

Huidige wijze van monitoren van fecale bacteriën in zwemwater geeft geen betrouwbaar beeld van actueel gezondheidsrisico zwemmers

Marieke de Lange¹⁾, Martin de Haan²⁾ en Ronald Gylstra³⁾

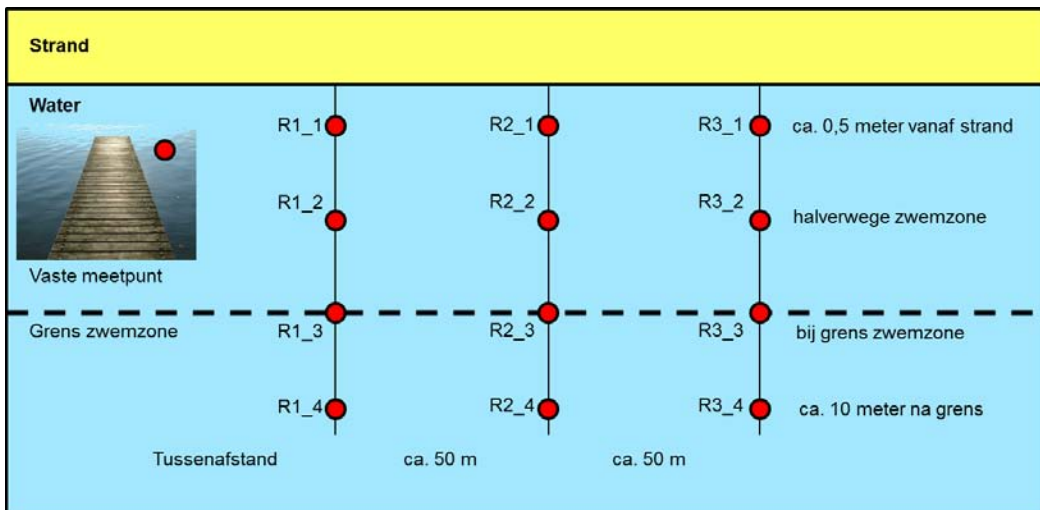
1) Alterra/Wageningen UR, 2) Royal HaskoningDHV, 3) Waterschap Rivierenland

De Europese Zwemwaterrichtlijn schrijft voor dat elke zwemplas minimaal eens per maand wordt bemonsterd op één vast meetpunt. In Nederland wordt op de meeste locaties tweewekelijks bemonsterd. Waterschap Rivierenland heeft onderzoek laten doen naar de spreiding in ruimte en tijd van de metingen. Hieruit blijkt dat de hoogste concentraties *E. coli* zijn gemeten in de zone het dichtst bij het strand. Het vaste meetpunt is onvoldoende representatief voor deze zone. De dagelijkse variatie in *E. coli*-concentratie is groot. Dit bevestigt het beeld dat de huidige wijze van monitoren niet geschikt is voor het bepalen van een actueel gezondheidsrisico. Daarvoor is een andere aanpak nodig.

In Nederland zijn ongeveer 700 officiële zwemwaterlocaties, die tussen 1 mei en 1 oktober minimaal eens per maand worden gecontroleerd [1]. De meeste locaties worden tweewekelijks bemonsterd. Bij de controle wordt gekeken of de fecale bacteriën *Escherichia coli* (*E. coli*) en intestinale enterococci (IE) in het water zitten. Deze bacteriën komen voor in de uitwerpselen van mensen en dieren. Het voorkomen van deze bacteriën in het water geeft een aanwijzing voor het voorkomen van andere ziekteverwekkende organismen (virussen, bacteriën, protozoa). Bemonstering en beoordeling van de officiële zwemwaterlocaties is geregeld in de Europese zwemwaterrichtlijn [1]. De beoordeling maakt gebruik van de metingen van de vier voorafgaande jaren; op basis hiervan wordt een locatie ingedeeld in de beoordelingsklasse uitstekend, goed, aanvaardbaar of slecht. De klasse geeft een goede indruk van de kwaliteit van een zwemwater op de langere termijn en is bedoeld om op basis van het verleden een indicatie te geven van het risico dat een zwemmer loopt om ziek te worden als hij in het betreffende water gaat zwemmen. Het is echter geen weergave van de actuele zwemwaterkwaliteit op een willekeurig moment tijdens het badseizoen, terwijl die direct van invloed is op de gezondheid van de zwemmer. In de praktijk wordt de tweewekelijkse meting gebruikt om het actuele risico in te schatten. Bij een overschrijding van de signaalwaarde voor één of beide parameters wordt zo snel mogelijk een aanvullende meting gedaan. Een probleem hierbij is dat er bij de gebruikte analysemethode minimaal drie werkdagen zitten tussen bemonstering en testuitslag. Aangezien de overleving van fecale bacteriën meestal korter is dan drie dagen, en andere omgevingsfactoren die van invloed zijn – zoals verdunning of sedimentatie – ook kunnen veranderen, geeft de meting geen goed beeld van het actuele risico, maar van het risico van drie dagen geleden. De ervaring leert dat de tweede meting inderdaad meestal onder de signaalwaarde ligt. Een tweede probleem is dat de beoordeling wordt gebaseerd op één enkel monster per keer: er wordt geen rekening gehouden met mogelijke ruimtelijke variatie in de fecale-bacterie-concentratie.

