

BTO 2019.056 | November 2019

BTO rapport

Eerder meten na werkzaamheden

Eerder meten na werkzaamheden

BTO 2019.056 | November 2019

Opdrachtnummer

402045-045

Projectmanager

M. Hootsmans

Opdrachtgever

BTO - Bedrijfsonderzoek

Auteurs

Dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker, dr.ir. P.W.M.H. (Patrick)
Smeets, K.L.G. (Kimberly) Learbuch MSc.

Kwaliteitsborger

Prof. Dr. G.J. (Gertjan Medema)

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.

Een jaar na publicatie is het openbaar.

Keywords

Reparaties, distributie, waterkwaliteitscontrole, *E. coli*

Jaar van publicatie
2019

Meer informatie
Dr. Ir. Patrick Smeets
T +31 (0)30 6069584
E patrick.smeets@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

November 2019 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Monsters nemen na werkzaamheden kan ook eerder

Auteurs Dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker, dr.ir. P. W.M.H. (Patrick) Smeets, K.L.G. (Kimberly) Learbuch MSc.

In een Bedrijfsonderzoek met Brabant Water, Evides, Waternet, WBG en WMD zijn gedurende een jaar na ruim 6000 werkzaamheden microbiologische monsters genomen binnen 1-4 uur na afronding van de werkzaamheden én 12-24 uur na werkzaamheden. Voor de positieve monsters (≥ 1 kve per 100 ml) is de correlatie tussen de resultaten van eerste en tweede monsters heel beperkt. Dit betekent ten eerste dat de detectiekans bij een monster laag is en bijna verdubbelt bij twee monsters. Ten tweede betekent het dat afkeur plus bijbehorende vervolgacties op basis van het eerste monster op andere locaties plaatsvindt dan op basis van het tweede monster. Uit de analyse komt bovendien een (statistisch niet-significante) trend, waarin de detectiekans van het eerste monster iets hoger is dan van het tweede monster. Er lijkt geen dwingende reden te zijn om na de afronding van werkzaamheden 12-24 uur te wachten met monsternamen. Voor waterbedrijven is het vaak wel gemakkelijker in te plannen. We bevelen aan om in de Hygiëncode Drinkwater. Opslag, transport en distributie (PCD 1-4) de aanbevolen 12-24 uur wachttijd voor monsternamen na werkzaamheden aan het leidingnet te vervangen door een wachttijd van 1-24 uur. Drinkwaterbedrijven kunnen ook beide monsters nemen en daarmee de pakkans vergroten en inzicht krijgen in hoe groot de pakkans is.

Voordelen		Nadelen	
Klant		Monsterneming (planning, efficiëntie)	
Werkzaamheden in het distributienet		Storingsdienst	

Brabant Water heeft zowel voor- als nadelen erkend van eerdere monsternamen

Belang: snellere informatie over veiligheid

De *Hygiënecode Drinkwater. Opslag, transport en distributie* (PCD 1-4) schrijft voor om na werkzaamheden 12-24 uur te wachten voor het nemen van controlemonsters. Het is onduidelijk waarop dit minimum van 12 uur is gebaseerd, en het is denkbaar dat zo lang wachten juist leidt tot het missen van fecale besmettingen. Het is belangrijk te weten of er een goede reden is om eerder of later een monster te nemen. De tijd tussen het afronden van de werkzaamheden en het vrijgeven van de leidingsectie (bij negatieve uitslag) of het afgeven van een kookadvies (bij positieve uitslag) wordt deels bepaald door deze wachttijd van 12-24 uur, en deels door de analysetijd. Met de komst van snellere analysemethoden (zoals de RT-PCR) wordt het nog interessanter om te weten of 12 uur wachten nodig is. Hoe eerder er betrouwbare informatie is, hoe eerder maatregelen getroffen kunnen worden of hoe eerder de leidingsectie volledig in bedrijf kan worden genomen.

Aanpak: een jaar lang dubbele monsternamen

In een bedrijfsonderzoek met Brabant Water, Evides, Waternet, WBG en WMD zijn in een jaar na 6779 werkzaamheden microbiologische monsters genomen op twee tijdstippen: 1-4 uur na afronding van de werkzaamheden én 12-24 uur na afronding. De meeste waterbedrijven nemen normaal gesproken alleen het tweede monster, zoals voorgeschreven in de *Hygiënecode*. Alle monsters zijn onderzocht op bacteriën van de coligroep, *E. coli*, en Enterococci. De deelnemende waterbedrijven hebben de voor- en nadelen van eerder monsters nemen geëvalueerd.

Vervolgens heeft KWR een statistische analyse gemaakt om te achterhalen of de detectiekans voor eerste en tweede monsters significant anders is.

Resultaten: detectiekans laag, geen correlatie tussen 1^e en 2^e monster

Voor de positieve monsters (≥ 1 kve per 100 ml) is de correlatie tussen de resultaten van eerste en tweede monsters heel beperkt. Dit betekent dat de detectiekans laag is ($<25\%$) en dat deze bijna verdubbelt bij twee monsters (ca. 40%). Ook betekent het dat afkeur plus bijbehorende vervolgacties op basis van het eerste monster op andere locaties (na andere werkzaamheden) plaatsvindt dan op basis van het tweede monster. De gegevens tonen een trend, die echter niet statistisch significant is: de kans dat een monster positief is, is iets hoger bij het eerste monster dan bij het tweede monster. Dat geldt met name voor de wat hogere concentraties. Dit is alleen onderzocht voor de bacteriën van de coligroep, omdat alleen hier voldoende positieve monsters zijn gevonden voor een statistische analyse. De deelnemende waterbedrijven hebben in dit onderzoek ervaring opgedaan met veel eerder monsters nemen dan ze nu gewend zijn.

Er lijkt geen dwingende reden te zijn om na de afronding van werkzaamheden 12-24 uur te wachten met monsternamen. Voor waterbedrijven is het vaak wel gemakkelijker in te plannen om pas de volgende dag een monster te nemen.

Toepassing: wachttijd voor monsternamen kan korter

We bevelen aan om in de *Hygiënecode Drinkwater. Opslag, transport en distributie* (PCD 1-4) de aanbevolen 12-24 uur wachttijd voor monsternamen na werkzaamheden aan het leidingnet te vervangen door een wachttijd van 1-24 uur. Het staat het waterbedrijf vrij om zelf te bepalen wanneer het monster genomen wordt. Door beide monsters te nemen kunnen drinkwaterbedrijven de pakkans bijna verdubbelen, en kan de pakkans worden bepaald.

Rapport

Dit Bedrijfsonderzoek is beschreven in het rapport *Eerder meten na werkzaamheden* (BTO-2019.056).

Inhoud

Inhoud1

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	Achtergrond	2
1.3	Doel van het onderzoek	3
1.4	Leeswijzer	3
2	Resultaten praktijkmetingen	4
2.1	Overzicht meetresultaten	4
2.2	Uitleg statistische analyse en voorbeeld met theoretische meetresultaten	6
2.3	Statistische analyse van de meetresultaten	8
2.4	Statistische analyse inclusief concentraties	10
3	Ervaringen bedrijven	12
3.1	Brabant Water, Waternet, WBG en WMD	12
3.2	Evides	13
4	Bevindingen workshop 30 september 2019	16
4.1	Presentaties	16
4.2	Team discussies	16
5	Conclusies en aanbevelingen	20
5.1	Detectiekans	20
5.2	Moment van monstername	20
5.3	Aanbevelingen	21
6	Referenties	22
I	Bijlage - Slides workshop	23
II	Bijlage – Aantekeningen van de teamdiscussies	25
III	Statistische onderbouwing	27

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Elk jaar zijn er in Nederland een aantal besmettingen van het drinkwater distributienet met fecaliën (gemeten met behulp van *E. coli* en/of enterococcen). In het BTO-thema Hygiëne en Veiligheid / Microbiologische Veiligheid is onderzoek uitgevoerd naar het gezondheids (infectie)risico t.g.v. dergelijke fecale verontreinigingen van het distributienet. Er is een Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)-model opgesteld en er zijn gegevens verzameld op basis waarvan een schatting van het risico is gemaakt. Vervolgens is onderzocht op welke manier *E. coli*-sensoren (die automatisch, snel en semi-continu een fecale verontreiniging in het distributienet kunnen detecteren) zouden kunnen bijdragen aan de betere borging van veilige distributie in de praktijk. Dit onderzoek heeft in totaal tot zeven BTO-rapporten geleid waarin steeds een of enkele aspecten zijn onderzocht.

Naar aanleiding van de verschillende onderzoeken is een uitgebreide samenvatting en een plan geschreven voor de implementatie van automatische snelle detectie van fecale verontreiniging in het distributienet (Blokker et al. 2018). Eén van de stappen in de implementatie is dat er sneller na werkzaamheden gemeten zal worden dan de huidige 12-24 uur later. Om te onderzoeken wat de zeggingskracht is van een monster dat eerder genomen wordt is een concreet plan opgesteld in het rapport "Implementatieplan snel meten na werkzaamheden" (Blokker et al. 2017). Op basis hiervan is dit project gestart als bedrijfsonderzoek in het BTO, waarin Brabant Water, Evides, Waternet, WBG en WMD hebben deelgenomen. De belangrijkste vraag van dit bedrijfsonderzoek was om vast te stellen of de monsternamen na werkzaamheden die nu voorgeschreven 12-24 uur na afronding werkzaamheden plaatsvindt, eerder kan, of zelfs eerder zou moeten.

1.2 Achtergrond

De Hygiëncode Drinkwater Opslag, transport en distributie (Meerkerk 2016, PCD 1-4) schrijft een wachttijd van 12 tot 24 uur voor tussen het spuien na werkzaamheden en de monsternamen. De reden hiervoor is de aanname dat een monster dat direct na het spuien genomen is, een te gunstig beeld van de waterkwaliteit geeft (er wordt verondersteld dat de vervuiling die eerst lokaal in de leidingsectie aanwezig is, na het spuien langzaam vrijkomt wat de kans op een positief monster na 12-24 uur groter maakt). Deze aanname was echter niet aantoonbaar onderbouwd met gegevens uit de praktijk.

Nu blijkt uit recente BTO onderzoeken (Blokker et al. 2016; van Bel et al. 2016) waarin ook enkele praktijkmetingen van Evides zijn beoordeeld dat de pakkans van (fecale) verontreiniging juist groter zou kunnen zijn bij eerdere monsternamen d.w.z. 1-4 uur na werkzaamheden. De reden daarvoor is dat na 12-24 uur al een deel van de fecale verontreiniging is "opgedronken", dus niet meer detecteerbaar is terwijl mensen wel al blootgesteld kunnen zijn aan een verhoogd risico. De pakkans (bij een detecteerbare concentratie van indicatoren) zou volgens modelberekeningen Blokker et al. (2016) stijgen van 25% bij de huidige monsternamen naar zelfs 65% bij monsternamen na 1-4 uur na het spuien.

Snellere monsternamen na werkzaamheden leidt niet alleen tot betere detectiekansen van (fecale) verontreiniging en daarmee betere bescherming van de gezondheid van de klant (door bijv. sneller spuien van het verontreinigde leidingdeel en het geven van een kookadvies), maar heeft potentieel ook andere voordelen voor het waterbedrijf. De werkzaamheden kunnen namelijk sneller afgerond worden (een geïsoleerd leidingdeel kan sneller goedgekeurd worden en in bedrijf genomen worden). De tijdswinst voor het detecteren van fecale besmetting is 24 uur bij het gebruikmaken van huidige analysetechnieken. Indien snelle monsternamen gecombineerd wordt met snellere analysetechnieken (zoals bijv. RT-PCR methode voor *E. coli*) dan is de tijdswinst 48 uur. In dit geval kunnen de

resultaten zelfs beschikbaar zijn op de dag van een ingreep. Dit leidt tot lagere kosten en tot minder overlast voor de klant (= grotere tevredenheid van de klant).

Praktijkmetingen zijn nodig om uitsluitstel te geven in hoeverre verschillende aannames over het tijdsverloop van een verhoogde concentratie indicatoren na een fecale besmetting in de praktijk optreedt. Namelijk: is de pakkans kort na spuien lager dan 12-24 uur later omdat een vervuiling langzaam vrijkomt; of is de pakkans kort na spuien hoger dan 12-24 uur later omdat een vervuiling uitgespoeld wordt met het drinkwaterverbruik?

1.3 Doel van het onderzoek

Heel specifiek moet dit bedrijfsonderzoek leiden tot de volgende opbrengsten:

1. Op basis van de metingen uit de praktijk uitsluitstel geven of de snelle (1-4 uur) monsternamen na werkzaamheden tot even goede of betere pakkansen van (fecale) verontreiniging leidt dan de huidige monsternamen (12-24 uur).
2. Het leveren van goed statistisch onderbouwd advies aan de Projectgroep Hygiëncode Distributie om het tijdstip van monsternamen na werkzaamheden in de Hygiëncode aan te passen zodat deze werkwijze wettelijk verankerd wordt.

NB. Onderdeel van de implementatie van snellere resultaten van monsternamen na werkzaamheden (Blokker et al. 2017) is ook praktijkervaringen opdoen met snelle RT-PCR methode voor *E. coli*, evalueren en toetsen middels gerichte metingen. Dit onderdeel is in een ander project uitgevoerd (Smeets et al. 2019a; Smeets et al. 2019b).

1.4 Leeswijzer

De praktijkmetingen en de statistische analyse hiervan worden beschreven in hoofdstuk 2. De ervaringen van de deelnemende waterbedrijven met de dubbele monsternamen vindt men in hoofdstuk 3. Beiden zijn gepresenteerd in een workshop op 30 september 2019, waarin vervolgens met een grote groep mensen in gediscussieerd over de consequenties van het onderzoek voor de praktijk; de bevindingen zijn samengevat in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 geeft conclusies en aanbevelingen.

