

## Zwemmen in een gracht: is het risico voorspelbaar?

*Henk Tamerus, Esther Vermue, Jan van de Graaf en Maaïke Cazemier (Waterschap De Dommel), Inge Folmer (Royal HaskoningDHV)*

**De organisatie van *Swim to Fight Cancer 2015* vroeg waterschap De Dommel en waterschap Aa en Maas om de risico's van zwemmen in de grachten inzichtelijk te maken. Achter de schermen hebben ze advies gegeven. Waterkwaliteitsonderzoek alleen is in zo'n geval niet toereikend. In verband met de analysetijd van de monsters zit er een gat van vier dagen tussen monsternamen en het startschot. Om dit gat te overbruggen heeft waterschap De Dommel een waterkwaliteitsmodel opgezet. Het model neemt de onzekerheid in de laatste vier dagen weg en is daarmee een belangrijk instrument voor de organisatie van het zwemevenement.**

Steeds vaker zijn stadsgrachten het decor van grote zwemevenementen. Zelfs koningin Máxima doet het. Ook in de stadsgrachten van 's-Hertogenbosch, in beheer bij waterschappen De Dommel en Aa & Maas, vindt een dergelijk zwemevenement plaats: de *Swim to Fight Cancer* (STFC). Er blijft echter een dilemma. Een gracht is geen zwemlocatie, maar het waterschap kan niemand verbieden om erin te springen. Het waterschap is tegelijk wel waterkwaliteitsbeheerder en voelt zich daarom medeverantwoordelijk voor de honderden zwemmers.

Wat te doen? Gezien de maatschappelijke relevantie heeft waterschap De Dommel uiteindelijk besloten achter de schermen mee te werken aan het inzichtelijk maken van de waterkwaliteit ten tijde van het evenement.

Wat is er bekend over de waterkwaliteit in de grachten van 's-Hertogenbosch? Niet zoveel, want het zwemtraject is geen zwemwater. Wel is bekend dat verschillende rioolwaterzuiveringsinstallaties en riooloverstorten bovenstrooms lozen op de Dommel. Om meer inzicht te krijgen in de waterkwaliteit is een meetprogramma opgezet, waarbij op twee locaties is gemeten. De laatste monsternamen zijn twee dagen voor de go-no-go-beslissing en vier dagen voor de start van het evenement. In deze periode kan de waterkwaliteit echter nog sterk veranderen als gevolg van neerslag en lozingen.

### Model

Er is dus behoefte aan een instrument om deze periode van vier dagen te overbruggen en beter te kunnen adviseren over de waterkwaliteit. Dit was de aanleiding een waterkwaliteitsmodel te ontwikkelen met als doel de waterkwaliteit tijdens het evenement zo nauwkeurig mogelijk te simuleren.

Tijdens de modelontwikkeling stonden de volgende vragen centraal:

- Welke bovenstroomse bronnen van bacteriën hebben de grootste invloed op de waterkwaliteit van het zwemtraject?
- Wat zijn de reistijden van de belangrijkste bronnen tot aan het zwemtraject?
- Wat zijn de verwachte concentraties bacteriën op het zwemtraject op de dag van het zwemevenement?

Om deze vragen te beantwoorden is ervoor gekozen het waterkwaliteitsmodel te ontwikkelen in Sobek-1DWAQ. Sobek-1D/2D gebruikt het waterschap reeds voor hydrologische berekeningen.

### Het watersysteem

De Dommel ontspringt als rivier in België en komt Nederland binnen ten zuiden van Eindhoven. Via onder meer Eindhoven, Sint-Oedenrode, Boxtel en Vught stroomt het water richting 's-Hertogenbosch. Daar komt de Dommel samen met de Aa en vormen ze de Dieze, die uiteindelijk uitmondt in de Maas.

Het twee kilometer lange zwemtraject van de *Swim to Fight Cancer* begint in de Singelgracht en gaat vervolgens via de Dommel naar de finish in de Dieze. Bovenstrooms van het zwemtraject lozen drie rioolwaterzuiveringen gezuiverd afvalwater op de Dommel. Verder is er een flink aantal overstorten

aanwezig, die bij veel neerslag ongezuiverd afvalwater lozen. De waterkwaliteit van het zwemtraject wordt dus grotendeels bepaald door de waterkwaliteit van de Dommel.