Grip krijgen op variatie in ruimte en tijd

Waterschap Rivierenland wil een beter beeld krijgen van de waterkwaliteit van de zwemplassen in het beheersgebied van het waterschap. Hiervoor is onderzoek verricht naar de spreiding in ruimte en tijd van de concentratie *E. coli* in de zwemzone van drie zwemplassen [2]. Doel van dit onderzoek was om meer inzicht te krijgen in de representativiteit van het enkele getal dat tweewekelijks wordt gemeten. Per locatie zijn 13 punten bemonsterd: 12 punten in een grid van 3 raaien met ieder 4 punten, aangevuld met het vaste meetpunt (zie afbeelding 1). De bemonstering vond op vier achtereenvolgende ochtenden plaats, in de periode 27 – 30 augustus 2012. Per locatie werden de 13 punten binnen 20 minuten bemonsterd. Met deze opzet kunnen de ruimtelijke variatie in de *E. coli*-concentratie en de dag-tot-dag variatie worden geanalyseerd. De zwemplassen zijn in overleg met de beheerders geanonimiseerd weergegeven. Dit is voor de strekking van het artikel geen belemmering.



Afbeelding 1. Proefopzet: bemonsteringsgrid

De resultaten laten zien dat de drie zwemplassen verschillen in *E. coli*-concentratie. Op locatie 1 is hij laag, op de locaties 2 en 3 is hij zeer variabel. Deze variatie is zowel ruimtelijk (de 12 monsters in het grid), als tussen de vier monsterdagen. De metingen in het grid laten zien dat de hoogste concentraties *E. coli* zijn gemeten in de zone het dichtst bij het strand (afbeelding 2).



Afbeelding 2. *E. coli*-concentratie in grid vergeleken met het vaste meetpunt; blauw = onder detectielimiet, groen = 10 – 100 kve/100 ml, geel = 100-1000 kve/100 ml, oranje = 1000-2000 kve/100 ml, rood > 2000 kve/100 ml.

Voor locatie 2 en 3 is dit verschil significant (tabel 1). Hierbij valt op dat in deze zone de spreiding tussen de raaien ook het grootst is. De concentraties gemeten op het vaste meetpunt zijn lager dan in de zone bij het strand. Het vaste meetpunt is voor locatie 2 en 3 dus niet representatief voor de risico's in de eerste zone.

De *E. coli*-concentraties nemen af naarmate de afstand tot het strand groter wordt. Dit komt overeen met twee Amerikaanse studies [3, 4], die ook hogere concentraties *E. coli* in de oeverzone vonden vergeleken met het open water. Stroming en verdunning spelen hierbij een belangrijke rol. De resultaten laten ook zien dat de dag-tot-dag-variatie in *E. coli*-concentratie groot is. Dit komt overeen met de ervaring dat een aanvullende meting (bijna) altijd een veel lagere concentratie heeft.

Tabel 1. P-waarden ANOVA, met alleen de monsters uit het grid. ANOVA is uitgevoerd op log-getransformeerde getallen. Waarden beneden de detectielimiet zijn vastgesteld op 5.

