



Beëindiging veiligheids- desinfectie op pompstation Mensink?

WIM HOOGENBOEZEM, PWN WATERLEIDINGBEDRIJF NOORD-HOLLAND

FRANK DONKER, PWN WATERLEIDINGBEDRIJF NOORD-HOLLAND

ED GIJSSELS, PWN WATERLEIDINGBEDRIJF NOORD-HOLLAND

SANDRA STRATING, PWN WATERLEIDINGBEDRIJF NOORD-HOLLAND

PWN past op een aantal productielocaties een veiligheidsdesinfectie toe op het afgeleverde water. Bij voldoende verwijderingscapaciteit van het zuiveringsproces is het echter beter deze extra desinfectie achterwege te laten. De belangrijkste reden hiervoor is dat bij het toepassen van veiligheidsdesinfectie een eventuele fecale besmetting van het geproduceerde water onopgemerkt kan blijven. De indicatorbacteriën die zo'n besmetting begeleiden, worden immers geïnactiveerd, waardoor het water ten onrechte als betrouwbaar zou kunnen worden beoordeeld. Om te bepalen of productie zonder veiligheidsdesinfectie niet tot ongewenste verhoging van het aantal microbiologische overschrijdingen leidt, is op enkele plaatsen in het productieproces en in het distributiegebied microbiologisch onderzoek in grote volumina (100 liter) uitgevoerd.

PWN infiltreert voorgezuiverd oppervlaktewater in de duingebieden bij Heemskerk en Castricum om de microbiologische betrouwbaarheid van het te produceren drinkwater zeker te stellen. Als de passageafstand door het duinzand voldoende groot is, worden eventueel aanwezige pathogene micro-organismen effectief geëlimineerd¹. Een tweede, recent in gebruik genomen, zuiveringsstap is membraanfiltratie waarbij niet alleen een ongewenste hoeveelheid zouten uit het water wordt verwijderd maar ook eventueel aanwezige ziekteverwekkende micro-organismen. Beide barrières worden bij PWN gebruikt voor de productie van drinkwater. Het water krijgt voor het verlaten van het pompstation een desinfectiebehandeling met een lage concentratie chloordioxide (0,1 mg/l).

Als de verwijdering van micro-organismen voldoende gewaarborgd is en er geen besmetting en nagroei plaatsvindt, zou een dergelijke veiligheidsdesinfectie niet noodzakelijk zijn.

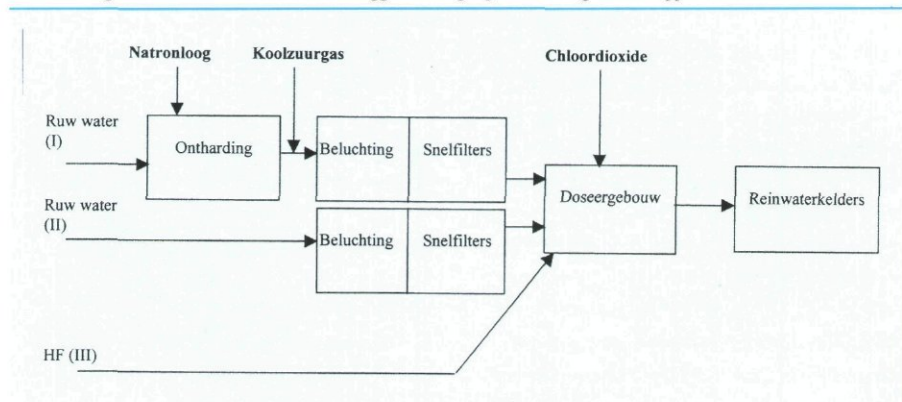
Doel van het onderzoek

Het doel van deze inventarisatie is na te gaan of het op pompstation Mensink mogelijk is drinkwater te produceren zonder veiligheidsdesinfectie, waarbij er geen achteruitgang van

de microbiologische kwaliteit mag plaatsvinden. Omdat de barrières voor micro-organismen voldoende hoog worden geacht, blijven de volgende vragen over:

- Wat is de huidige achtergrondtoestand van bacteriën van de coligroep in de verschillende watersoorten?
- Treedt in het traject van terugwinning en zuivering geen besmetting op?