2 Resultaten praktijkmetingen

2.1 Overzicht meetresultaten

Brabant Water, Evides, Waternet, WBG en WMD hebben tijdens de looptijd van dit project steeds twee monsters genomen na werkzaamheden. In dit onderzoek bestaat een 'meting' uit twee monsters op dezelfde locatie waarvan het eerste monster binnen 4 uur na spuien is genomen, en het tweede monster tussen 12 en 24 uur na spuien. De uitslag per meting wordt als volgt beschreven:

- +/+ beide monsters positief (code N11 in berekeningen)
- +/- eerste monster positief, tweede monster negatief (code N10 in berekeningen)
- /+ eerste monster negatief, tweede monster positief (code N01 in berekeningen)
- /- beide monsters negatief (code N00 in berekeningen)

Bij +/+, +/- en -/+ is de conclusie dat de leiding verontreinigd was en het “-” resultaat is in dat opzicht een vals negatief. Bij -/- kan sprake zijn van twee opeenvolgende ‘vals negatieve’ monsters, maar deze kunnen niet worden onderscheiden van terecht negatieve monsters waarbij de leiding niet verontreinigd was (een ‘schone leiding’). Het aantal vals negatieve -/- resultaten kan wel worden afgeleid uit de andere resultaten met de statistische analyse zoals beschreven in Blokker et al. (2017).

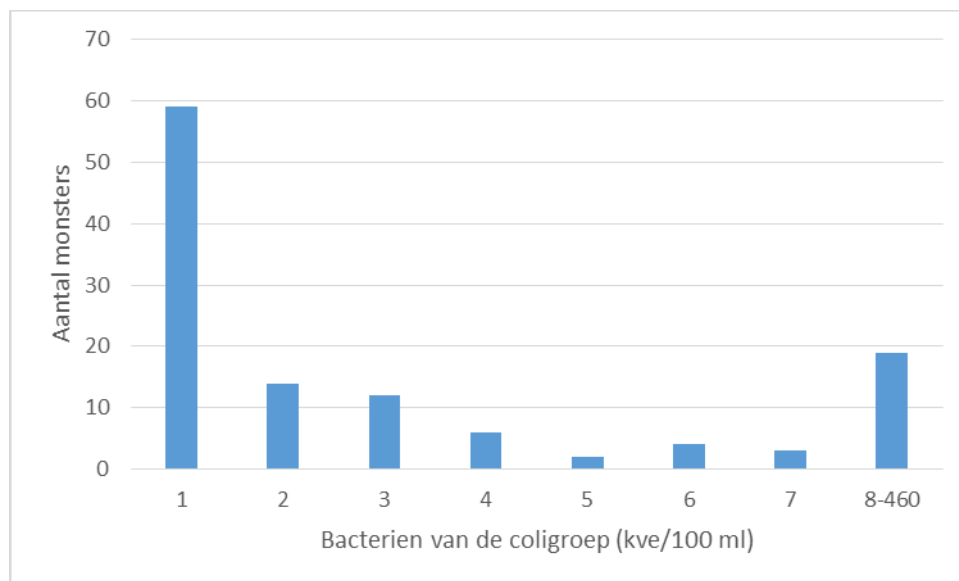
In Tabel 2-1 zijn de resultaten van de metingen door Brabant Water, Evides, Waternet, WBG en WMD weergegeven. Hieruit blijkt dat het gros van de metingen is uitgevoerd door Evides, terwijl Waternet een relatief klein aantal metingen heeft kunnen uitvoeren. Evides heeft dit afgelopen jaren standaard gedaan, en er geldt dan ook dat alle werkzaamheden dubbel bemonsterd zijn. Voor de overige waterbedrijven was het eerste monster extra ten opzichte van de huidige praktijk, en er bleek dat slechts in een derde van de gevallen een dubbele monstername is gedaan. Dit betekent dat tegenover de ca. 6000 monsters van Evides er ca. 700 van de andere waterbedrijven zijn (ca. 10% van het totaal), in plaats van de beoogde ca. 2250 (wat ca. 25% van het totaal zou zijn). Voor de statistische analyse worden alle resultaten bijeen genomen, omdat het aantal positieve monsters per bedrijf zo laag is dat eventuele verschillen tussen de bedrijven niet significant zijn. De resultaten worden gedomineerd door de resultaten van Evides.

Het overgrote deel van de analyses was negatief, zowel in het eerst als tweede monster (-/-). Het aantal -/+ resultaten is doorgaans gelijk aan het aantal +/- resultaten. Bij zeer weinig monsters waren beide analyses positief (+/+). Positieve resultaten betroffen vooral de bacteriën van de coligroep en enterococcen. De strikt fecale indicatoren *E. coli* en intestinale enterococcen waren, zoals verwacht, veel minder vaak positief. Alleen de bacteriën van de coligroep resulteerden in meer dan 110 positieve resultaten, het minimale benodigde aantal voor een betrouwbare statistische analyse.

Tabel 2-1 Overzicht resultaten per bedrijf

		Bacteriën van de coligroep (kve/100 ml)	<i>Escherichia coli</i> (kve/100 ml)	Enterococcen spp. (kve/100 ml)	Intestinale enterococcen (kve/100 ml)
Brabant Water	-/-	469	476	476	476
	-/+	3	1	1	1
	+/-	5	0	0	0
	+/+	0	0	0	0
Evides	-/-	5956	6042	6012	6033
	-/+	42	4	12	6
	+/-	47	7	22	9
	+/+	9	2	2	0
Waternet	-/-	46	48	46	
	-/+	1	0	3	
	+/-	1	0	1	
	+/+	0	0	0	
WMD en WBG	-/-	201	211	213	
	-/+	4	1	0	
	+/-	8	1	0	
	+/+	0	0	0	

Figuur 2-1 geeft de verdeling van de concentraties bacteriën van de coligroep in de positieve monsters. De meeste monsters (59) hebben een concentratie van 1 kve/ 100 ml. Er zijn 14 monsters met een concentratie van 2 kve/100 ml en 12 monsters met 3 kve/100 ml. De andere 34 monsters hebben een concentratie hoger dan 4 kve/100 ml. Bij lage concentraties worden +/- of -/+ resultaten verwacht, omdat toeval bepaalt in welk van de twee monsters de bacterie terecht komt. Bij concentraties >4 kve/ 100 ml wordt verwacht dat beide monsters positief zijn, en duidt een +/- of -/+ resultaat op een verandering van de waterkwaliteit. Dat wordt nader onderzocht bij de statistische analyse.



Figuur 2-1 Concentraties bacteriën van de coligroep in alle positieve monsters

2.2 Uitleg statistische analyse en voorbeeld met theoretische meetresultaten

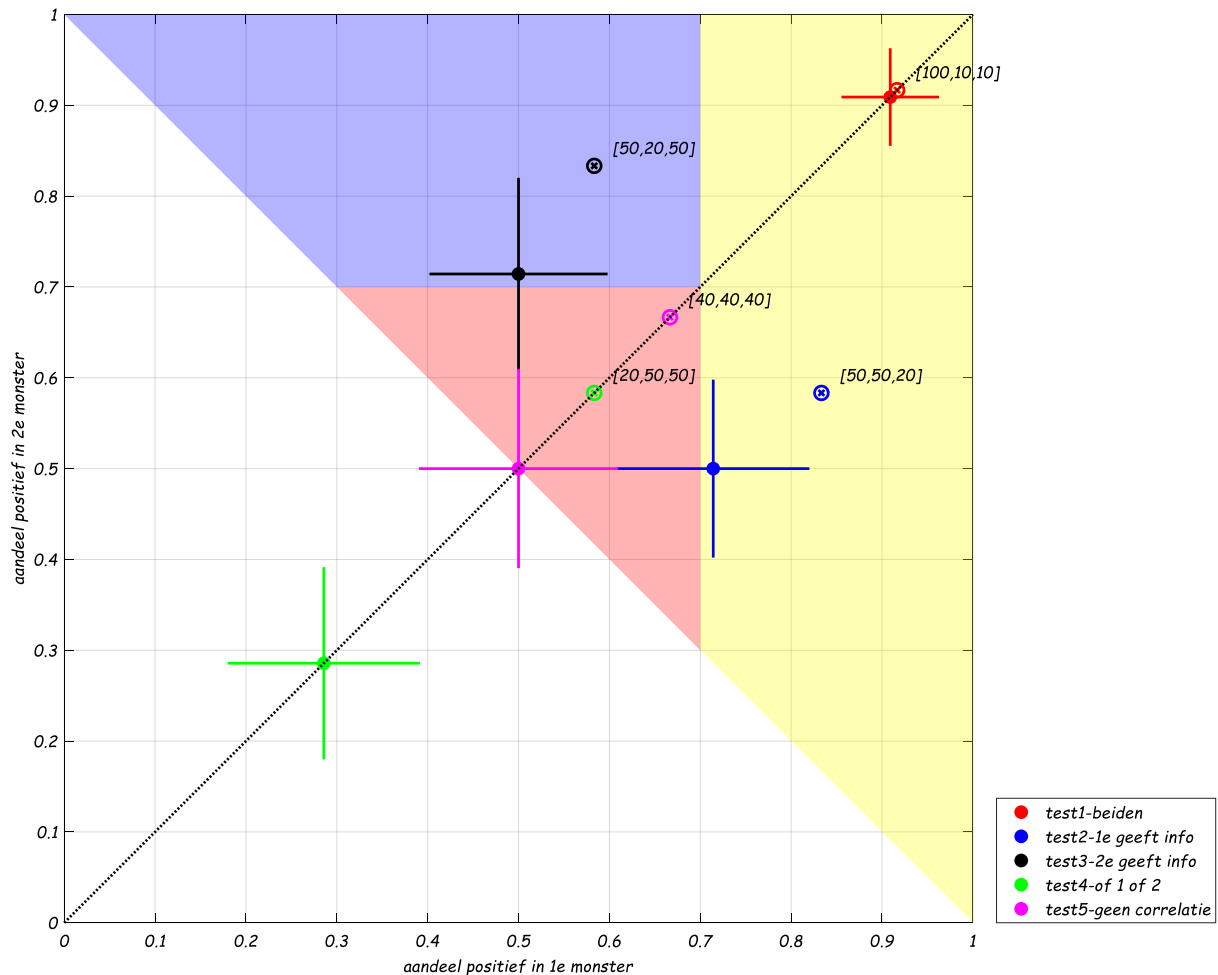
In het implementatieplan snel meten (Blokker et al. 2017) is een statistische analyse uitgewerkt waarmee op basis van de analyseresultaten een uitspraak kan worden gedaan over de betrouwbaarheid van het eerste of het tweede monster indien de leiding verontreinigd is.

De gekozen methodiek gaat uit van de aanname dat er bij een besmetting een kans (K_1) is dat het eerste monster positief wordt gevonden en een kans K_2 dat het tweede monster positief is (deze kans K_2 is bijv. lager dan K_1 wanneer er afsterving plaatsvindt, of gelijk aan K_1 als ze uitwisselbaar zijn, of mogelijk groter als er een toename is). De kansen K_1 en K_2 worden geschat o.b.v. onvolledige informatie, er is namelijk niet bekend hoe vaak het eerste en tweede monster allebei negatief zijn bij een besmetting.

De mogelijke uitkomsten van de methode worden eerst met theoretische waarden toegelicht. In Figuur 2-2 worden zowel de uitslagen van de theoretische monsternamen (open cirkels) waarin 120 monsters positief zijn gevonden, als van de statistische analyse daarvan (dichte stippen) weergegeven. Op de x-as staat het aandeel positieve monsters in het eerste monster weergegeven als fractie van het totaal aantal monsters en op de y-as het aandeel in het tweede monster. Tussen haakjes staat bij ieder meetpunt de resultaten van de meetreeks [+ / +, + / -, - / +]. De rode cirkel betreft een voorbeeld met 100 metingen + / +, 10 metingen + / - en 10 metingen - / +. Het aantal - / - metingen is onbekend, dus niet in de analyse meegenomen. In Tabel 2-2 zijn de resultaten van de statistische analyse weergegeven als kansen op positieve resultaten bij één en twee monsters.

In Figuur 2-2 zijn een aantal voorbeelden opgenomen. Test 1 (rood) heeft bijvoorbeeld in totaal 120 maal een positieve monsternamen, waarbij er 100 maal in zowel eerste als tweede monster positief is, 10 maal alleen het eerste monster positief, en 10 maal alleen het tweede monster positief. Dus voor ieder monsternamen apart geldt een kans van 110/120 (92%) op een positief monster. Dit is de locatie van het rode rondje met kruisje (0,92 / 0,92) in Figuur 2-2. De rode stip met het resultaat van de statistische analyse ligt iets lager omdat theoretisch er ook een kans is dat beide monsters negatief zijn terwijl het water wel verontreinigd is (in dit geval is die kans 1%, namelijk $10\% \times 10\%$). Tabel 2-2 geeft de waardes die horen bij de stip. De kans op 1^e positief is in dit geval $(100+10)/121 = 91\%$, er is 1 geval die noch in het 1^e noch in het 2^e monster wordt gevonden. De lijnen door de stip geven het betrouwbaarheidsinterval van de statistisch bepaalde kansen weer. Hoe meer positieve resultaten er

zijn, hoe kleiner het betrouwbaarheidsinterval zal zijn. In de rode situatie is het dus heel waarschijnlijk dat beide monsters positief zijn. De formules voor de statische onderbouwing zijn ontwikkeld voor het implementatieplan wat ten grondslag lag van dit project (Blokker et al., 2017) en staan in Bijlage III



Figuur 2-2 Theoretische uitslag van dataset, met fictieve voorbeelden met 120 positieve monsters. Het kruisje in het open rondje geeft aan het percentage monsters er positief waren in het eerste en tweede monster in de steekproef (tussen haakjes de aantallen monsters, [+/, +/-, -/+]) De dichte stippen plus de lijnen geven de geschatte kans op positieve monsters, inclusief twee maal vals negatieven, met de onzekerheidsband daaromheen. De stippellijn geeft de lijn weer waarin detectiekans van 1^e en 2^e monster gelijk zijn.

Tabel 2-2 Statistisch bepaalde kans op positieve monsters voor theoretische meetresultaten (de dichte stippen uit Figuur 2-2).

	% 1 ^e monster	% 2 ^e monster	% bij 2 monsters
Rood	91	91	99
Blauw	71	50	86 (1-0,3*0,5)
Zwart	50	71	86
Groen	29	29	49
Magenta	50	50	75

De kleurvlakken in Figuur 2-2 geven aan hoe een monsterstrategie kan worden gekozen, afhankelijk van waar de statistisch berekende kansen (de punten) liggen. Daarbij is als voorbeeld gekozen voor een aandeel >0.7 als

grenswaarde, waarbij een moment van meten voldoende pakkans heeft om een verontreiniging vast te stellen.