Locatie	Dag	Raai	Zone (afstand vanaf strand)	Verskil tussen zones
1	<0.001	0.231	0.448	Geen verschil tussen de zones
2	<0.001	0.144	0.004	Zone 1 verschilt van de andere zones
3	<0.001	0.129	0.04	Zone 1 verschilt van zone 3 en 4

Implicaties van de aangetoonde variatie voor de bescherming van de gezondheid van zwemmers

Uit onze metingen blijkt dat er een grote spreiding is in ruimte en tijd van de *E. coli*-concentratie. In de zwemzone zijn de concentraties het hoogst dicht bij het strand; hier is de variatie tussen de raaien ook het grootst. De concentraties nemen af naarmate de afstand tot het strand groter wordt. Het grootste gezondheidsrisico is dus te vinden in de zone dicht bij het strand, waar de meeste kleine kinderen spelen. Tussen de dagen zit een aanzienlijke variatie, het risicobeeld kan van dag tot dag totaal anders zijn.

Implicaties van deze uitkomsten zijn dat

- 1) het vaste meetpunt niet voor elke zwemplas representatief is voor de zone met het grootste risico;
- 2) de tweewekelijkse of maandelijkse monitoring niet kan worden gebruikt voor een betrouwbare inschatting van het actuele risico voor de gezondheid van zwemmers.

Doel van de huidige monitoring

Het doel van de Zwemwaterrichtlijn is "het behoud, de bescherming en de verbetering van de milieukwaliteit en de bescherming van de gezondheid van de mens, aanvullend op Richtlijn 2000/60/EG" [1]. Hiervoor zijn in de Zwemwaterrichtlijn normen voor concentraties fecale bacteriën opgenomen. De in de richtlijn voorgeschreven monitoring en analyse van de zwemwaterkwaliteit zijn bedoeld om een reeks meetwaarden te verkrijgen op grond waarvan – na toetsing aan de genoemde normen – de betreffende zwemwaterlocatie in een kwaliteitsklasse kan worden ingedeeld. De richtlijn geeft echter geen normen voor het toetsen van afzonderlijke bacteriologische metingen. Daarvoor zijn dan ook geen normen in de Nederlandse wetgeving opgenomen, noch in de Wet hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden (Whvbz), noch in het bijbehorende Besluit (Bhvbz), noch in de daarbij behorende Regeling (Rhvbz). Provincies mogen op grond van de Whvbz wel een zwemverbod of negatief zwemverbod instellen als 'de omstandigheden uit oogpunt van veiligheid of hygiëne' daartoe aanleiding geven. Hoewel wettelijke normen dus ontbreken, golden tot vorig jaar wel de volgende afspraken in Nederland:

- De actuele kwaliteit werd beoordeeld door de gemeten waarden voor *E. coli* te vergelijken met de toetswaarde van thermotolerante bacteriën uit de coli-groep uit de oude Europese zwemwaterrichtlijn (76/160/EEG, 1976).
- De grenswaarde waarbij actie moest worden ondernomen was 2000 kve/100 ml.

Een aantal provincies had verder in IPO-verband afgesproken om naast de meetwaarden van *E. coli* ook de meetwaarden van intestinale enterococcen (IE) mee te nemen in de toetsing van de actuele kwaliteit. Hierbij werd 400 kve/100 ml als kritische grens gehanteerd. In de recente Beslisnotitie van de Stuurgroep Water [5] zijn als signaalwaarden vastgesteld: 1800 kve/100 ml voor *E. coli* en 400 kve/100 ml voor IE.