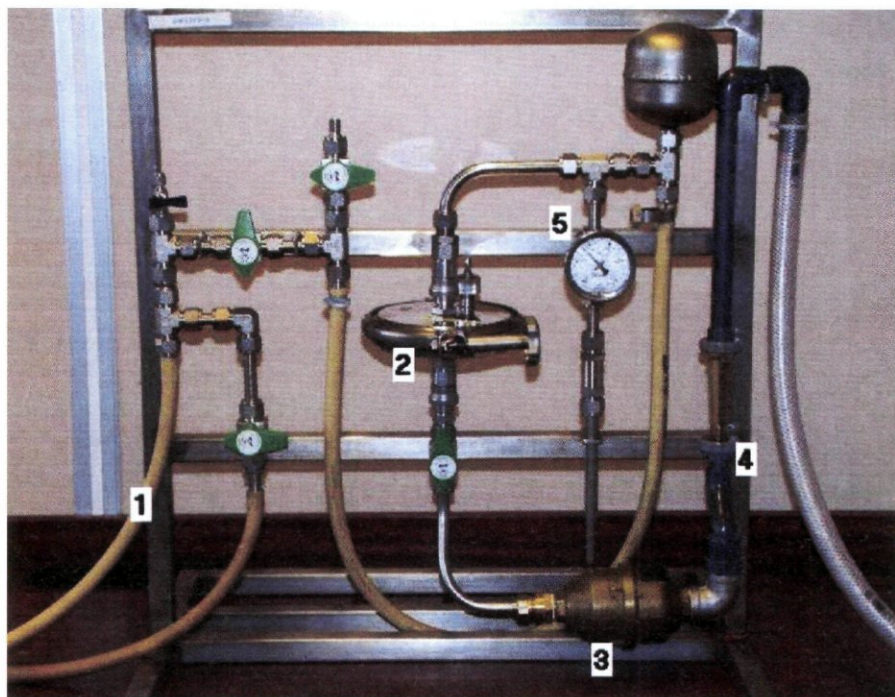
Afb. 1: Pompstation Mensink schematisch weergegeven. Drie verschillende processtraten, waarvan de bovenste ontharding, pH-correctie, beluchting en snelfiltratie omvat (I). De middelste (II) bevat uitsluitend beluchting en snelfiltratie en de onderste straat (III) levert het hyperfiltraat. Alle drie monden uit in het doseergebouw alwaar het gemengde product met behulp van chloordioxide wordt gedesinfecteerd. Hierna wordt het opgeslagen en gedistribueerd. Ruw water is het teruggewonnen geïnfilterd voorgezuiverd oppervlaktewater.



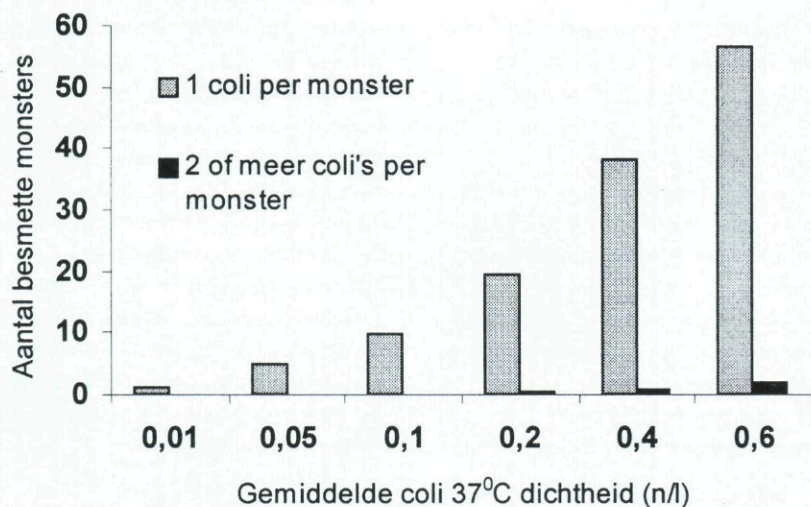
- Zijn er nagroeibevorderende omstandigheden in de win- en productiemiddelen, die een ongewenste verhoging van de coli 37°C dichtheid zouden kunnen veroorzaken?