### Opbouw model

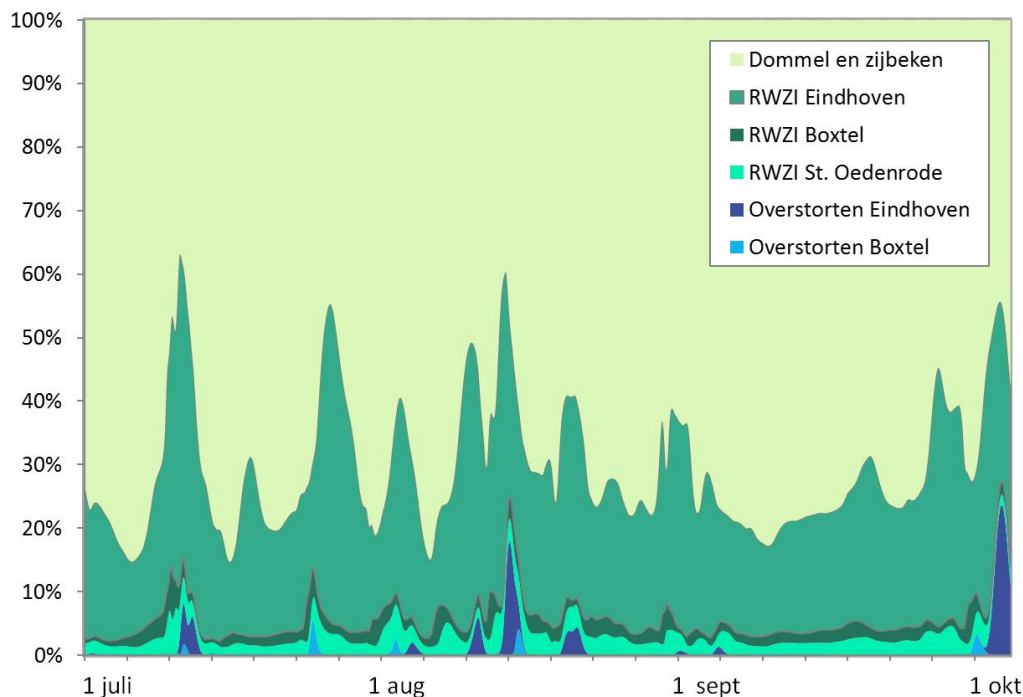
Het waterschap heeft een model ontwikkeld om de belangrijkste bronnen te identificeren en bacteriologische berekeningen uit te voeren. Dit model is doorgerekend voor de zomerperiode van 2014.

In stap 1 is een hydrodynamisch model opgezet, waarin het traject van de Dommel van Eindhoven tot 's-Hertogenbosch is opgenomen. Het gemodelleerde watersysteem bestaande uit de A-watergangen (beken en zijbeken) en de verschillende kunstwerken. De verschillende bronnen zijn gevuld op basis van meetreeksen voor de 40 gemeentelijke overstorten, de drie rioolwaterzuiveringen en de afvoer uit het landelijke gebied.

In stap 2 is het waterkwaliteitsmodel ontwikkeld. De verschillende bronnen zijn voorzien van een label om een *tracer*berekening uit te voeren. Daarnaast hebben de bronnen een concentratie van de bacterie *Escherichia coli* (E.coli), die voorkomt in menselijke en dierlijke uitwerpselen, gekregen op basis van beschikbare metingen en literatuurwaarden. Voor de overstorten en rioolwaterzuiveringen is dit 100.000 kolonievormende eenheden (kve) per 100ml, voor de landelijke afvoer 100 kve per 100ml. Voor de berekeningen van de afbraak van de bacteriën is gebruik gemaakt van de *default*waarden in Sobek-WAQ.

### Bronnenanalyse

In periodes van droog weer bestaat ongeveer 20 procent van het water op het zwemtraject uit effluent van de drie rioolwaterzuiveringen, de overige 80 procent is water van de Dommel bovenstrooms van Eindhoven en de zijbeken van de Dommel. Bij zomerse buien is het aandeel van water uit riooloverstorten en rioolwaterzuiveringen verhoogd. Dit zijn de pieken in afbeelding 1. Bij neerslag is het aandeel water uit riooloverstorten tussen de 2 en 20 procent. Dan is 40 tot 60 procent effluentwater van de rioolwaterzuiveringen en de overige 40 tot 60 procent water uit de Dommel bovenstrooms van Eindhoven en zijbeken.