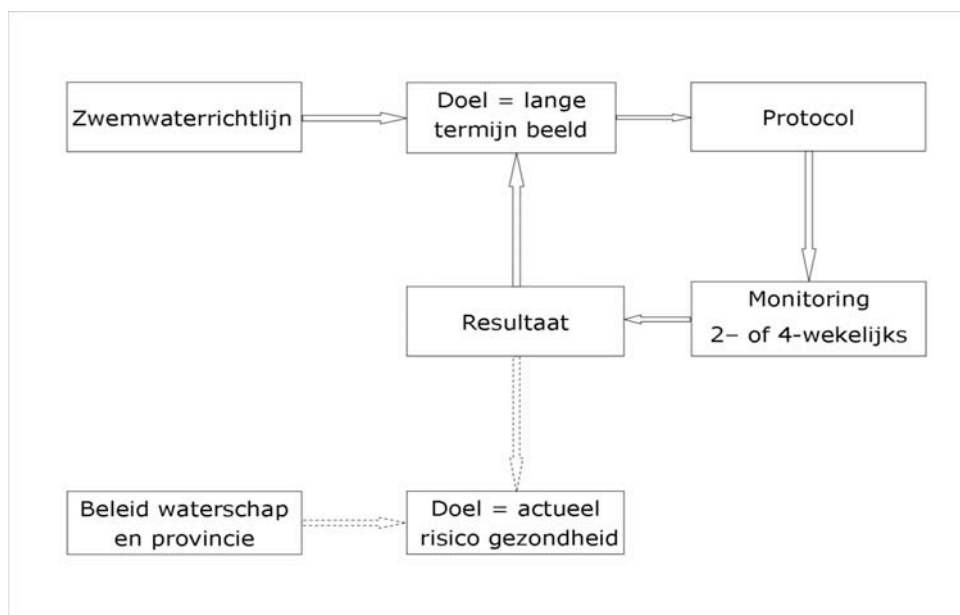
Mogelijkheden om actueel risico beter in te schatten

De Beslisnotitie van de Stuurgroep Water [5] geeft aan dat de waterbeheerder voor een actuele risico-inschatting in principe is aangewezen op de reguliere monsternames. De Stuurgroep Water stelt dat voor goede en uitstekende locaties de monsternamen vierwekelijks kan zijn, op aanvaardbare en slechte locaties moet tweewekelijks worden bemonsterd. In geval van overschrijding van de signaalwaarden wordt elke drie dagen bemonsterd, totdat de aanvullende metingen weer onder de signaalwaarden uitkomen. Hiermee blijft de onzekere periode bestaan tussen moment van monsternamen en de uitkomst van de meting en is een actuele risico-inschatting niet mogelijk.

De huidige monitoring wordt dus voor twee doelen gebruikt (zie afbeelding 3):

1. Langetermijn-beschrijving van zwemwaterkwaliteit als 'vinger aan de pols' (de huidige manier van tweewekelijks of vierwekelijks meten volgens de Zwemwaterrichtlijn);
2. Actuele beschrijving gezondheidsrisico.

De wijze van monitoren is echter niet voor deze doelen opgesteld.



Afbeelding 3: Cyclus doel → middel → resultaat → doel

Het eerste doel, een langetermijn-beeld van de zwemwaterkwaliteit, is een wettelijke verplichting op basis van de Europese Zwemwaterrichtlijn. De daarbij horende monitoring is voor dit doel ontworpen; met de resultaten ervan kan inderdaad een langetermijn-beeld van de kwaliteit worden gegeven. Het levert een gesloten cyclus op van doel → middel → resultaat → doel (afbeelding 3). De monitoring is niet ontworpen om een actueel gezondheidsrisico te geven, maar wordt daar door provincies en waterschappen nu wel voor gebruikt (de gearceerde pijlen in afbeelding 3). De resultaten van onze studie in drie zwemplassen bevestigen het beeld dat de huidige wijze van monitoring niet geschikt is voor het bepalen van een actueel gezondheidsrisico. Idealiter wordt er op basis van de Nederlandse wet- en regelgeving een vergelijkbare gesloten cyclus doorlopen: vaststellen doel → middel → resultaat → terugkoppelen naar doel.

Verskillende methoden zijn denkbaar voor het bereiken van het tweede doel, het beschrijven van het actuele gezondheidsrisico:

1. Verder ontwikkelen en testen van nieuwe meetmethoden die zijn gebaseerd op DNA-herkenning. Hiermee kan in 24 uur of nog sneller een uitslag worden gegenereerd. Dit is nu nog een specialistische analyse in ontwikkeling, die slechts op enkele plaatsen in Nederland kan worden uitgevoerd. In hoeverre dit in de toekomst voor een aanvaardbare prijs door een standaard waterlaboratorium kan worden gedaan is nog niet bekend.
2. Ontwikkelen van een *early warning tool*, gebaseerd op aanwezige bronnen in combinatie met kenmerken van zwemwaterlocatie en weersomstandigheden. Insteek van zo'n tool zou moeten zijn dat er geen specialistische kennis voor nodig is, en dat er op basis van enkele eenvoudige waarnemingen met behulp van een spreadsheetmodel een kans op overschrijding van de signaalwaarde wordt berekend. Om 'foute' beslissingen (onnodige sluiting of juist onterecht niet sluiten van een zwemwater-locatie) te voorkomen is het belangrijk dat zo'n tool betrouwbaar is. Om in te schatten of ontwikkeling van een betrouwbare tool mogelijk is zou eerst een haalbaarheidsstudie uitgevoerd kunnen worden.

Deze methoden kunnen los staan van de monitoring volgens de Europese Zwemwater-richtlijn.

De meeste waterschappen bemonsteren op maandag of dinsdag, een eventuele aanvullende bemonstering vindt plaats op donderdag of vrijdag. Deze metingen geven zoals gezegd geen goede actuele risico-inschatting. Zodra er een methode beschikbaar is waarmee het actuele risico snel en goed kan worden ingeschat, kan het tijdstip van monsternamen beter worden afgestemd op het moment dat de meeste zwemmers worden verwacht – meestal het weekend. Een snelle meetmethode geeft de mogelijkheid om het moment van monsternamen beter te kiezen, waarbij geaccepteerd zal moeten worden dat dit ook in het weekend kan zijn.

Beter rekening houden met de ruimtelijke spreiding

Onze studie laat zien dat er een grote ruimtelijke variatie is, met afnemende concentraties vanaf het strand. Voor twee van de drie locaties is het reguliere vaste meetpunt niet representatief voor de zone met de grootste risico's. De plek van het meetpunt wordt door de waterbeheerder gekozen op basis van de voorschriften uit het protocol voor de controle van natuurlijke zwemwateren. Dat het meetpunt snel en eenvoudig bereikbaar is door de monsternemer speelt ook een rol. Het protocol schrijft een minimale waterdiepte voor van 1 meter, uit onze studie blijkt dat juist de zone het dichtst bij het strand, met een diepte minder dan 1 meter, de hoogste *E. coli*-concentraties heeft. Een mogelijke oplossing, die meer rekening houdt met de ruimtelijke variatie, is meerdere zones te bemonsteren en deze apart te analyseren. Met behulp van deze individuele analyses kunnen het risico en de spreiding van die risico's beter vastgesteld worden. De in dit artikel beschreven resultaten geven hiervoor de eerste aanwijzingen. Echter, hier zouden meer en gedetailleerdere metingen aan verricht moeten worden over de hele zwemplas. Voor een eerste screening zouden de monsters kunnen worden samengevoegd voor analyse; uit een Amerikaanse studie [4] blijkt dat een mengmonster een gelijk resultaat geeft als het gemiddelde van de afzonderlijke monsters. Dit kan een aanzienlijke kostenreductie geven. Of de ruimtelijke spreiding een effect heeft op de uiteindelijke classificatie volgens de Zwemwaterrichtlijn zou in meer detail bestudeerd moeten worden.

Literatuur

1. Europese Unie (2006). Richtlijn 2006/7/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 februari 2006 betreffende het beheer van de zwemwaterkwaliteit en tot intrekking van Richtlijn 76/160/EEG.
2. Lange, H.J. de (2012). Aanvullend onderzoek in drie zwemplassen van waterschap Rivierenland. Grip krijgen op de variatie van *E. coli* concentratie in ruimte en tijd. Alterra-notitie, vertrouwelijk, 28 blz.
3. Hoyer, M.V., Donze, J.L., Schulz, E.J., Willis, D.J., & Canfield Jr, D.E. (2006). Total Coliform and *Escherichia Coli* Counts in 99 Florida Lakes with Relations to Some Common Limnological Factors. *Lake and Reservoir Management*, 22, 141-150.

4. Bertke, E.E. (2007). Composite Analysis for *Escherichia coli* at Coastal Beaches. Journal of Great Lakes Research, 33, 335-341.
5. Stuurgroep Water (2013). Beslisnotitie werkwijze individuele metingen en meetfrequentie microbiologische parameters zwemwater . <http://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina'/zoeken-site/@36649/beslisnotitie/>