Indicatorbacteriën

Drinkwater dat besmet is met bacteriën van de coligroep (37°C en 44°C) en fecale streptococci kan ook via ontlasting overdraagbare ziektekiemen bevatten en wordt daarom ongeschikt geacht voor menselijke consumptie. De Waterleidingwet (1984) en het ontwerp van de nieuwe Waterleidingwet geven aan dat deze indicatorbacteriën niet in drinkwater aanwezig mogen zijn. De dichtheid dient kleiner te zijn dan één per 300 ml (minder dan 3,3 per liter) in het geproduceerde water en kleiner dan één per 100 ml (minder dan 10 per liter) in het voorzieningsgebied. Het is bekend dat een aantal bacteriën van de coligroep (37°C) in staat is op allerlei plaatsen in het milieu te groeien; de aanwezigheid wijst dus niet noodzakelijk op een fecale besmetting. Aanwezigheid van coli 37°C en gelijktijdige afwezigheid van coli 44°C en fecale streptococci in een drinkwatermonster wijst daarom meer op een technisch dan op een gezondheidskundig probleem². Door het toepassen van een veiligheidsdesinfectie zullen eventueel aanwezige indicatorbacteriën zeker geïnactiveerd worden, waardoor een eventuele echte fecale besmetting van het water in de winmiddelen of in het pompstation onopgemerkt zou kunnen blijven. De relatief lage concentratie chloordioxide garandeert echter niet dat eventueel aanwezige meer persistente pathogenen (virussen/parasitaire protozoa) voldoende geëlimineerd worden. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de signaalfunctie van indicatorbacteriën, juist zonder toepassing van veiligheidsdesinfectie beter kan worden benut.



Mobiele opstelling voor het bemonsteren van grote volumes. Het te bemonsteren water komt via de linker slang (1) binnen. Vervolgens wordt het water door het membraanfilter in de houder (2) geleid. Voordat het water wegstroomt, wordt de hoeveelheid en de volume stroom bepaald met behulp van een watermeter (3) en een flow-meter (4). De manometer (5) wordt gebruikt om het eventueel dichtslibben van het filter tijdig te signaleren.



Afb. 2: Het verwacht aantal drinkwatermonsters met één of meer coli 37°C bacteriën per 100 ml, berekend voor een serie van 1000 monsters bij verschillende (constante) achtergrond dichtheden.

Achtergrond dichtheid van coli 37°C

Als men aanneemt dat het geproduceerde water een zeer lage coli 37°C dichtheid heeft, is het verklaarbaar dat grote series drinkwatermonsters altijd wel enkele monsters met één of twee coli 37°C bacteriën bevatten. Dit zijn situaties waarbij herhalingsonderzoeken meestal geen besmettingen meer laten zien. De meeste grote monsterseries bevatten wel enkele van dergelijke monsters, die waarschijnlijk veroorzaakt worden door een dergelijke toevalsverdeling. Bij een theoretische dichtheid van 0,07 coli 37°C per liter kan men in een serie van 1000 monsters van 100 ml op grond van de Poisson-

verdeling zeven monsters met coli 37°C verwachten (99% interval: twee tot 17 monsters positief). Het is duidelijk dat men met de gebruikelijke 100 of 300 ml monsters geen inzicht kan verkrijgen in de eventuele achtergrond dichtheid van colibacteriën in het water. De verwachting is dat men wel een betrouwbare schatting kan geven op grond van onderzoek in grootvolumemonsters (50 tot 100 liter).

Onderzoek in grote volumes

Bij het grootvolumeonderzoek wordt een bepaald volume water, meestal 100 liter, via een speciaal toestel (zie foto) over een filter

(diameter 142 mm; poriëgrootte 0,45 µm) en een watermeter geleid³⁾. Na filtratie wordt het filter op een voedingsmedium geplaatst en geïncubeerd. Hiermee kan de feitelijke coli 37°C dichtheid nauwkeuriger worden benaderd, omdat in een groot volume ook bij een lage dichtheid altijd wel een aantal bacteriën kan worden waargenomen. Een op die manier verkregen getal is natuurlijk een momentopname en heeft vooral waarde als de coli 37°C dichtheid van het onderzochte water weinig fluctueert. Het is duidelijk dat men pas tot het uitschakelen van de chloordioxide veiligheidsdesinfectie zal overgaan als zeker is dat het aantal coli 37°C normoverschrijdingen daarvoor niet zal toenemen.