Daaruit kunnen dan de volgende adviezen volgen:

- geel: je kunt over gaan naar alleen het eerste monster (na 1-4 uur);
- blauw: blijf bij huidig protocol (alleen tweede monster, na 12-24 uur);
- rood: ga over naar een dubbele monsternamen;
- wit: in dit gebied vind je alleen de statistisch afgeleide kansen (per definitie kunnen meetresultaten niet in dit gebied vallen) en dit duidt op een lage detectiekans en een zwakke relatie tussen 1^e en 2^e monsterresultaat. Een duidelijk advies ontbreekt dan ook.

Voor de verschillende voorbeelden van uitslagen van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken (zie Figuur 2-2 en Tabel 2-2):

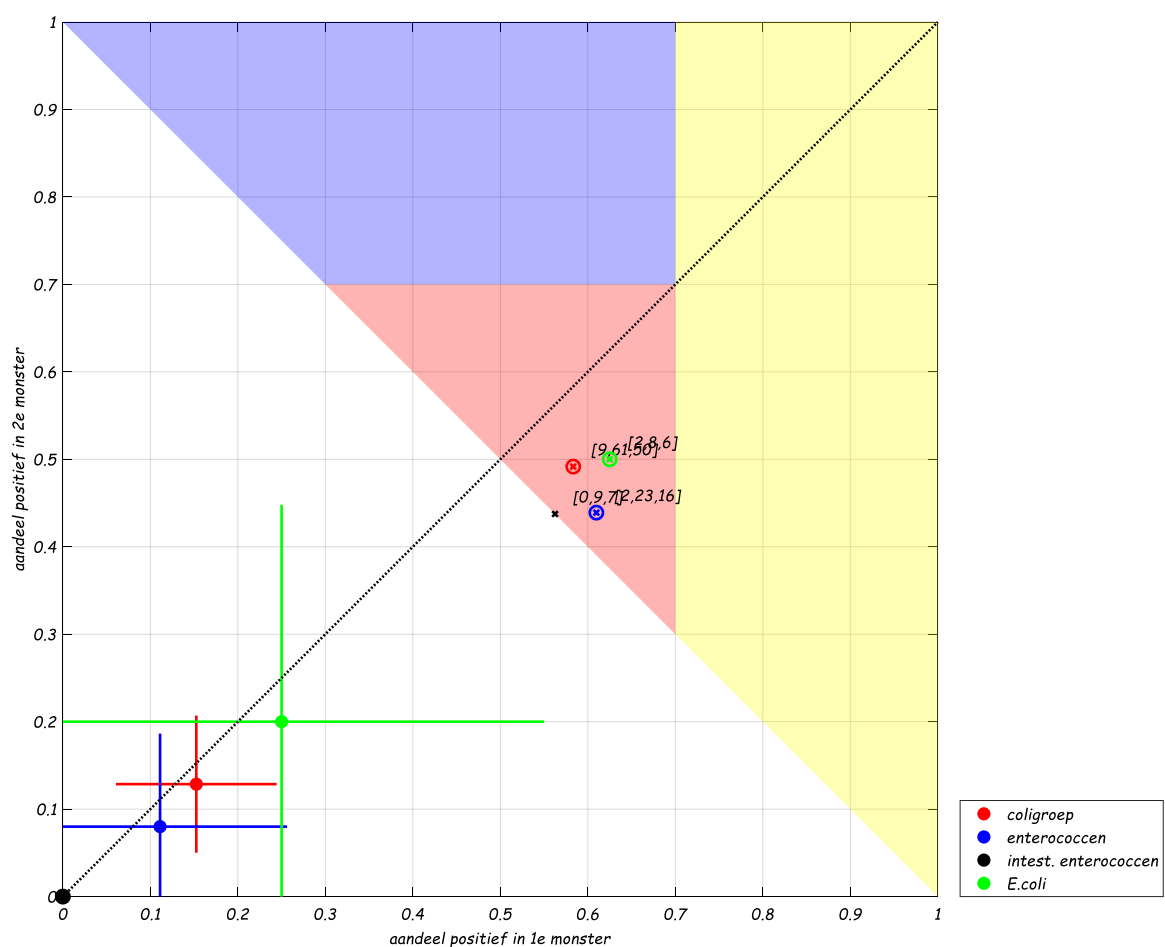
- Rood: kans op 1^e en 2^e monster is gelijk, en hoog. Er zijn weinig vals-negatieven, en er is duidelijk dat voor de kwaliteitsbewaking het niet veel uitmaakt of het monster na 1-4 uur of na 12-24 uur wordt genomen.
- Blauw: de kans dat het 1^e monster positief is, is vrij hoog, terwijl de kans op een 2^e positief monster vrij laag is. Mogelijk is er dan al een deel van de fecale besmetting verdwenen. Er is ook een kans op vals-negatieven. Het 1^e monster geeft de meeste informatie, en de aanbeveling zal zijn om liever na 1-4 uur een monster te nemen dan na 12-24 uur.
- Zwart: de kans dat het 2^e monster positief is, is vrij hoog, terwijl de kans op een 1^e positief monster vrij laag is. Mogelijk komt dan een deel van de fecale besmetting pas na verloop van tijd vrij. Er is ook een kans op vals-negatieven. Het 2^e monster geeft de meeste informatie, en de aanbeveling zal zijn om liever na 12-24 uur een monster te nemen dan na 1-4 uur.
- Groen: kans op 1^e en 2^e monster is gelijk, maar laag. Er zijn veel vals-negatieven (ook nog eens 120 stuks), en de kans dat beide tegelijk positief zijn is heel klein. Voor de kwaliteitsbewaking zou het mogelijk beter zijn om zowel het monster na 1-4 uur en na 12-24 uur te nemen, en de kans op detectie dus te vergroten door meer monsters te nemen (in plaats van 30% bij maar 1 monster, 50% bij 2 monsters of 66% bij 3 monsters).
- Magenta: vergelijkbaar met groen, maar met minder vals-negatieven.

2.3 Statistische analyse van de meetresultaten

Voor de statistische analyse zijn alle meetresultaten van de deelnemende drinkwaterbedrijven samengevoegd in Tabel 2-3 en Figuur 2-3. In de tabel is zichtbaar dat bij het overgrote deel van de reparaties geen indicator-organismen worden gevonden: het totaal percentage positieve metingen is 2,8% voor alle indicator-organismen. Voor *E. coli* en intestinale enterococci, de indicator-organismen die specifiek zijn voor fecale verontreiniging, ligt het percentage op 0,2%. Ook is duidelijk dat bij het merendeel van de metingen na werkzaamheden maar een van de twee monsters positief is. De waarnemingen liggen voor de verschillende organismen dicht bij elkaar. Zij liggen in het rode vlak, omdat er vooral +/- en -/+ resultaten zijn versus weinig ++ resultaten. Alle organismen laten hier hetzelfde beeld zien.

Tabel 2-3 Resultaten van alle bedrijven

	Bacteriën van de coligroep	<i>E. coli</i>	Enterococcen	Intestinale enterococcen
-/-	6672	6777	6747	6509
-/+	50	6	16	7
+/-	61	8	23	9
+/+	9	2	2	0
totaal	6792	6793	6788	6525
% -/-	98,2	99,8	99,4	99,8



Figuur 2-3 Resultaten van de metingen (open cirkels) en de statistische analyse (punten) per micro-organisme.

In Tabel 2-4 zijn de percentages weergegeven van de kansen van positieve eerste, tweede, of allebei de monsters. Voor intestinale enterococcen is de kans niet te berekenen omdat er geen monsters waren die allebei positief waren.

Tabel 2-4 Percentages kansen positieve eerste, tweede of allebei de monsters.

	% eerste monster	% tweede monster	% bij twee monsters
Bacteriën van de coligroep	15	13	26
Enterococcen	11	8	18
Intest. Enterococcen	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
<i>E. coli</i>	25	20	40

De resultaten leiden tot de volgende samenvattende conclusies:

- Kans op detectie bij tweede monster is niet anders dan bij het eerste monster. Mogelijk is er een iets hogere kans op detectie bij eerste monster (de punten bevinden zich onder de stippellijn), maar het verschil is niet significant (de onzekerheidsband kruist de stippellijn).
- Er worden andere locaties afgekeurd afhankelijk van de keuze voor eerste of tweede monster.
- Kans op detectie bij één monster is laag (<25%).
- De kans op detectie wordt bijna verdubbeld bij twee monsters.
- Bij het nemen van twee monsters kan ook worden geschat hoeveel verontreinigingen niet worden gedetecteerd, bij een enkel monster is dat niet mogelijk.
- Een leiding wordt in de analyse beschouwd als 'verontreinigd' wanneer één monster positief is. Het is mogelijk dat de gemiddelde concentratie in de leiding lager is dan 1 kve/100 ml maar toch een positief resultaat wordt verkregen door een 'toevalstreffer'. Het berekende aantal 'gemiste' verontreinigingen bevat dus ook die situaties.
- Het aantal positieve metingen voor de statistische analyse van *E. coli* en enterococcen is erg laag, dus de conclusie is voor deze organismen niet sterk onderbouwd.

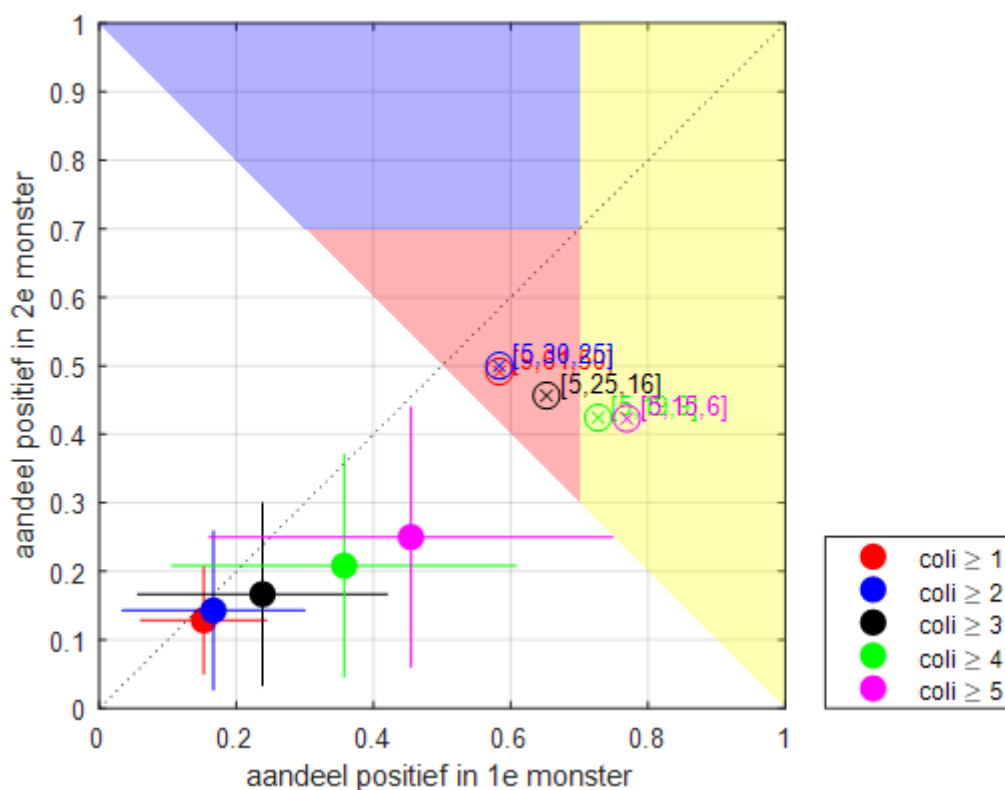
2.4 Statistische analyse inclusief concentraties

Bij een lage concentratie van 1 of 2 getelde organismen in een monster is, zelfs bij gelijkblijvende condities, is de kans groot dat in een tweede monster toevallig geen organisme wordt gevonden. Daarom is bij de data-analyse ook onderscheid gemaakt naar de concentratie in het monster dat positief was bij een meting. De verwachting is dat bij een hogere concentratie de kans groter is dat beide monsters positief zijn. In Tabel 2-5 zijn de meetresultaten opgesplitst naar de minimale concentratie die in de beide monsters bij een meting is waargenomen. Wanneer alleen metingen worden meegenomen waarbij 5 of meer organismen zijn geteld, zijn relatief vaker beide monsters positief. Echter in de meeste gevallen is nog steeds maar één van beide monsters positief. Hoe hoger het aantal organismen, hoe vaker het eerste monster positief is en het tweede monster niet. Dus bij een duidelijke verontreiniging lijkt het eerste monster een wat grotere pakkans te geven dan het tweede monster. Van de 5 metingen met beide monsters groter of gelijk aan 5 / 100 ml, is de concentratie 3 keer $1^e > 2^e$, en $2 \times 2^e > 1^e$. Er is geen duidelijke afnemende of toenemende trend te zien op basis van de aantallen.

Tabel 2-5 Uitslagen van metingen afhankelijk van de gevonden concentratie, en het geschatte aantal gemiste metingen

	+ / +	+ / -	- / +	- / -
Coligroep ≥ 1	9	61	50	339
Coligroep ≥ 2	5	30	25	150
Coligroep ≥ 3	5	25	16	80
Coligroep ≥ 4	5	19	9	34
Coligroep ≥ 5	5	15	6	18

In Figuur 2-4 is de statistische analyse uitgevoerd voor verschillende gemeten concentraties (zie ook Tabel 2-6). De kans op een positief (eerste, tweede en beide) monster is dus groter bij hogere concentraties (ernstigere, duidelijkere verontreiniging), maar nog steeds wel laag. De detectiekans bij een concentratie van 5 kve/100 ml of meer twee monsters is met 59% aanzienlijk hoger dan bij een monster, maar de kans op twee negatieve monsters is nog wel 41%. Er is nu wel een trend te zien, dat de kans op eerste monster positief groter is dan tweede monster. Dit pleit ervoor om bij een keuze voor één monster het eerste monster te kiezen. Ook wanneer het betrouwbaarheidsinterval wordt beschouwd ligt dit bij een concentratie van >5 kve/100 ml vrijwel volledig onder de stippellijn (detectiekans beide monsters even groot).