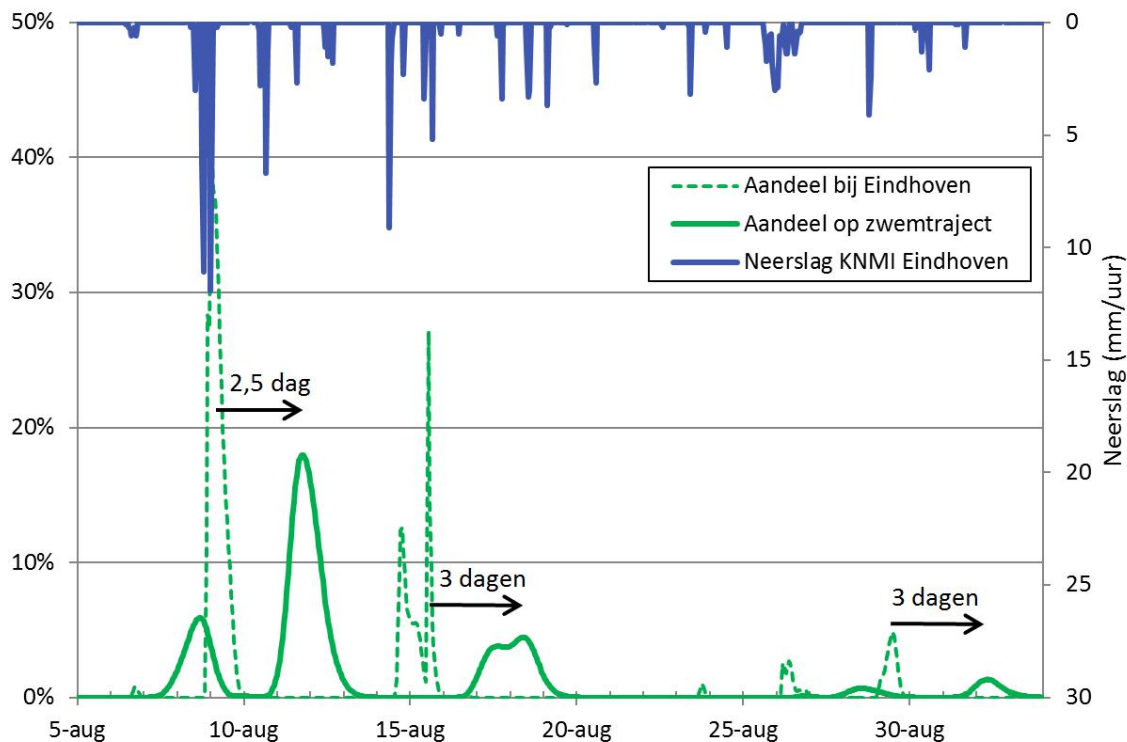
Afbeelding 1. De bijdrage van de bronnen van het water op het zwemtraject

Uit de bronnenanalyse blijkt dat rioolwaterzuivering Eindhoven en de overstorten uit Eindhoven en Boxtel het grootste aandeel leveren van het water op het zwemtraject. Verder blijkt dat in deze

periode van drie maanden veel overstorten hebben plaatsgevonden. De conclusie is dat enkele bronnen bepalend zijn voor de waterkwaliteit op het zwemtraject. Voor deze bronnen is in een volgende stap de reistijd van bron tot zwemtraject bepaald.

### Reistijden

Een overstortgebeurtenis ter hoogte van Eindhoven geeft een smalle en hoge afvoergolf in de Dommel en – na verloop van tijd – een verbrede en lagere afvoergolf op het zwemtraject. Dit komt duidelijk naar voren in afbeelding 2. Het tijdsverschil tussen beide afvoergolven is de reistijd van het water van de bron naar het zwemtraject. De spreiding in reistijd wordt onder meer bepaald door de hoeveelheid neerslag, de stroomsnelheid en de begroeiing van de Dommel.