Minimale aantal positieve monsters

Als men de gemiddelde coli 37°C dichtheid van het uitgaande water met grootvolumeonderzoek heeft bepaald, kan het verwachte aantal overschrijdingen, veroorzaakt door de achtergrond dichtheid in het voorzieningsgebied, worden berekend. Gebruik makend van de Poisson-verdeling is het aantal monsters met 0, 1, 2 of meer coli 37°C bacteriën te berekenen. Als bijvoorbeeld wordt uitgegaan van 1000 monsters van 100 ml kan men het aantal monsters met coli 37°C rekenen bij verschillende achtergrond dichtheden (afbeelding 2). Hierbij valt op dat monsters met twee of meer coli's alleen verwacht worden bij hogere achtergrond dichtheden. Het werkelijke aantal overschrijdingen kan overigens hoger liggen, bijvoorbeeld doordat tijdens werkzaamheden coli's in het leidingnet terecht zijn gekomen of omdat tijdens bemonstering besmetting van een monster optreedt. Ook kan het aantal coli 37°C bacteriën in de leidingen van het distributiegebied door nagroei toenemen. Le Chevalier e.a. concludeerden na eigen onderzoek dat nagroei van coli 37°C in Amerikaanse drinkwaterleidingen vooral in de warmere periode van het jaar voorkomt⁴⁾.

Onderzoek en resultaten

In eerste instantie is getracht achtergrond dichtheden vast te stellen door analyse van de bestaande gegevens. In dezelfde gebieden is in de onderzoeksperiode ook onderzoek uitgevoerd in grote volumes (tabel 1). Vergelijking van de resultaten van het grootvolumeonderzoek met die verkregen van de routinemonsters laat zien dat grootvolumeonderzoek een duidelijk gedetailleerder beeld geeft.

Resultaten voorzieningsgebied 1990-1999

In de periode 1990-1999 werden in het voorzieningsgebied, waar het water uitsluitend door pompstation Mensink werd geleverd, 1123 (100 ml) monsters onderzocht op aanwezigheid van coli-bacteriën. In twaalf van

die monsters werd een klein aantal (één tot vier) coli 37°C waargenomen. De resultaten van enkele metingen met hogere coli 37°C aantallen (meer dan tien per 100 ml) zijn buiten beschouwing gelaten; dergelijke dichtheden zijn vrijwel zeker toe te schrijven aan bemonsteringsfouten. De kans dat dergelijke hoge waarden worden veroorzaakt door een zeer lage achtergrondichtheid is statistisch zeer onwaarschijnlijk. De benadering van de gemiddelde coli 37°C dichtheid in het voorzieningsgebied, gebaseerd op de routinemetingen (1990-1999), bedraagt 0,14 coli 37°C per liter. Negen grootvolumemetingen, met een gezamenlijk volume van bijna 800 liter leveren een gemiddeld aantal van 0,005 coli 37°C per liter op (tabel 1). Een waarde die veel lager is dan de schatting die op grond van de meerjarige serie monsterdata (0,14 per liter) werd gemaakt. Deze resultaten laten zien dat inderdaad sprake is van een achtergrondichtheid van coli 37°C bacteriën in het voorzieningsgebied, hoewel het juiste aantal per liter nog niet nauwkeurig bekend is. Het zeer geringe verschil tussen de gemiddelde dichtheid in het

voorzieningsgebied (0,005 per liter) en die in het reine water (0,0055 per liter) van het pompstation (tabel 1) geeft aan dat nagroei in het voorzieningsgebied zeer gering is of zelfs geen rol speelt. Waarbij moet worden opgemerkt dat er in de zomer slechts twee monsters uit het voorzieningsgebied zijn onderzocht, die overigens wel beide coli 37°C bevatte (één en twee per 100 l). Mogelijk treedt in de zomerperiode wel enige coli 37°C nagroei op; hiervoor is echter een meer gericht onderzoek nodig.