Figuur 2-4 Analyse van de gegevens met onderscheid naar de hoogste concentratie in een van beide monsters bij een meting

Tabel 2-6 Percentages kansen positieve eerste, tweede of allebei de monsters afhankelijk van de concentratie in het monster

	% 1 ^e monster	% 2 ^e monster	% bij 2 monsters
Coligroep ≥ 1	15	13	26
Coligroep ≥ 2	17	14	29
Coligroep ≥ 3	23	17	37
Coligroep ≥ 4	35	21	49
Coligroep ≥ 5	45	25	59

3 Ervaringen bedrijven

3.1 Brabant Water, Waternet, WBG en WMD

De praktijkervaringen bij Brabant Water zijn geïnventariseerd in het overleg met de coördinatoren monsternamen en adviseur Waterkwaliteit Distributie op 23 juni 2019. De ervaringen zijn ingedeeld in voor- en nadelen per tijdstip van bemonstering en hieronder weergegeven. De bedrijven Waternet, WBG en WMD sluiten zich aan bij deze ervaringen.

Tabel 3-1 Voor- en nadelen van de monsternamen 1-4 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen monsternamen 1-4 uur	Nadelen monsternamen 1-4 uur
1	Positieve klantbeleving (geldt niet na zonsondergang).	Minder kans op aanwezigheid bewoner op een bemonsteringsadres.
2	Snellere beschikbaarheid uitslag voor de parameters van (fecale) besmetting (E.coli, enterococci en bacteriën van de coligroep).	Monsterneming is lastiger te plannen i.v.m. - Beperkte capaciteit monsternemers - Kleiner tijdvak voor planning - Uitlopen van werkzaamheden.
3	Preventief kookadvies kan sneller opgeheven worden (mits in combinatie met PCR-analysemethode).	Noodzaak voor intensievere communicatie tussen coördinator monsternamen, monsternemer, uitvoerder van werkzaamheden (BW-medewerker en/of aannemer) en laboratorium. Hierbij meer kans op miscommunicatie.
4	Sneller werkzaamheden kunnen hervatten van de werkzaamheden.	Extra belasting voor de storingsdienst die werkzaamheden buiten reguliere werktijden moet verrichten. Ook intensievere communicatie nodig bij overdracht van informatie tijdens werktijd.
5		Monsterneming is minder efficiënt. Bijvoorbeeld bij de watermeeneemmethode moet men soms 2x naar de locatie komen (bij uitnemen v.d. oude leiding en inbouw v.d. nieuwe leiding). Dit geldt ook bij meer werkzaamheden op dezelfde locatie.
6		Meer kosten i.v.m. capaciteitsproblemen (door bijv. inhuur van medewerkers, werkzaamheden buiten reguliere tijden, extra verlof monsternemer nadat gewerkt werd buiten werktijd).
7		Beperkte lab beschikbaarheid.

Tabel 3-2 Voor- en nadelen van de monsternamen 12-24 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen monsternamen 12-24 uur	Nadelen monsternamen 12-24 uur
1	Geen procesaanpassing nodig (we blijven bij de oude bij iedereen bekende werkwijze).	Alle voordelen van de bemonstering na 1-4 uur (genoemd in de Tabel 3-1) zijn nadelen voor de bemonstering na 12-24 uur.
2	Alle nadelen van de bemonstering na 1-4 uur (genoemd in de Tabel 3-1) zijn voordelen voor de bemonstering na 12-24 uur.	

Tabel 3-3 Voor en nadelen van de dubbele monsternamen: 1-4 uur en 12-24 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen dubbele monsternamen	Nadelen dubbele monsternamen
1	Snellere uitslag van het 2 ^{de} monster. Het 2 ^{de} monster is namelijk al ingepland.	Interpretaties moeilijker bij tegenstrijdige uitslagen. Dit leidt tot meer monsters en dus meer kosten.
2	Hogere betrouwbaarheid waterkwaliteitsbeoordeling (2 uitslagen zeggen meer dan 1 uitslag).	Hogere kosten (ten minste 2 x zo veel als bij enkele bemonstering). De hoogste kosten van alle 3 scenario's.
3	Preventief kookadvies kan sneller opgeheven worden (mits in combinatie met PCR-analysemethode).	Meer monsternemers nodig (het aantal is het grootst van alle drie scenario's).
4	Sneller hervatten van de werkzaamheden.	Bij de 1 ^{ste} monsternamen gelden alle nadelen van deze monsternamen genoemd in de Tabel 3-1.

3.2 Evides

In het kader van het BTO- onderzoek 'Snel meten na werkzaamheden' neemt Evides sinds begin 2017 sneller monsters na werkzaamheden in het distributienet (1^{ste} monster na 1-4 uur en de 2^{de} monster na 12-24 uur na werkzaamheden). Dit doen we samen met de vier andere waterbedrijven (vanaf 2018): Brabant Water, Waternet, WMD en WGB. Het doel van het onderzoek is om uitsluitsel te geven of snelle monsternamen na werkzaamheden (1 – 4 uur) tot betere pakkans van fecale verontreiniging leidt.

Evides neemt vanuit het verleden altijd al dubbele monsters na het uitvoeren van werkzaamheden (op alle typen leidingen), om reden van microbiologische veiligheid van drinkwater. De risico's in de drinkwaterlevering zitten juist in dit type werkzaamheden waarbij in moeilijk controleerbare omgeving een open verbinding met drinkwater aanwezig is. Dit is afwijkend (meer monsternamen) ten opzichte van de hygiëncode drinkwater waar voor distributiewerkzaamheden uitgegaan wordt van 1 monster. Evides neemt standaard alleen 100ml monsters zoals omschreven in de hygiëncode OTD (opslag, transport en distributie); één monster van 100ml bij distributiewerk en

twee monsters van 100ml bij werkzaamheden aan transportleidingen. Evides wijkt dus alleen af bij distributiewerk en heeft voor de duidelijkheid en rechtlijnigheid in het verleden gekozen voor twee monsters ongeacht de leidingdiameter. In de hygiëncode drinkwaterbereiding wordt wel op basis van de inhoud van een zuiveringsstap geadviseerd om een monstervolume naar rato te verhogen.

Evides neemt in principe alleen monsters op dedicated monsterkasten (geplaatst op aanwezige appendages in het Evides leidingnet of via aanboring) waardoor monsternamen onafhankelijk is van binnen installaties en/of bewoners. Dit type monsters wordt door eigen Infra medewerkers genomen waardoor planning / afstemming etc nu niet tot issues leidt. Per 1-1-2020 wordt deze monsternamen door AqualabZuid uitgevoerd om compliant te kunnen zijn op dit proces.

Omdat in de toekomstige keuze van het tijdstip van monsternamen ook de uitvoerbaarheid van de bemonstering en de acties die erna volgen belangrijk zijn, wordt dit aspect ook meegenomen bij de evaluatie van de resultaten. De ervaringen zijn ingedeeld in voor- en nadelen per tijdstip van bemonstering en hieronder in Tabel 3-4, Tabel 3-5 en Tabel 3-6 weergegeven.

Tabel 3-4 Voor- en nadelen van de monsternamen 1-4 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen monsternamen 1-4 uur	Nadelen monsternamen 1-4 uur
1	Positieve klantbeleving.	De winst die gehaald wordt door snelle monsternamen wordt teniet gedaan omdat het laboratorium binnen in traditionele werktijden analyseert.
2	Snellere beschikbaarheid uitslag voor de parameters van (fecale) besmetting (<i>E. coli</i> , enterococci en bacteriën van de coligroep).	
3	Sneller ingrijpen mogelijk indien blijkt dat er een besmetting is opgetreden. Of via curatief kookadvies met corrigerende maatregelen of via preventief kookadvies indien een preventief kookadvies is afgegeven.	
4	Preventief kookadvies kan sneller opgeheven worden (mits in combinatie met PCR-analyse methode).	
5	Sneller kunnen hervatten van de werkzaamheden.	

Tabel 3-5 Voor- en nadelen van de monstername 12-24 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen monstername 12-24 uur	Nadelen monstername 12- 24 uur
1	Zie Tabel 3-4 Langere doorlooptijd ten opzichte van monsterneming 1-4 uur na werkzaamheden. In geval van kookadvies nadelig voor de klantbeleving.	Langer wachten op uitslagen.
2		Eventuele besmetting wordt later geconstateerd

Tabel 3-6 Voor en nadelen van de dubbele monstername: 1-4 uur en 12-24 uur na werkzaamheden

Nr.	Voordelen dubbele monstername	Nadelen dubbele monstername
1	Betere borging microbiologische veiligheid door grotere trefkans.	Interpretaties moeilijker bij tegenstrijdige uitslagen. Dit leidt tot meer monsters en dus meer kosten.
2	Snellere uitslag van het 2 ^{de} monster. Het 2 ^{de} monsters is namelijk al ingepland.	Hogere kosten (ten minste 2 x zo veel als bij enkele bemonstering op distributieleidingen)
3	Hogere betrouwbaarheid waterkwaliteitsbeoordeling (2 uitslagen zeggen meer dan 1 uitslag).	Meer monsternemers nodig.
4	Preventief kookadvies kan sneller opgeheven worden (mits in combinatie met PCR-analysemethode).	Langere doorlooptijd ten opzichte van 1 monsters in geval vergelijking met monsterneming 1-4 uur na werkzaamheden

Kijkend naar de uitkomsten van het onderzoek lijkt de tijd waarop monsters worden genomen niet bepalend voor het beter / vaker vaststellen van besmettingen. Het nemen van 2 monsters vergroot wel sterk de trefkans van een besmetting en draagt bij aan het garanderen van betrouwbaar drinkwater na werkzaamheden.

4 Bevindingen workshop 30 september 2019

4.1 Presentaties

De workshop *Snelle waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden in het distributienet* vond plaats op 30 september 2019 in Den Bosch. De workshop bestond uit twee presentaties, gevolgd door discussie in werkgroepjes die vervolgens plenair werden besproken. Patrick Smeets van KWR presenteerde de resultaten van het onderzoek (zie Hoofdstuk 2). De resultaten leidden tot nieuwe ideeën uit de zaal om het onderzoek anders in te steken, bijvoorbeeld met grotere monstervolumes. Zo zou de werkelijke concentratie van een verontreiniging beter kunnen worden geschat. Dit zou een extra logistieke uitdaging zijn, en was niet de vraagstelling van het huidige onderzoek. Dat betrof alleen de vergelijkbaarheid van de twee monstermomenten met de huidige gebruikelijke aanpak. De daaropvolgende discussie maakte duidelijk dat het lage percentage afkeuringen een belangrijke beperkende factor bleek voor het trekken van conclusies. Of een meetbare verontreiniging optreedt wordt sterk bepaald door de omstandigheden van de werkzaamheden, zoals water in de sleuf, en de mogelijkheid om met voldoende snelheid te spuien. Afsterving van organismen speelt geen rol bij deze situaties, dat wordt pas relevant bij meerdere dagen. Afkeuring vindt plaats op het niveau van de meetgrens van de analyse, waardoor veel van de positieve monsters moeten worden gezien als ‘toevalstreffers’ die ook op een andere locatie hadden kunnen plaatsvinden waar nu ‘toevalsmisseries’ waren.

In een tweede presentatie lichte Agata Donocik van Brabant Water de ervaringen bij het uitvoeren van de meetcampagne toe, zie Hoofdstuk 3. Daarbij werden zowel voordelen als nadelen geconstateerd. Vragen naar aanleiding van de presentatie betroffen de onder andere het verwerken van de monsters op het laboratorium. Wanneer een monster aan het einde van de dag binnen komt, wordt het pas de volgende ochtend in bewerking genomen. Vitens laboratorium en WLN hanteren een andere handelswijze, door in shifts te werken respectievelijk bij spoed analisten op te roepen kunnen monsters over een langere periode worden aangeboden. De aanpak verschilt per organisatie en situatie. De mogelijkheid om snel monsters te nemen biedt enerzijds flexibiliteit, maar schept ook verwachtingen of zelfs verplichtingen om snel te handelen.

4.2 Team discussies

Vervolgens hebben teams zich over 5 aspecten van snelle monsternamen gebogen:

Team 1 Waterkwaliteit/veiligheid

Team 2 Klant

Team 3 Kosten

Team 4 Planning

Team 5 Implementatie

Team 1 Waterkwaliteit/veiligheid

Of en hoe sneller monsternemen de veiligheid van het water voor de consument kan beïnvloeden was hier de centrale vraag. Men wil graag weten wat de pakkans voor een verontreiniging werkelijk is, bijvoorbeeld door ook een groot volume te onderzoeken. Dit vergt wel nog meer inspanning dan het reeds uitgevoerde onderzoek. In de discussie kwam de vraag naar voren: “waarom überhaupt monsters nemen, als 98% toch goed is?”. Antwoorden waren divers:

- Monsternamen zijn nodig, want anders heb je geen controle meer

- Het toezicht op de werkzaamheden verscherpen draagt mogelijk meer bij aan veiligheid dan controleren door monsternamen

Er is wel een verschil tussen pakkans en kans op een verontreiniging. De kans op een verontreiniging blijkt laag te zijn. Maar als er een verontreiniging is, is de kans klein dat je die ook detecteert. Voorbeeld is de situatie die in Vlaardingen is opgetreden: twee keer gemeten na werkzaamheden, beide geen afkeuring. Daarna werd met routine onderzoek toch een verontreiniging gevonden die bij die werkzaamheden is opgetreden. Vraag is of dit vaker voor komt? Waternet beschrijft een situatie waarbij iets soortgelijks is opgetreden en ook Oasen heeft iets dergelijks meegemaakt.

De zaal wordt gevraagd of een 1 liter monster beter zou zijn?