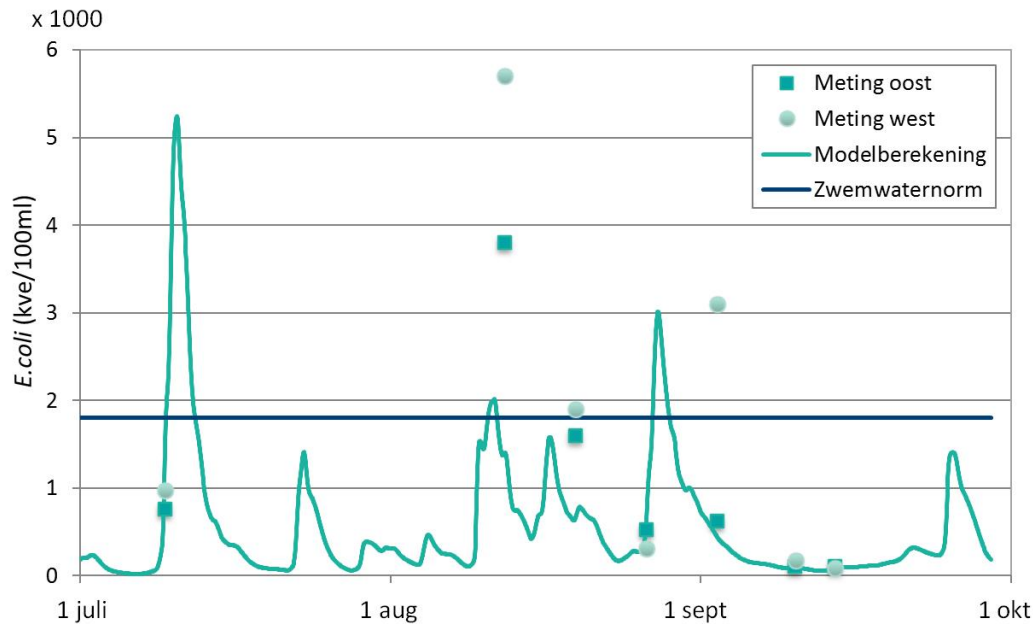


Afbeelding 2. Afvoergolven van de overstorten Eindhoven en de modelberekening voor het traject van de Swim to Fight Cancer 2015 in relatie tot de neerslag (KNMI-station Eindhoven)

Voor de rioolwaterzuivering en de overstorten van Eindhoven varieert die reistijd van 2 dagen tot ruim 4,5 dagen. Voor de dichterbij gelegen rioolwaterzuivering en de overstorten van Boxtel varieert de reistijd tot het zwemtraject van 1 tot 2,5 dag. Als dus binnen 4,5 tot 1 dag voor het startschot neerslag valt die leidt tot een lozing, dan heeft dit een negatief effect op de waterkwaliteit op het zwemtraject.

### Bacteriologische berekeningen

Om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit zijn op het zwemtraject twee meetpunten ingericht, één bij de start en één halverwege het zwemtraject. In 2014 is in de periode van 1 juli tot en met 30 september in totaal veertien keer de concentratie E.coli gemeten. In deze periode is vier keer de zwemwaternorm (1.800 kve per100 ml) overschreden (afbeelding 3).



Afbeelding 3. Modelberekening en waterkwaliteitsmetingen op het zwemtraject

In het algemeen komen de modelberekeningen en de waterkwaliteitsmetingen goed overeen, met name voor de aanloop van pieken en in perioden van droog weer. Bij overstortgebeurtenissen geeft het model nog een onderschatting van de concentraties E.coli, zoals op 10 augustus en 2 september 2014. Wat echter zowel het model als het waterkwaliteitsonderzoek aantonen, is dat in het zwemtraject normoverschrijdingen voorkomen en dat de Singelgracht in 's-Hertogenbosch dus niet altijd geschikt is om in te zwemmen. Verder blijkt dat bij monsternames piekconcentraties aan E.coli gemist kunnen worden. Het model geeft inzicht in de concentratie E.coli op elk willekeurig moment, daarmee is het een waardevolle aanvulling op het waterkwaliteitsonderzoek.

### Waarde van het model

Met het model is systeemkennis verkregen en zijn de bronnen geanalyseerd. Het aandeel van de bronnen op het zwemtraject is inzichtelijk gemaakt. Het is gebleken dat de rioolwaterzuivering Eindhoven, als derde rioolwaterzuivering van Nederland, een enorme invloed heeft. Voor de overstorten levert met name Eindhoven een flink aandeel. Ook de overstorten in Boxtel zijn relevant, met name door de korte afstand tot het zwemtraject.