Onderzoek zandfiltraat

Routinemonsters van het zandfiltraat in de afgelopen tien jaar tonen aan dat het gemiddelde aantal coli 37°C van jaar tot jaar sterk varieert: van minder dan 0,06 tot 1,2 coli 37°C per liter. De hoogste aantallen positieve monsters werden waargenomen in 1993-1995, een periode van intensieve werkzaamheden aan de winmiddelen en het ruwwaterleidingnet. Overigens werden in die periode geen thermotolerante coli's waargenomen in het zandfiltraat. Grootvolumemonsters genomen in de drie afzonderlijke deelstromen van het

pompstation laten zien dat aanzienlijke verschillen in aantallen coli 37°C bestaan. In het hyperfiltraat werden zoals verwacht geen bacteriën van de coligroep waargenomen, waarmee de gemiddelde coli 37°C dichtheid voorlopig geschat kan worden op kleiner dan 0,003 per liter. In de deelstroom waarin de ontharding is opgenomen varieerde de dichtheid van kleiner dan 0,008 per liter tot maximaal 0,33 coli 37°C per liter, de mediane dichtheid bedraagt 0,11 per liter. De hoogste waarden werden gevonden in straat II. Hier varieerde het aantal van 0,05 tot soms wel 3,5 coli 37°C per liter, de mediane dichtheid bedraagt hier 0,27 coli per liter. In deze straat werden in één monster vier thermotolerante coli bacteriën waargenomen. Dit kan het gevolg zijn van een besmetting van buitenaf. Om na te gaan of fluctuaties van de coli-aantallen worden veroorzaakt door nagroei in de zandfilters is een vergelijking gemaakt tussen de coli 37°C aantallen in het filtraat van een recent gespoeld filter en één juist voor een spoelbeurt. Dit leverde echter geen aanwijzing op voor nagroei van bacteriën van de coligroep in de zandfilters.

De ruwwaterkwaliteit

Uit het voorgaande blijkt dat nagroei of besmetting in het pompstation niet de oorzaak is van de soms hoge en variabele aantallen coli 37°C. Daarom is het nodig om meer in detail te kijken naar de oorsprong en variaties van de coli 37°C aantallen in het ruwe water. Die gegevens laten zien dat duidelijk verschillende dichtheden voorkomen in beide straten. Straat I wordt voornamelijk gevoed door infiltratiebronnen en blijkt een veel lagere en minder variabele coli 37°C dichtheid te vertonen dan straat II, die gevoed wordt door een aantal duinwatersecundairs. Vanwege het geringe en gereguleerde gebruik van duinwaterputten staat dit deel van de productie vaak langere tijd stil. Stilstand kan, als de omstandigheden in de put gunstig voor nagroei zijn, wellicht leiden tot een toename van de aantallen coli 37°C in het water. Grootvolumeonderzoek van enkele individuele duinwaterputten laten zien dat vrij grote verschillen in coli 37°C aantallen bestaan. In een aantal putten werden slechts één of enkele coli 37°C gevonden, terwijl het water in sommige andere putten veel hogere aantallen bevatte.

De oorzaak van die verschillen wordt in een vervolgproject onderzocht. Mogelijk treedt nagroei op in de periode dat de put niet wordt gebruikt. Ook zal in dat onderzoek worden nagegaan of de constructie van de putten voldoende solide is om te kunnen voldoen aan de veel strengere eisen die men, aan de hand van grootvolumeonderzoek, aan de ruwwaterkwaliteit kan stellen.