- ➔ Vergroot pakkans
- ➔ Logistiek is lastiger
- ➔ Schiet niet zo op ➔ blijft dezelfde situatie dat je op één moment monsters neemt ➔ beter meer monsters nemen zodat je ook inzicht hebt in de spreiding
- ➔ Wel overeenkomst qua meldingen
- ➔ Vraag of je dan afkeurt bij 10 of meer *E. coli*, dat is een lastige boodschap: er is wel verontreiniging geconstateerd, maar zo weinig dat er geen overschrijding is van 0 per 100 ml

Schoon werken blijft het belangrijkste, monsternamen is slechts een check. Mensen moeten daarom een KIAD (= kwaliteitsinstructie aanleg drinkwater) certificaat halen. Zo krijg je hier wel bewustwording voor, en melden werknemers ook wanneer er niet hygiënisch kon worden gewerkt.

Team 2 Klant

Dubbel bemonsteren heeft voor de klant voor en nadelen:

- ➔ Minder duidelijke boodschap bij +/- of +/- resultaat
- ➔ Vaker naar dezelfde klant voor monsternamen
- ➔ Minder tijd om een afspraak te maken in 1-4 uur
- ➔ Snel meten geeft een kortere blootstelling
- ➔ Kortere preventief kookadvies, of sneller correctief kookadvies (verschillende aanpak door bedrijven)
- ➔ Maar voor OLM (ondermaatse leverings-minuten) is kookadvies niet relevant
- ➔ Wanneer en hoe communiceer je met de klant? Niet 's nachts aanbellen, maar wel een SMS en kaartje in de bus dat de klant 's morgens vindt?

Team 3 Kosten

Kosten voor dubbel monsters nemen is vanzelfsprekend duurder. Standaard een snel monster nemen is ook duurder, met name omdat daarvoor capaciteit nodig is buiten reguliere werkuren. Anderzijds is de tijdswinst vaak beperkt door de huidige geoptimaliseerde werkwijze, zoals het opsparen of verzamelen van monsters per dag om ze vervolgens naar het lab te vervoeren. In combinatie met snelle RT-PCR methode kan echt tijdswinst worden geboekt, maar daarvoor moet eerst snelle methode voor enterococci ook zijn ontwikkeld, geïmplementeerd en geaccepteerd.

Voor de totale kosten van het werk zien de aanwezigen geen voordelen. De aannemers hebben altijd ook ander werk hebben waarmee ze de wachttijd kunnen opvullen. Bij grotere werken zoals gemeentelijke reconstructie kan wel geld worden bespaard door tijd te besparen. Ook hoeft de straat minder lang open te liggen.

Hoewel altijd snel monsters nemen niet per definitie leidt tot lagere kosten, kan meer flexibiliteit in het moment van monsternamen wel voordelen bieden. Bijvoorbeeld in de zomerperiode worden geen grote werkzaamheden gepland vanwege het hoge verbruik. Bij snel meten is een leiding korter buiten gebruik, en daardoor het systeem ook minder kwetsbaar voor nieuwe verstoringen.

Team 4 Planning

Er is geen uniformiteit in de planning van werken bij de diverse drinkwaterbedrijven. Doorgaans wordt er flexibel om gegaan met planning, en kan deze per geval ander zijn. Wanneer RT-PCR ook voor enterococci beschikbaar is kunnen echt andere afspraken worden gemaakt. Enterococci gaat dan van 48 uur naar 4 uur = interessant, maar je blijft met je schema's van wanneer monstername, analyseren, aanleveren etc.

Planning is geoptimaliseerd voor hoe het nu is, je kunt bij andere mogelijkheden van monsternamen en analysemethoden optimaliseren voor de diverse situaties. Het is wat ingewikkelder omdat je korter vooruit wilt plannen en het voor iedereen en iedere situatie maatwerk wordt. Prioritering wordt belangrijker: wat krijgt voorrang in het lab of bij de monsternemer? Bij de watermeetmethode zou er voordeel kunnen zijn, maar er is momenteel geen overeenstemming tussen de verschillende bedrijven.

Team 5 Implementatie

Om tot implementatie in de praktijk te komen moet op veel plaatsen binnen het bedrijf iets veranderen. Dit is ook afhankelijk van de bedrijfscultuur en het bedrijfsbeleid. Welke visie heeft het management voor het bedrijf?

- Uitstraling, imago
- Automatisering, bedrijf van de toekomst
- Risico's
- Communicatie met klanten
- Afweging kosten versus andere aspecten
- Arbeidsvoorwaarden monsternemers en laboranten (24 uren dienst)

Business-cases kunnen helpen om managers inzicht te laten krijgen in consequenties van verschillende mogelijkheden in verschillende situaties:

- o Calamiteit
- o Werk zonder verbruik
- o Werk met verbruik

Ook moet Inspectie de aanpak accepteren. In principe is het aanpassen van de hygiëncode voldoende, omdat de wet daar naar verwijst. Je hoeft niet voor alle werkzaamheden sneller te bemonsteren

Afronding

Belangrijke conclusies van de dag zijn:

- Snel meten na werkzaamheden leidt niet tot meer afkeuringen, en is daarom ook niet noodzakelijk vanuit oogpunt van volksgezondheid
- De deelnemers zijn het er over eens dat het onderzoek voldoende basis biedt om de hygiëncodes algemeen en distributie zo aan te passen dat men vrij is om het moment van monstername te kiezen. In 2020 is hiervoor een mogelijkheid.
- Voordeel in tijd wordt pas echt bereikt in combinatie met snelle RT-PCR enterococci die nog in ontwikkeling is, je gaat dan van 48 naar 4 uur analysetijd
- Meer flexibiliteit in moment van meten biedt mogelijkheden voor nieuwe optimalisatie bij diverse situaties
- Business cases kunnen managers inzicht geven in de voor- en nadelen, zodat zij tot besluit over implementatie kunnen komen
- De hygiëncode moet worden aangepast, dit staat voor 2020 gepland
- Er leven nog steeds vragen over pakkans, het optimale analysevolume, snelle methoden die in het veld kunnen worden toegepast zodat transport naar laboratorium geen invloed meer heeft. Deze vragen worden aan de themagroep Biologische Veiligheid (de vertegenwoordigers van de drinkwaterbedrijven) voorgelegd. Die beslist over de invulling van het onderzoek. Er leven diverse ideeën bij de workshop deelnemers hoe je dergelijk onderzoek zou kunnen uitvoeren. Deze mensen zullen worden benaderd indien er onderzoeksplannen worden opgesteld.
- In het rapport moeten de voor- en nadelen van snel meten goed op een rijtje worden gezet. Maarten Lut is bereid de rapportage daarop te checken.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Detectiekans

In een jaar tijd is een beperkt aantal dubbele monsters (1-4 uur, 12-24 uur na afronden werkzaamheden) genomen dat in of het eerste of het tweede (of beide) monsters positief was. De frequentie van het aantreffen van indicatoren voor een fecale besmetting (*E. coli* of intestinale enterococci) is met 0,2% heel laag. Dit duidt erop dat doorgaans hygiënisch wordt gewerkt en verontreinigingen worden voorkomen. Uit het onderzoek blijkt echter ook dat een fecale besmetting niet altijd wordt aangetoond. Uit de verschillen tussen eerste en tweede monster volgt dat de detectiekans van een fecale besmetting met één monster laag is (<25%). Bij twee monsters is die kans groter (tot 40%), maar een aantal fecale besmettingen wordt dus niet gevonden. Dit geldt met name bij lage concentraties (tot 1 kve/100 ml), maar ook bij 5 kve/ 100 ml of meer indicatororganismen is de kans op twee maal een vals-negatief nog 40%.

In dit onderzoek was de correlatie tussen 1^e en 2^e monster heel laag. Het vermoeden bestaat dat in de huidige praktijk van herhaalmonsters nemen na een positieve uitslag, de correlatie ook heel laag zal zijn. Dat zal met name zo zijn wanneer de afkeur plaatsvindt op een lage concentratie (1 of 2 kve/100 ml), en wanneer er een lange tijd zit tussen afkeur- en herhaalmonster (veelal meer dan 24 uur).

Historisch is gekozen om waterkwaliteit te beoordelen op afwezigheid van indicatororganismen in 100 ml. Dit heeft als nadeel dat bij lage concentraties het toeval bepaald of een indicator wordt aangetroffen in het monster. Het goed- of afkeuren van de leiding is daarmee ook sterk afhankelijk van toeval. Wanneer in plaats van aan- of afwezigheid een concentratie als norm zou worden gesteld, zou een zodanig monstervolume kunnen worden gekozen dat de beoordeling minder afhankelijk is van toeval. Daarbij zou de keuze voor de norm en het monstervolume op een risico kunnen worden gebaseerd. Hoewel de drinkwaterbedrijven dit als mogelijkheid hebben genoemd bij de workshop zijn er ook praktische bezwaren. De boodschap dat fecale indicator organismen onder de norm zijn aangetroffen zal lastig zijn in de communicatie. Ook is de norm van afwezigheid in 100 ml internationaal vastgelegd in de Europese drinkwaterrichtlijn en de richtlijnen van de WHO.

5.2 Moment van monsternamen

De detectiekans voor het eerste monster (1-4 uur) is iets groter dan voor het tweede monster (12-24 uur). Echter door de beperkte hoeveelheid data is dit verschil niet significant. Dit betekent dat er geen dwingende reden is om eerder een monster te nemen, noch dat er een dwingende reden is om 12-24 uur te wachten.

Het staat waterbedrijven vanuit oogpunt van detectiekans van een verontreiniging dus vrij om zelf te bepalen hoe snel zij een monster willen nemen na werkzaamheden. In bepaalde omstandigheden zal dat snel zijn, en onder andere omstandigheden pas de volgende dag. De voorkeur zal bij veel bedrijven nu nog liggen bij het monster de volgende dag, omdat dit de minste aanpassing vergt van de huidige protocollen. Met de introductie van RT-PCR voor *E. coli* en *enterococci* kan de voorkeur verschuiven naar een eerder moment van monsternamen.

Het onderzoek heeft aangetoond dat de pakkans bij één monster klein is, circa 25%. Door op twee momenten een monster te nemen wordt de pakkans bijna verdubbeld. Daarnaast krijgt men met twee monsters inzicht in de pakkans, wat bij één monster niet mogelijk is. Hoewel de hygiëncode slechts één monster voorschrijft, kan een drinkwaterbedrijf er voor kiezen om meerdere monsters te nemen en daarmee zowel de veiligheid als de zekerheid daarvan te vergroten.

5.3 Aanbevelingen

Uit de workshop is gebleken dat de optimale invulling van waterkwaliteitsbeoordeling van veel factoren afhankelijk is. De aanbeveling is om in de hygiënecode de norm van 12-24 uur aan te passen naar 1-24 uur. Dit biedt de drinkwaterbedrijven flexibiliteit om voor verschillende situaties het optimale monstermoment te kiezen. Deze afweging kan veranderen wanneer ook de snelle RT-PCR methode voor enterococcen is geïmplementeerd en geaccepteerd. Op dat moment wordt de analysetijd gereduceerd van 48 naar 4 uur.

Daarnaast wordt aanbevolen om binnen het BTO thema verder onderzoek te doen naar de vragen die bij de drinkwaterbedrijven leven rond dit onderwerp, zoals de meerwaarde van het nemen van meerdere monsters, de pakkans, het optimale analysevolume, het bijbehorende gezondheidsrisico, het beoordelen op concentratie in plaats van aan- of afwezigheid en snelle methoden die in het veld kunnen worden toegepast.

6 Referenties

Blokker, E. J. M., Moerman, A. en Smeets, P. W. M. H. (2016). "QMRA van het distributienet." *BTO 2016.017*, KWR, Nieuwegein.

Blokker, E. J. M., Smeets, P. W. M. H. en Hessels, L. (2018). "Implementatie automatische snelle detectie van fecale verontreiniging in het distributienet." *BTO 2018.018*, KWR, Nieuwegein.

Blokker, M., Smeets, P. en Fujita, Y. (2017). "Implementatieplan snel meten na werkzaamheden." *BTO 2017.021*, KWR, Nieuwegein.

Meerkerk, M. A. (2016). "PCD 1-4 Hygienecode Drinkwater. Opslag, transport en distributie." *PCD 1-4 (2016)*, KWR, Nieuwegein

Smeets, P. W. M. H., Hootsmans, M. J. M., Heijnen, L. en Rosenthal, L. P. M. (2019a). "Evaluatie RT-PCR *E. coli* 2018." *BTO 2019.203(s)*, KWR, Nieuwegein.

Smeets, P. W. M. H., Hootsmans, M. J. M., Heijnen, L., Vissers, L., Atsma, A. en Rosenthal, L. P. M. (2019b). "Evaluatie RT-PCR *E. coli* 2018, Samenvatting ten behoeve van ILT." *BTO 2019.206(s)*, KWR, Nieuwegein.

van Bel, N., Hornstra, L. en Medema, G. (2016). "Slimmer Meten: effect van 12-24 uur wachttijd na spuien op microbiële verontreiniging in drinkwaterleidingen." *BTO 2016.047*, KWR, Nieuwegein.