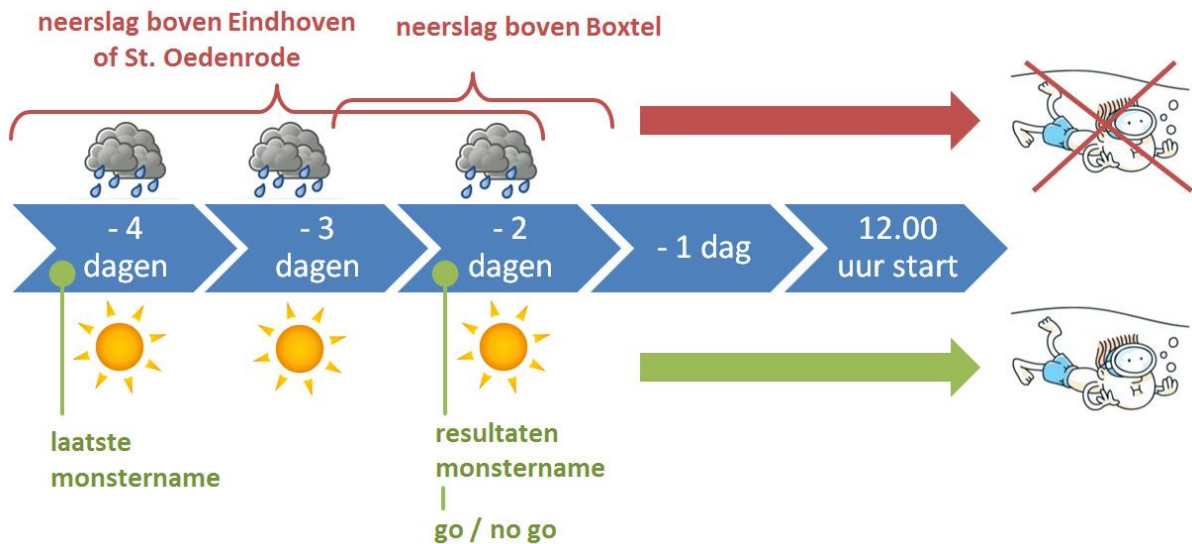
Door de bepaling van de reistijden is nu kort voor de aanvang van het zwemevenement in te schatten of regenbuien kunnen leiden tot een verslechterde waterkwaliteit.

Een compleet voorspellend model met een neerslagafvoer-model en data van verhard oppervlak voor de overstorten, bleek binnen het beschikbare tijdsbestek niet haalbaar. Voor de toekomst is de wens een dergelijk voorspellend model verder te ontwikkelen.

### Advies

Wat kon op basis van deze bevindingen nu geadviseerd worden aan de organisatie van *Swim to Fight Cancer*?

De hoeveelheid neerslag in de week vóór een evenement is cruciaal voor de waterkwaliteit tijdens de zwempartij. Twee dagen voor het startschot geeft het waterschap de verwachting over de waterkwaliteit ten tijde van het evenement. De basis voor dit advies zijn het waterkwaliteitsonderzoek, de weersverwachting en de modelanalyses. Immers, veel regen in de twee dagen voor de monstername betekent waarschijnlijk een slechte waterkwaliteit (afbeelding 4). Als het verder droog weer is, dan zal de waterkwaliteit tijdens het evenement prima zijn.



Afbeelding 4. Tijdlijn belangrijke momenten voor het zwemevenement

Vier dagen voor *Swim to Fight Cancer 2015* lagen de concentraties E.coli ruim onder de zwemwaternorm. Het was de verwachting dat het een dag van tevoren flink zou gaan regenen in Boxtel en dat mogelijk de overstorten in werking zouden treden. Echter, op basis van het model kon geconcludeerd worden dat deze lozingen pas ná het evenement het traject zouden passeren. De waterkwaliteit zou dus geen belemmering voor het evenement vormen. Daarmee kwam het verlossende woord: het gaat door!

De monsters die op de dag van het evenement genomen zijn, bevestigen achteraf de juistheid van deze verwachting. Vele enthousiaste zwemmers hebben twee kilometer gezwommen en daarmee bijna 530.000 euro voor het goede doel opgehaald.