbiële veiligheid van drinkwater vast te stellen, zou men indicatororganismen of pathogene organismen kunnen meten in het drinkwater. Het meten van zeer lage concentraties van deze micro-organismen in drinkwater is echter moeilijk zo niet onmogelijk. In dit boek worden daarom methodes aangereikt om via stochastische modellen de verwijdering van pathogene micro-organismen in de verschillende waterzuiveringsstappen te bepalen, inclusief de mate van onzekerheid daarbij. Door deze modellen te koppelen aan metingen van de organismen in het voedingswater, is de microbiële veiligheid van drinkwater nauwkeuriger vast te stellen.

Dit boek is het proefschrift van Patrick Smeets (TU Delft) en behoort tot de KWR Watercycle Research Institute-series, waarin ook de proefschriften van Wim Hijnen, Jan Vreeburg en Mirjam Blokker verschenen. Het bestaat uit acht hoofdstukken, waarvan de meeste integraal verschenen zijn in vakbladen.

Het boek begint met de bespreking van de microbiële aspecten van drinkwater en een inleidend overzicht van QMRA. Bovendien worden de inleidende onderzoeksvragen opgesteld - gerelateerd aan het bepalen/modelleren van de effectiviteit van een drinkwaterzuivering voor gebruik in QMRA - die verder in het boek aan bod komen.

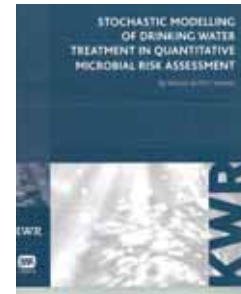
## Stochastische modellen

Het tweede hoofdstuk behandelt het gebruik van stochastische modellen om de effectiviteit

van de zuivering vast te stellen, in vergelijking met modellen die veronderstellen dat deze effectiviteit constant is. In tegenstelling tot klassieke modellen kan met de stochastische modellen niet alleen de gemiddelde verwijdering van organismen bepaald worden maar ook de onzekerheid op deze meting. In het derde hoofdstuk wordt op basis van historische meetgegevens vanuit waterzuiveringen in Groot-Brittannië nagegaan of routinemetingen van *Cryptosporidium* de drinkwaterveiligheid voldoende garanderen en of effectiviteit van de zuivering op basis van deze data is te voorspellen. Hieruit blijkt opnieuw dat het moeilijk is om zeer lage risico's effectief vast te stellen, terwijl dit voor systemen met groter risico gemakkelijker is. Het zesde hoofdstuk gaat over kalibratie van de modellen om de zuivering te voorspellen. Huidige kalibratiemodellen, waarbij gebruik gemaakt wordt van aan elkaar gekoppelde influent- en effluentmetingen op dezelfde dag, blijken minder efficiënt dan stochastische modellen waarin rekening gehouden wordt met de variabiliteit van meetresultaten en zuiveringsefficiëntie.

## Modellering van individuele zuiveringsstappen

In het vierde en vijfde hoofdstuk wordt meer in detail ingegaan op verschillende zuiveringsstappen. In hoofdstuk 4 wordt onderzocht hoe een op laboratoriumschaal gemaakte propstroomreactor de desinfectie-effectiviteit van klassieke ozonreactoren weergeeft. Omdat full-scale ozonreactoren afwijken van propstroom, geven modellen voor continue gemengde reactoren een betere voorspelling van desinfectiecapaciteit van full-scale ozonreactoren. In hoofdstuk 5 worden verbeterde gekalibreerde modellen voorgesteld om de desinfectiecapaciteit van ozon en langzame zandfilters beter te voorspellen.



## Algemene discussie

De laatste twee hoofdstukken behandelen de discussie over de toepassing van QMRA en de verbeterde (stochastische) modellering van de zuivering in de waterveiligheidsplannen van de WHO en in het algemeen in de drinkwaterzuivering, om in de toekomst de microbiële kwaliteit van drinkwater beter te kunnen bewaken en voorspellen.

## Eindoordeel

Voor wie het proefschrift van Patrick Smeets nog niet in huis heeft, is dit boek een aanrader voor wie meer te weten wil komen over kwantitatieve microbiologische risicoanalyse en stochastische methodes om reductie van pathogene organismen door de waterzuivering te bepalen. Het is dus interessant voor ontwerpers, studenten en operators, maar ook voor beleidsmakers. De hoofdstukken zijn duidelijk geschreven en geven voldoende relevante referenties. De kwaliteit wordt gegarandeerd, omdat de meeste hoofdstukken ook integraal verschenen zijn in vakbladen. Dit boek geeft een goede bundeling van deze artikelen, waardoor de samenhang en de rode draad doorheen het verhaal goed te volgen zijn.

**Arne Verliefde**  
(Universiteit van Gent / TU Delft)

*'Stochastic Modelling of Drinking Water Treatment in Quantitative Microbial Risk Assessment' van Patrick Smeets wordt uitgegeven door de International Water Association in de KWR Watercycle Research Institute-series (ISBN 978-1-84339-374-0), telt 196 pagina's en kost 75,94 euro voor IWA-leden en 101,25 euro voor niet-leden.*