I Bijlage - Slides workshop

30 september 2019

1

Snelle waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden in het distributienet

BTO Workshop 30 September 2019

KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

2

Agenda

Tijd	Wat	Wie
9.00	Ontvangst met koffie en thee	
9.30	Welkom	Agata Donocik
	Doel van de dag	Patrick Smeets
9.45	Presentatie resultaten van het onderzoek	Patrick Smeets
10.30	Presentatie ervaringen van bedrijven	Agata Donocik
11.00	Korte pauze	
11.30	Vragen en verduidelijking resultaten plenair	Patrick Smeets
12.15	Korte inleiding discussie in groepjes	Patrick Smeets
12.30	Lunch	
13.00	Start discussie in groepjes	
13.45	Terugkoppeling discussie (10 min per groepje)	1 persoon per groepje
14.35	Conclusie van de dag samenvatten	Patrick Smeets
14.55	Afronding	Agata Donocik
15.00	Einde	

KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

3

Agenda (aangepast)

Tijd	Wat	Wie
9.00	Ontvangst met koffie en thee	
9.30	Welkom	Agata Donocik
	Doel van de dag	Patrick Smeets
9.45	Presentatie resultaten van het onderzoek	Patrick Smeets
10.30	Vragen	
11.00	Korte pauze	
11.30	Presentatie ervaringen van bedrijven	Agata Donocik
12.00	Inleiding discussie in groepjes	Patrick Smeets
12.30	Lunch	
13.00	Start discussie in groepjes	
13.45	Terugkoppeling discussie (10 min per groepje)	1 persoon per groepje
14.35	Conclusie van de dag samenvatten	Patrick Smeets
14.55	Afronding	Agata Donocik
15.00	Einde	

30 september 2019

4

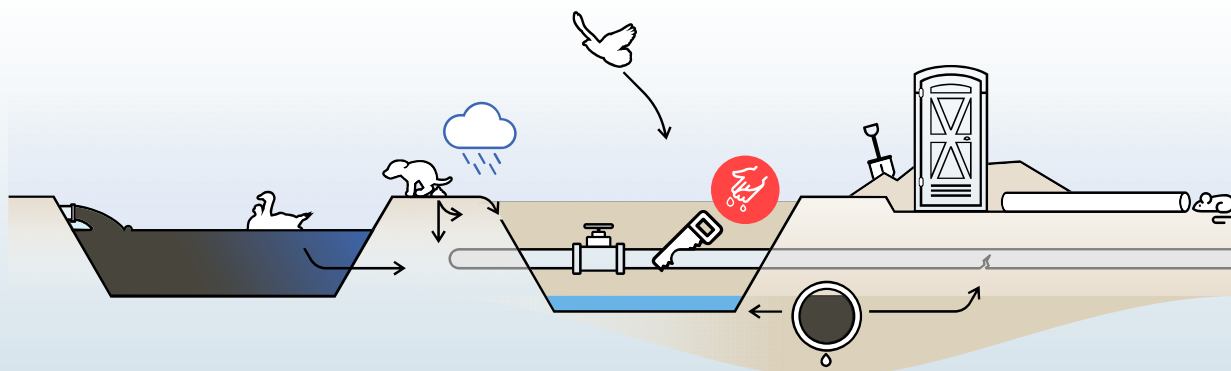
Doel van vandaag

- Kennis delen: BTO resultaten dieper en breder verspreiden binnen drinkwaterbedrijven
- Feedback: wat vinden bedrijven van de resultaten? Duidelijk?
- Implementatie: zijn resultaten aanleiding voor verandering in de praktijk
- Vervolg: hoe dan?

30 september 2019

5

Werkzaamheden: drinkwater is kwetsbaar



KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

6

Procedure werkzaamheden

Inblokken werk (drukloos=risico)

Graven en leegpompen

Schoon werken (hygiëncode)

Eenzijdige toevoer en spuien

Monsternamen na 12-24 uur (eventueel 2^e monster 24 uur later)

Analyseresultaten

E. coli **E. Coli + enterococci 4 h** ml – afkeuring (kookadvies?)
bacteriën van de coligroep (24 h) >0/100 ml of koloniegetal (5 d) >1000/ml – 'afwijkend'

Vrijgave leiding, alle afsluiters open, opheffen kookadvies

Werk kan dicht, bestraten, volgende deel vervangen

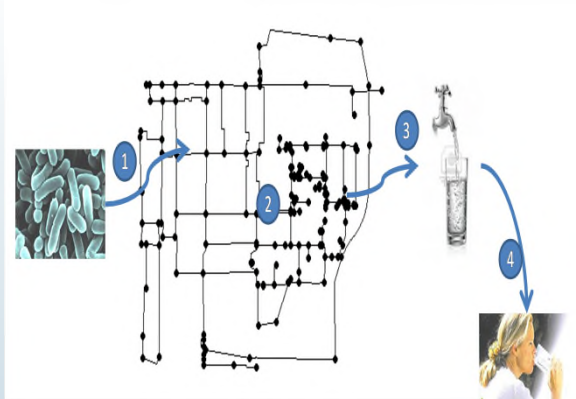
KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

7

BTO onderzoeken

QMRA-MODEL:
SNELLER METEN HOGERE PAKKANS



EXPERIMENT SPUEN: 1 OF 24 UUR WACHTEN MAAKT
GEEN VERSCHIL



KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

8

Bedrijfsonderzoek snel meten na werkzaamheden

- Komt praktijk overeen met theorie en proefopstelling?
- Wat zijn de praktische implicaties van sneller meten?
- Een jaar lang zowel na 1-4 uur als 12-24 uur na spuien meten

brabantWater

water**net**

vides
waterbedrijf

wml
Limburgs drinkwater

Waterbedrijf
Groningen

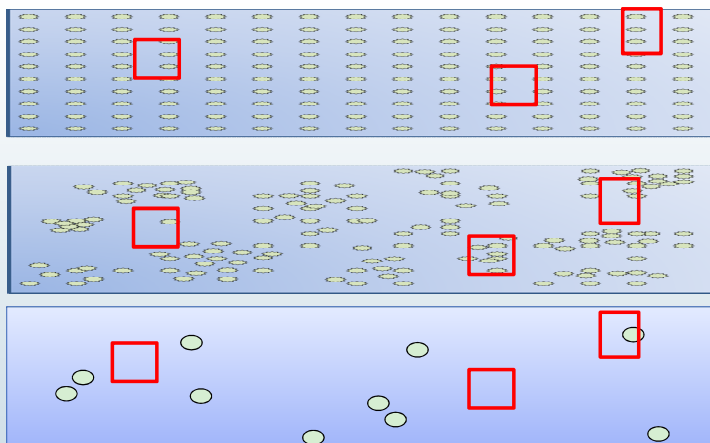
WMD
water

KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

9

Pakkans verontreiniging

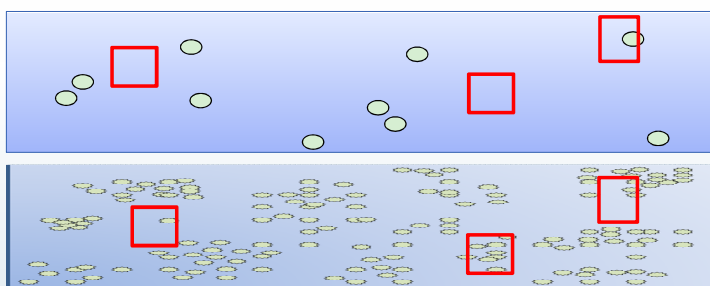


KWR Watercycle Research Institute

30 september 2019

10

Theoretische kans dat twee monsters overeen komen



Concentratie (#/100ml)	kans op positief monster	NO -/-	PO +/+	NA -/+	PA +/-
0.1	10%	82%	1%	9%	9%
0.5	39%	37%	15%	24%	24%
1	63%	14%	40%	23%	23%
2	86%	2%	75%	12%	12%
5	99%	0%	99%	1%	1%

KWR Watercycle Research Institute

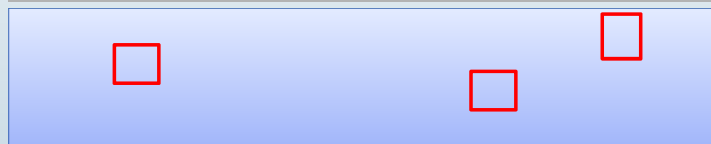
30 september 2019

11

Resultaten alle bedrijven samengevoegd

Tabel 1 Resultaten van alle bedrijven

	Bacteriën van de coligroep	E. coli	Enterococcen	Intestinale enterococcen
-/-	6626	6775	6747	6509
-/+	49	7	16	7
+/-	60	9	23	9
+/+	9	2	2	0



30 september 2019

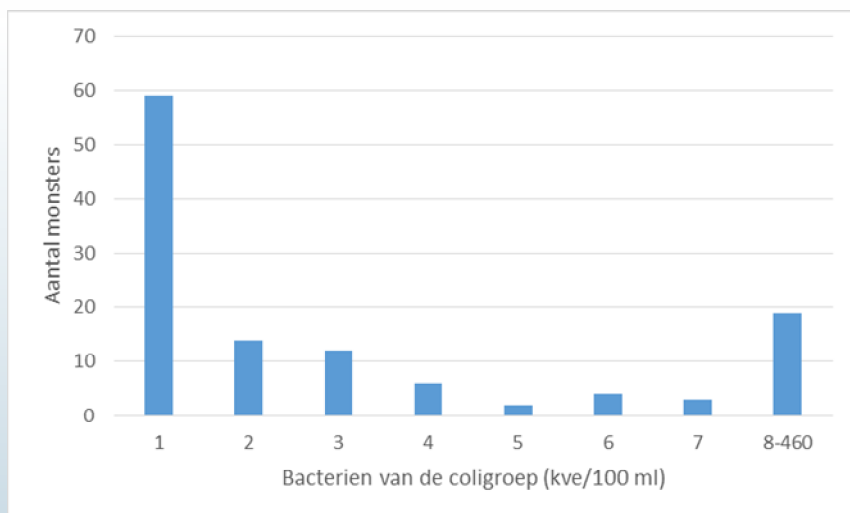
12

		Bacteriën van de coligroep (kve/100 ml)	Escherichia coli (kve/100 ml)	Enterokokken spp (kve/100 ml)	Intestinale enterokokken (kve/100 ml)
Brabant Water	-/-	469	476	476	476
	-/+	3	1	1	1
	+/-	5	0	0	0
	+/+	0	0	0	0
Evides	-/-	5956	6042	6012	6033
	-/+	42	4	12	6
	+/-	47	7	22	9
	+/+	9	2	2	0
Waternet	-/-	46		46	
	-/+	1		3	
	+/-	1		1	
	+/+	0		0	
WMD en WBG	-/-	201	211	213	
	-/+	4	1	0	
	+/-	8	1	0	
	+/+	0	0	0	

30 september 2019

13

Meestal lage concentraties

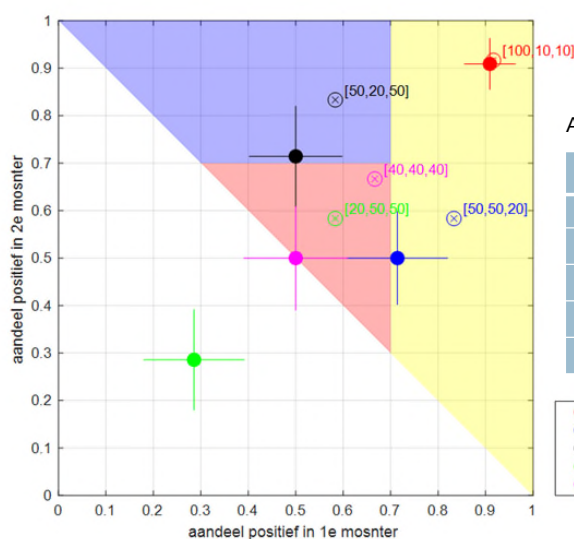


KWR Watercycle Research Institute

Wat is de pakkans? Zijn resultaten significant verschillend?

30 september 2019

14



VOORBEELDEN

Aantal positief in beide, 1^e of 2^e monster (open symbolen)

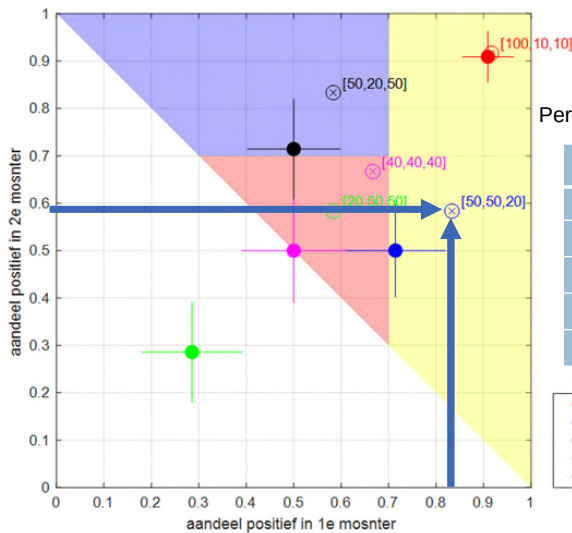
	+/+	+/-	-/+	-/-
Rood	100	10	10	?
Blauw	50	50	20	?
Zwart	50	20	50	?
Groen	20	50	50	?
Magenta	40	40	40	?

KWR Watercycle Research Institute

Wat is de pakkans? Zijn resultaten significant verschillend?

30 september 2019

15



VOORBEELDEN

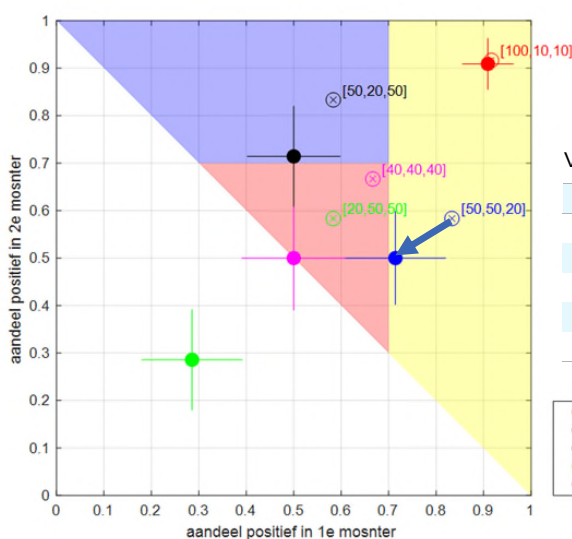
Percentage positief 1^e en 2^e monster van het totale aantal POSITIEVE monsters

	+/+	+/-	-/+	1e	2e
Rood	83,3%	8,3%	8,3%	0,92	0,92
Blauw	41,6%	41,6%	16,7%	0,83	0,58
Zwart	41,6%	16,7%	41,6%	0,58	0,83
Groen	16,7%	41,6%	41,6%	0,58	0,58
Magenta	33,3%	33,3%	33,3%	0,67	0,67

Wat is de pakkans? Zijn resultaten significant verschillend?