Tabel 1. Resultaten routinematig onderzoek (1996-2000) en grootvolumeonderzoek (eind 1999 - begin 2000).

jaar		ruw (fg1)	ruw (fg2)	zf (fg1)	zf (fg2)	hf	rein	distri- butie
routine monsters								
1996	aantal coli 37°C	34	-	71	-	-	2	6
	in volume (l)	19,8	-	6,4	-	-	15,6	13
	gemiddeld coli/l	1,7	-	11,1	-	-	0,1	0,5
1997	aantal coli 37°C	0	-	0	11	-	0	0
	in volume (l)	15,6	-	5,2	5,4	-	15,6	15,9
	gemiddeld coli/l	<0,1	-	<0,2	2	-	<0,1	<0,1
1998	aantal coli 37°C	-	4	0	1	-	0	5
	in volume (l)	-	16,2	5,2	5,3	-	15,6	15,5
	gemiddeld coli/l	-	0,2	<0,2	0,2	-	<0,1	0,3
1999	aantal coli 37°C	13	-	49	25	-	1	0
	in volume (l)	15,9	-	5,7	5,6	-	15,6	11,4
	gemiddeld coli/l	0,8	-	8,6	4,5	-	0,1	<0,1
2000	aantal coli 37°C	0	-	-	-	-	0	-
	in volume (l)	10,5	-	-	-	-	10,5	-
	gemiddeld coli/l	<0,1	-	-	-	-	<0,1	-
grootvolume-monsters								
1999 - 2000	aantal coli 37°C	5	899	158	3215	0	2	4
	in volume (l)	282	301	1516	1433	313	364	796
	gemiddeld coli/l	0,02	2,99	0,10	2,24	<0,003	0,005 5	0,0050

* fg1 en fg2 = filtergebouw 1 en 2
 zf = zandfiltraat (voor desinfectie)
 hf = hyperfiltraat
 rein = reinwater na desinfectie met chloordioxide
 distributie = voorzieningsgebied dat uitsluitend door het pompstation wordt voorzien.
 aantal coli 37°C = het totaal aantal positief bevestigde kolonies in alle onderzochte monsters.
 in volume = het totaal onderzochte volume water.
 gemiddeld coli/liter = een schatting van de dichtheid berekend uit alle waargenomen coli's gedeeld door het onderzochte watervolume.

Conclusies en aanbevelingen

Onderzoek in grote volumes (50-100 liter) geeft meer inzicht in de microbiologische gesteldheid van het water dan onderzoek in de gebruikelijke kleine volumes (100-300 ml). Met deze onderzoeksmethode is het gelukt de waargenomen coli 37°C problemen tot aan de winmiddelen te lokaliseren. In een vervolgonderzoek zal gepoogd worden de feitelijke oorzaak op te sporen. Als de oorzaak vervolgens is weggenomen en het winnings- en productieproces met een constant lage coli 37°C dichtheid (minder dan 0,10 coli 37°C per liter) kan worden bedreven, bestaat microbiologisch gezien geen bezwaar tegen het achterwege laten van de veiligheidsdesinfectie. De microbiologische controle van water, dat zonder veiligheidsdesinfectie op pompstation Mensink wordt geproduceerd, vindt bij voorkeur dagelijks plaats in bijvoorbeeld monsters van één liter. Bij een constante dichtheid van 0,1 coli per liter verwacht men in een meetserie van 365 (één liter) monsters gemiddeld 35 monsters met één of meer coli 37°C (99% betrouwbaarheidsinterval: 22-53 monsters positief). Alleen als men voldoende water onderzoekt, kan een enigszins betrouwbare schatting van gemiddelde coli-dichtheid worden gemaakt. Een dergelijke controle is noodzakelijk om het productieproces met voldoende zorg te volgen. ■

LITERATUUR

- 1) Hoogenboezem W., J. Schijven, P. Nobel en J. Bergsma (1999). De verwijdering van bacteriofagen tijdens duinpassage. *H₂O* nr. 22, pag. 29-31
- 2) Lieverloo J., D. van der Kooij, P. Nobel, R. te Welscher, W. Hoogenboezem, G-J. Medema en J. Schellart. Bacteriën van de coligroep in drinkwater. Achtergrondinformatie en leidraad voor nader onderzoek. Kiwa-rapport: SWE 95.020.
- 3) Hijnen W., D. van Veenendaal, W. van der Speld, A. Visser, W. Hoogenboezem en D. van der Kooij (2000). Enumeration of faecal indicator bacteria in large water volumes using on site membrane filtration to assess water treatment efficiency. *Water res.* vol. 5, pag. 1659-1665
- 4) LeChevalier M., N. Welch en D. Smith (1996). Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking-water. *Applied Environmental Microbiology* vol. 62, pag. 2201-2211.