30 september 2019

16



VOORBEELDEN

Voorspelling kans op een positief monster bij verontreinigde leiding

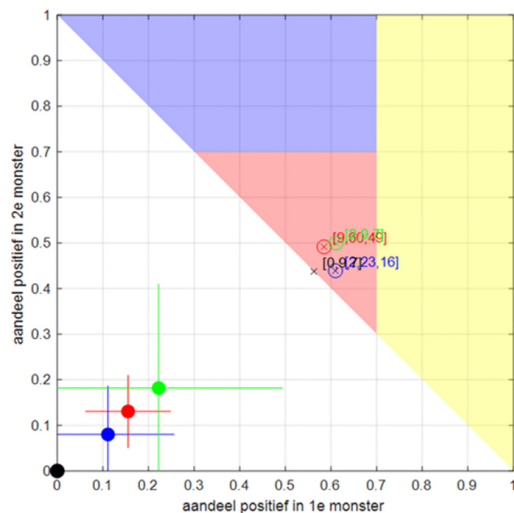
	% 1 ^e monster	% 2 ^e monster	% bij 2 monsters
Rood	90	90	99
Blauw	70	50	85 (1-0.3*0.5)
zwart	50	70	85
Groen	30	30	50
Magenta	50	50	75

Ook kans op +/- bij verontreiniging,
maar die herken je niet tussen alle 'schone' leidingen

30 september 2019

17

Niet significant verschillend Pakkans laag (omdat concentratie <1 kve/100 ml is)



RESULTATEN

Tabel 1 Resultaten van alle bedrijven

	Bacteriën van de coligroep	E. coli	Enterococci	Intestinale enterococci
-/-	6626	6775	6747	6509
-/+	49	7	16	7
+/-	60	9	23	9
+/+	9	2	2	0

30 september 2019

18

Voorspelling bij praktijkopties

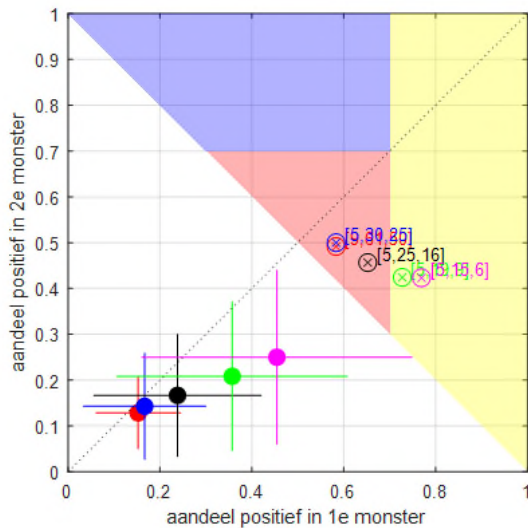
Tabel 1 Percentages kansen positieve eerste, tweede of allebei de monsters.

	% eerste monster	% tweede monster	% bij twee monsters
Bacteriën van de coligroep	15	13	26
Enterococci	11	8	18
Intest. Enterococci	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
E. coli	22	18	36

30 september 2019

19

Sterke verontreiniging: > 4 kve/100ml

Aantal positief in beide, 1^e of 2^e monster (open symbolen)

	+/+	+/-	-/+	-/- geschat
Coligroep >0	9	61	50	339
Coligroep >4	5	15	6	18

Voorspelling percentage positief 1^e of 2^e monster

	% 1 ^e	% 2 ^e	% 1 ^e +2 ^e
Coligroep >0	15	13	26
Coligroep >4	45	25	59

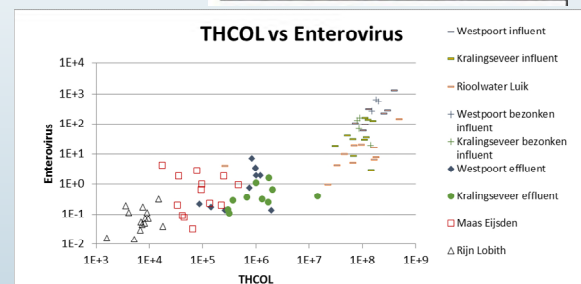
30 september 2019

20

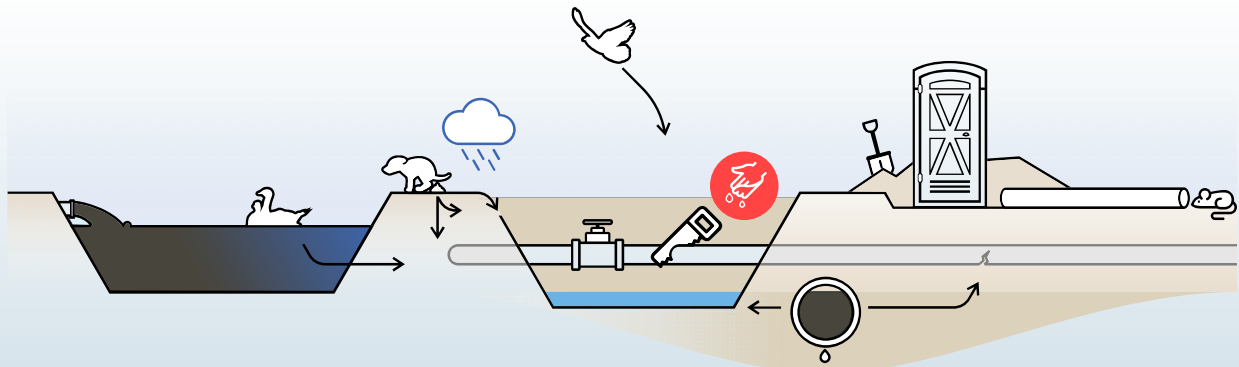
Infectierisico van 1 E. coli in drinkwater

Een *E. coli* in drinkwater door rioolwater, dagrisico

- Waterkwaliteitscontrole drinkwater: 1 E. coli in 100 ml aangetroffen
- Waarschijnlijke verontreinigingsbron: rioolwater
- Concentratie virussen: 10^{-6} pve/100ml = 10^{-5} pve/l
- Consumptie drinkwater: 0,28 l/d
- Dosis virussen: $2,8 \cdot 10^{-4}$ pve/d (2 à 3 personen/10.000 1 virus)
- Infectiekans 1 virus = 38%
- Dagrisico: $0,38 \cdot 2,8 \cdot 10^{-4} = 10^{-4}$ (1 op 10.000)
- 1 dag per jaar 'acceptabel'
- MAAR als het een andere verontreinigingsbron is kan het risico veel hoger of lager zijn



Infectierisico is afhankelijk van verontreinigingsbron



Conclusies

- Resultaten vooral gebaseerd op bacteriën van de coligroep
- Sneller monster nemen leidt niet tot significant meer positieve monsters
- Aantal afkeuringen vrijwel gelijk bij 1-4 of 12-24 uur wachten
- Maar wel andere locaties: waarschijnlijk toevalstreffers bij gemiddelde van <1 kve/100ml in leiding
- De pakkans lijkt bij ernstige verontreinigingen wel groter in het eerste monster
- Gezondheidsrisico bij 1 *E. coli* kan laag zijn, maar dat is volledig afhankelijk van verontreinigingsbron
- Waterkwaliteitscontrole is onderdeel van totale pakket hygiënisch werken, een check maar geen garantie

Middag groepsdiscussies: wat betekent deze kennis voor de drinkwaterbedrijven?

VRAGEN?



BTO Bedrijfsonderzoek 2018-2019
Snel meten werkzaamheden

**Praktijkervaringen Brabant Water,
 Waternet, WMD en WBG.**

Agata Donocik
 senior Adviseur Waterkwaliteit

23

30 september 2019
24

Agenda

Tijd	Wat	Wie
9.00	Ontvangst met koffie en thee	
9.30	Welkom	Agata Donocik
	Doel van de dag	Patrick Smeets
9.45	Presentatie resultaten van het onderzoek	Patrick Smeets
10.30	Presentatie ervaringen van bedrijven	Agata Donocik
11.00	Korte pauze	
11.30	Vragen en verduidelijking resultaten plenair	Patrick Smeets
12.15	Korte inleiding discussie in groepjes	Patrick Smeets
12.30	Lunch	
13.00	Start discussie in groepjes	
13.45	Terugkoppeling discussie (10 min per groepje)	1 persoon per groepje
14.35	Conclusie van de dag samenvatten	Patrick Smeets
14.55	Afronding	Agata Donocik
15.00	Einde	


Watercycle Research Institute

30 september 2019

25

Agenda (aangepast)

Tijd	Wat	Wie
9.00	Ontvangst met koffie en thee	
9.30	Welkom	Agata Donocik
	Doel van de dag	Patrick Smeets
9.45	Presentatie resultaten van het onderzoek	Patrick Smeets
10.30	Vragen	
11.00	Korte pauze	
11.30	Presentatie ervaringen van bedrijven	Agata Donocik
12.00	Inleiding discussie in groepjes	Patrick Smeets
12.30	Lunch	
13.00	Start discussie in groepjes	
13.45	Terugkoppeling discussie (10 min per groepje)	1 persoon per groepje
14.35	Conclusie van de dag samenvatten	Patrick Smeets
14.55	Afronding	Agata Donocik
15.00	Einde	

30 september 2019

26

Team 1	Team 2	Team 3
Jos van de Graaf (Brabant Water)	Ton Smeekens (Brabant Water)	Muhsin Gölay (Brabant Water)
Frans Van der Graaf (Brabant Water)	Desiree van de Loo (Brabant Water)	Bert van Altena (Dunea)
Remco Vos (Evides)	Marjolein Peters (Evides)	Maarten Lut (Oasen)
Eefko Aukes (WBG)	Michel Bos (WML)	Rob Van Ewijk (Waternet)
Gerard de Kock (Aqualab Zuid)	Marco Dignum (Waternet)	Liesbeth Visser (Aqualab Zuid)
Marcel Kuyltjes (WML)	Carla Melessen (WBG)	Melinda Godee (Brabant Water)

Team 4	Team 5
Toon Schellekens (Brabant Water)	Gerrit Cardol (Brabant Water)
Frank van Enckelvort (WML)	Agata Donocik (Brabant Water)
Eric Penders (HWL)	Lydia Stalmans (WML)
Mirjam Blokker (KWR)	Gerhard Wubbels (WLN)
Geo Bakker (Vitens NV)	Ronald Maters (Waternet)

Discussies in groepen

Groepsdiscussies (45 min)

- 5 groepen
- 5 onderwerpen
- Elke groep krijgt 1 onderwerp waarover die groep terug rapporteert
- Maar elke groep bespreekt ook de andere onderwerpen

Plenaire discussie

- 1 persoon per groep rapporteert bevindingen van het groepje
- Iedereen mag daarop (persoonlijk) reageren
- 10 min per onderwerp

Groep 1 Waterkwaliteit/veiligheid

Voorbeelden ter discussie:

- Is de huidige lage pakkans acceptabel?
- Is dit een adequate beoordeling van schoon werken?
- Verandert deze discussie wanneer RT-PCR E. coli en enterococci beschikbaar is?

30 september 2019

29

Groep 2 Klant

Voorbeelden ter discussie:

- Kortere onderbreking van waterlevering (OLM)
- Preventief/correctief kookadvies
- Communicatie
- Verandert deze discussie wanneer RT-PCR E. coli en enterococci beschikbaar is?

30 september 2019

30

Groep 3 Kosten

Voorbeelden ter discussie:

- Kosten analyses lab (eigen monsternemer of extern)
- Totale kosten van het werk (eigen aannemer of extern)
- Benodigde extra capaciteit is duurder?
- Verandert deze discussie wanneer RT-PCR E. coli en enterococci beschikbaar is?

30 september 2019

31

Groep 4 Planning

Voorbeelden ter discussie:

- Planning van monsternamen en laboratorium
- Planning van het werk (invloed eigen aannemer of extern?)
- Extra capaciteit nodig voor snelle uitvoering?
- Verandert deze discussie wanneer RT-PCR E. coli en enterococci beschikbaar is?

30 september 2019

32

Groep 5 Implementatie

Voorbeelden ter discussie:

- Wat willen we in de Hygiëncode opnemen?
- Welke aanpak past binnen cultuur bedrijf?
- Hoe ziet het verandertraject er uit?
- Welke impact heeft verandering op verschillende afdelingen?
- Verandert deze discussie wanneer RT-PCR E. coli en enterococci beschikbaar is?

30 september 2019

33

Team 1	Team 2	Team 3
Jos van de Graaf (Brabant Water)	Ton Smeekens (Brabant Water)	Muhsin Gölay (Brabant Water)
Frans Van der Graaf (Brabant Water)	Desiree van de Loo (Brabant Water)	Bert van Altena (Dunea)
Remco Vos (Evides)	Marjolein Peters (Evides)	Maarten Lut (Oasen)
Eefko Aukes (WBG)	Michel Bos (WML)	Rob Van Ewijk (Waternet)
Gerard de Kock (Aqualab Zuid)	Marco Dignum (Waternet)	Liesbeth Visser (Aqualab Zuid)
Marcel Kuyltjes (WML)	Carla Melessen (WBG)	Melinda Godee (Brabant Water)

Team 4	Team 5
Toon Schellekens (Brabant Water)	Gerrit Cardol (Brabant Water)
Frank van Enckelvort (WML)	Agata Donocik (Brabant Water)
Eric Penders (HWL)	Lydia Stalmans (WML)
Mirjam Blokker (KWR)	Gerhard Wubbels (WLN)
Geo Bakker (Vitens NV)	Ronald Maters (Waternet)

34

Discussies in groepen

Groepsdiscussies (45 min)

- 5 groepen
- 5 onderwerpen
- Elke groep krijgt 1 onderwerp waarover die groep terug rapporteert
- Maar elke groep bespreekt ook de andere onderwerpen

Plenaire discussie

- 1 persoon per groep rapporteert bevindingen van het groepje
- Iedereen mag daarop (persoonlijk) reageren
- 10 min per onderwerp



Snelle bemonstering na werkzaamheden
Ervaringen uit de praktijk
Brabant Water, Waternet, WMD en WBG

Agata Donocik
senior adviseur Waterproductie



Voordelen snelle bemonstering (1-4 uur)



KLANT

- Positievare klantbeleving (geldt niet na zonsondergang)
- Kortere blootstelling verontreiniging
- Minder overlast

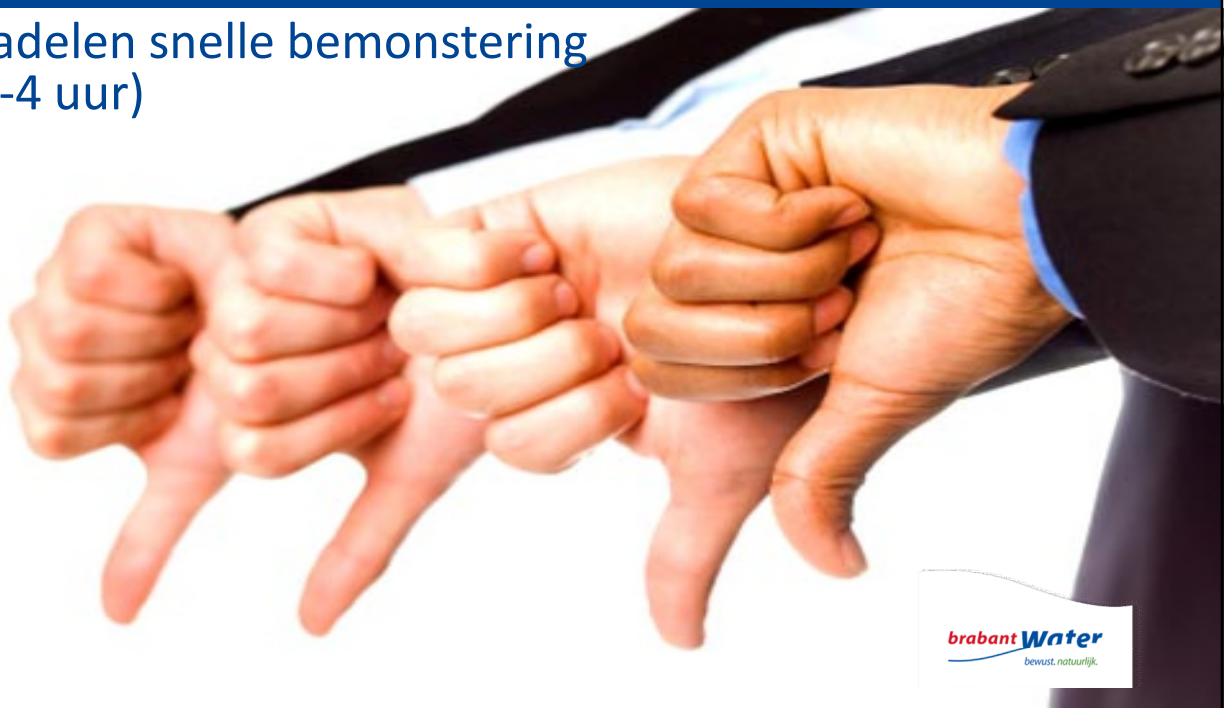


WERKZAAMHEDEN

- Snellere hervatting van werkzaamheden
- Snellere corrigerende acties (spuien, chloren etc.)



Nadelen snelle bemonstering (1-4 uur)



MONSTERNEMING- planning

Lastiger om een snelle monster in te plannen

- Kleiner tijdvak voor planning
- Uitlopen van werkzaamheden
- Beperkte beschikbaarheid monsternemers
- Beperkte beschikbaarheid laboratorium
- Vaste koerierdiensten (Eindhoven 14.30, Breda 15.30)



MONSTERNEMING

Efficiëntie snelle bemonstering minder

- Bij meerdere werkzaamheden op dezelfde locatie
- Intensievere communicatie tussen coördinator monsternamen, monsternemer, aannemer en laboratorium en kans op miscommunicatie

= **Minder monsters genomen dan beoogd!**

Waterbedrijf	Gepland aantal monsters (1-4 uur)	Genomen aantal monsters (1-4 uur)
Brabant Water	1500	500
Waternet	160	50
WMD/WBG	600	200



STORINGSDIENST

Kans op extra belasting voor de storingsdienst

- Meer monsterneming buiten reguliere werktijden
- Meer werkzaamheden in het distributienet buiten reguliere werktijden n.a.v. positieve uitslag (bijv. in combinatie met PCR-analyse methoden)



KOSTEN

Meer kosten bij snelle bemonstering door:

- Meer monsterneming buiten reguliere werktijden
- Extra verlof monsternemer nadat gewerkt werd buiten werktijd



Conclusie

Er zijn zowel voordelen als nadelen van snellere bemonstering na werkzaamheden

Voordelen		Nadelen
Klant		Monsterneming (planning, efficiëntie)
Werkzaamheden in het distributienet		Storingsdienst



Beste huidige optie =>
flexibiliteit in bemonstering tussen 1 en 24 uur



DUBBELE BEMONSTERING: NA 1-4 UUR EN NA 12-24 UUR

Voordelen dubbele monstername	Nadelen dubbele monstername
Hogere betrouwbaarheid resultaten	Interpretaties moeilijker bij tegenstrijdige uitslagen 
Voordelen klant (kookadvies bij positieve uitslag 1^{ste} monster)	- LIMS is er niet op ingericht om extra monsters goed te kunnen registreren. - Verkrijgen rapportage beide monsters bewerkelijk (Waternet, WBG, WMD)
Snellere corrigerende acties in het distributienet	- Meer monsternemers nodig - Hogere kosten (monsters, personeel)





brabant Water
bewust. natuurlijk.

II Bijlage – Aantekeningen van de teamdiscussies

Team 1 Waterkwaliteit/veiligheid

Pakkans acceptabel?

- Meningen verschillen
 - o Vlaardingen: nee
 - o Wg vervaringen: ja
 - o Twijfels: meer onderzoek
 - Hoger risico, groter volume
 - Kleiner risico, kleiner volume
 - o Risicobenadering
 - o Waarom bemonsteren (überhaupt)?

Beoordeling schoon werken

- Mwah voor een klein deel
 - o Pakkans
 - o Andere omstandigheden
- Toezicht op hygiëne
- KIAD
- Transparant door uitvoering
 - o Wat als iets fout gaat → preventief K.A.
- Bij afkeur wel, goedkeur niet (zeker)

Verandert de discussie RT-PCR *E. coli*/enter?

- Nee, pakkans gelijk
- RT-PCR kweekbaar niet, PCR wel?

Team 2 Klant

OLM

- Geen invloed klant

Kookadvies (correctief)

- Dubbel bemonsteren geeft onduidelijkheid + meer belasting voor klant
- Bij +/- pas later kookadvies
- Correctief kookadvies is altijd te laat

Kookadvies kan sneller opgeheven

Snel meten geeft geen verlaging risico, dubbel meten wel

Communicatie lastiger

- Intern + klant
- Tijd voor afspraak bemonstering (met verbruik)

Met RT-PCR 's avonds uitslag

- Vooral bedrijfstechnisch voordeel

Team 3 Kosten door capaciteit

Analyses lab /monstername/planning

- Planning storing tot 22u >€
- Monstername 17 → lab 20/21 uur
- >€
 - o Late monstername
 - o Late labdienst → volgende nacht resultaat
 - o Beter waar mogelijk ochtend na monstername PCR

Totale kosten werk/aannemer/extern/eigen

- Voor aannemer geen € voordelen nieuwe leiding want aannemer heeft meerdere werken + storingen
 - o Als niet <€

- Is tijd geld? Externe partijen

Team 4 Planning

Stap	dag	nu	dag	Sneller meten
1 werkzaamheden	1	8.00-14.00		
2 monsternamen	2	8.00-12.00	1	13.00-16.00
3 inname bij lab (inzet vaste tijd stoof)	2	31.00-19.00/23.00	1	16.00-19.00/23.00
4 resultaten	3	11.00-15.00	2	11.00-15.00
5 vervolgaacties + herhaalmonster	3	12.00-17.00 12.00-17.00 + 1h	2	15.00-18.00
6 "calamiteiten-rooster" inzet bij lab	3	14.00-23.00		
7 resultaten	4			

- Roosters lab etc. bij alle waterbedrijven anders
- Snelle monsternamen vergt nieuwe afspraken
- Specifieke situaties: grote TL, verontreiniging mogelijk
 - o Grootschalige vervanging – wensen om sneller vrij te geven
- Flexibiliteit versus harmonisatie nationaal
- RT-PCR vooral van belang voor enterococci (48 h → 4 h)

Team 5 Implementatie

Hygiëncode

- Aanpassing is gewenst voor 1-24 uur (hygiëncode algemeen)
 - o Voor transparantie/ uniformiteit / wetgeving
- Datum revisie vervroegen

Bedrijfscultuur

- Hoe ga je draagvlak krijgen
 - o Lukt niet alleen met hygiëncode
- Business-case maken

Verandertraject

- Eerst alleen voor calamiteiten
- Het gaat makkelijker als RT-PCR voor enterococci er is
- Veel consequenties voor hele organisatie en lab
- Analysetijd van RT-PCR moet korter worden voor acceptatie

Impact op verschillende afdelingen

- Is groot

RT-PCR

- Het hele traject is nu te omslachtig
- PCR-methode in de bus van monsternemer

III Statistische onderbouwing

Calculation of probability of detection in 1st and 2nd measurement

Suppose that 'positive' is detected with a detection chance of π (fraction, between 0 and 1), and the positive response remains from the 1st to the 2nd measurement with a proportion of μ (fraction, between 0 and 1). The probability that the 1st measurement is positive can be written as π , and the probability that the 2st measurement is positive can be written as $\mu\pi$.

When the 'true' response is positive, the probabilities that both 1st and 2nd measurement are positive (p_{1-1}), only the 1st measurement is positive (p_{1-0}), only the 2nd measurement is positive (p_{0-1}), and none of them are positive (p_{0-0}) are written as:

$$\begin{aligned} p_{1-1} &= \pi \cdot \mu\pi \\ p_{1-0} &= \pi \cdot (1 - \mu\pi) \\ p_{0-1} &= (1 - \pi) \cdot \mu\pi \\ p_{0-0} &= (1 - \pi) \cdot (1 - \mu\pi) \end{aligned}$$

Because p_{0-0} is not detectable (as it cannot be distinguished from the cases where the true response is negative, which are the majority), I normalized p_{1-1} , p_{1-0} and p_{0-1} so that the sum of the three probabilities becomes 1:

$$\begin{aligned} np_{1-1} &= \frac{\pi \cdot \mu\pi}{\pi + \mu\pi - \mu\pi^2} \\ np_{1-0} &= \frac{\pi \cdot (1 - \mu\pi)}{\pi + \mu\pi - \mu\pi^2} \\ np_{0-1} &= \frac{(1 - \pi) \cdot \mu\pi}{\pi + \mu\pi - \mu\pi^2} \end{aligned}$$

With $\alpha = \mu\pi$, the probabilities can also be written as follows:

$$\begin{aligned} np_{1-1} &= \frac{\pi \cdot \alpha}{\pi + \alpha - \pi\alpha} \\ np_{1-0} &= \frac{\pi \cdot (1 - \alpha)}{\pi + \alpha - \pi\alpha} \\ np_{0-1} &= \frac{(1 - \pi) \cdot \alpha}{\pi + \alpha - \pi\alpha} \end{aligned}$$

Assuming that the observed count data of each combination (i.e. N_{1-1} , N_{1-0} , N_{0-1}) follows trinomial distribution, the likelihood function is written as:

$$L(\pi, \alpha | N_{1-1}, N_{1-0}, N_{0-1}) = np_{1-1}^{N_{1-1}} \cdot np_{1-0}^{N_{1-0}} \cdot np_{0-1}^{N_{0-1}} \cdot n \cdot \frac{(N_{1-1} + N_{1-0} + N_{0-1})!}{N_{1-1}! N_{1-0}! N_{0-1}!}$$

The maximum likelihood estimators of π and α can be obtained by solving the followings:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \pi} \ln L &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial \alpha} \ln L &= 0 \end{aligned}$$

This gives:

$$\pi_{MLE} = \frac{N_{1-1}}{N_{0-1} + N_{1-1}}$$

$$\alpha_{MLE} = \frac{N_{1-1}}{N_{1-0} + N_{1-1}}$$

This leads to:

$$\mu_{MLE} = \frac{N_{0-1} + N_{1-1}}{N_{1-0} + N_{1-1}}$$

Calculation of errors

To compute variance of the estimators, I first made Fisher Information matrix $I(\pi, \alpha)$:

$$I(\pi, \alpha) = \begin{pmatrix} I_{11} & I_{12} \\ I_{21} & I_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{\partial^2}{\partial \pi^2} \ln L(\pi, \alpha | N_{1-1}, N_{1-0}, N_{0-1}) & -\frac{\partial^2}{\partial \pi \partial \alpha} \ln L(\pi, \alpha | N_{1-1}, N_{1-0}, N_{0-1}) \\ -\frac{\partial^2}{\partial \pi \partial \alpha} \ln L(\pi, \alpha | N_{1-1}, N_{1-0}, N_{0-1}) & -\frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} \ln L(\pi, \alpha | N_{1-1}, N_{1-0}, N_{0-1}) \end{pmatrix}$$

The standard deviation of π and α can be obtained from the inverse of the Fisher information matrix as:

$$\sigma_\pi = \sqrt{(I^{-1})_{11}} = \frac{N_{0-1} \cdot N_{1-1}}{(N_{0-1} + N_{1-1})^{\frac{3}{2}}}$$

$$\sigma_\alpha = \sqrt{(I^{-1})_{22}} = \frac{N_{1-0} \cdot N_{1-1}}{(N_{0-1} + N_{1-1})^{\frac{3}{2}}}$$

Identically, the standard deviation of μ can be obtained by solving the likelihood function without substituting π with α :

$$\sigma_\mu = \frac{(N_{0-1} + N_{1-0}) \cdot (N_{0-1} + N_{1-1})}{(N_{0-1} + N_{1-1})^{\frac{3}{2}}}$$

95% confidence interval of π , α , and μ can be calculated as:

$$(\pi_{MLE} - 1.96 \cdot \sigma_\pi, \pi_{MLE} + 1.96 \cdot \sigma_\pi)$$

$$(\alpha_{MLE} - 1.96 \cdot \sigma_\alpha, \alpha_{MLE} + 1.96 \cdot \sigma_\alpha)$$

$$(\mu_{MLE} - 1.96 \cdot \sigma_\mu, \mu_{MLE} + 1.96 \cdot \sigma_\mu)$$

Thus, if there is any target for the magnitude of the error (e.g. 95% CI), appropriate sample size can be quantified using these equations.