

De waterkwaliteit van open zwemplaatsen

OMEGAM onderzoekt in opdracht van de GG en GD Amsterdam ook een aantal open zwemplaatsen in of nabij de hoofdstad. Evenals bij de kinderspeelvijvers wordt ook voor open zwemplaatsen de relatie tussen de waarden van fysisch-chemische parameters en de microbiologische kwaliteit van het water besproken. Die laatste voldoet op een aantal locaties niet aan de normen. Daarom pleit de GG en GD voor meer aandacht voor de bronnen van bacteriële (en virale) verontreiniging van open zwemwater.

Gebruikt zijn tweewekelijkse metingen gedurende de zomerperiodes van 1993 tot en met 1997. Voor de open zwemplaatsen zijn de volgende bacteriologische parameters onderzocht: coliformen bij 37°C en 44°C, fecale streptokokken en *P. aeruginosa*. De betrokken fysisch-chemische variabelen zijn: het aantal baders, de watertemperatuur, geleiding, zicht, zuurgraad, concentratie zuurstof en het percentage zuurstof-verzadiging.

Het aantal baders was meestal nul, vermoedelijk als gevolg van het relatief vroege uur van monsternamen, vóór 12.00 uur. Het aantal metingen van coliformen 37°C en *P. aeruginosa* was lager dan de twee andere bacteriologische metingen, omdat zij niet elk jaar zijn gemeten.

De resultaten van de logistische regressie zijn weergegeven in tabel 2. Bij een toename van de temperatuur van het water worden statistisch significant vaker coliformen en fecale streptokokken aangetoond. Als het zicht afneemt, worden significant meer coliformen aangetoond. Een toename van de zuurgraad leidt tot het statistisch significant vaker aantoonbaar zijn van fecale streptokokken. De andere gemeten fysisch-chemische parameters tonen geen aantoonbaar verband met de bacte-

	coli 37°C	coli 44°C	P. aeruginosa	fecale streptokokken
watertemperatuur	3,1 (1,9-5,3)	1,6 (1,1-2,2)	0,9 (0,3-2,5)	1,5 (1,1-2,1)
geleiding	0,9 (0,9-1,03)	1,0 (0,9-1,03)	1,0 (0,9-1,1)	1,0 (0,9-1,03)
zicht	0,7 (0,5-0,9)	0,7 (0,6-0,8)	0,8 (0,6-1,1)	0,9 (0,8-1,1)
zuurgraad	1,6 (0,9-2,8)	1,2 (0,9-1,6)	0,9 (0,6-1,5)	2,0 (1,5-2,3)
zuurstof	0,9 (0,4-2,4)	1,1 (0,5-2,2)	0,2 (0,0-3,3)	0,5 (0,3-1,1)
zuurstofverzadiging	0,5 (0,2-1,5)	0,7 (0,3-1,5)	3,1 (0,1-69,3)	1,0 (0,4-2,1)

Tabel 2: De multipale logistische regressie van de bacteriologische uitkomsten op chemisch-fysische parameters. De resultaten zijn uitgedrukt als odds ratio's met 95 procent betrouwbaarheidsintervallen voor een toename van het 25e tot 75e percentiel (zie tabel 1).

riologische uitkomsten.
Tabel 3 laat het verband zien tussen overschrijdingen van de normen voor fysisch-chemische parameters en die voor bacteriologische uitkomsten. Wanneer de norm voor de zuurgraad wordt overschreden, wordt ook de norm voor coliformen bij 37°C vaker overschreden. Voor de coliformen bij 44°C geldt dit bij overschrijding van de norm voor de concentratie zuurstof en die voor de watertemperatuur. In zeven procent van de monsters die voldeden aan alle fysisch-chemisch normen wordt (tenminste) één van de bacteriologische normen overschreden. In de monsters water die niet voldeden aan (tenminste) één van de fysisch-chemische normen werden in 70 procent bacteriologische normen overschreden.
In open zwemplaatsen gaat een toename in watertemperatuur gepaard met het vaker voorkomen van bacteriën. Verder werden er vaker fecale streptokokken aangetoond als de pH-

waarde lager werd, hetgeen suggereert dat deze bacteriën slecht tegen zuurder water kunnen.
In open zwemplaatsen voorspelden de andere gemeten chemisch-fysische parameters niet de bacteriologische kwaliteit. Wel worden in monsters water die niet voldoen aan tenminste één van de normen voor fysisch-chemische variabelen vaker (70%) bacteriologische normen overschreden dan in monsters waters die voldoen (7%) aan alle fysisch-chemische normen.
Omdat de temperatuur en de zuurgraad van het water in open zwemplaatsen niet beïnvloedbaar zijn, geeft het huidige meetprogramma geen aangrijpingspunten voor een verbetering van de bacteriologische kwaliteit van het water. Dit is wel nodig, want de bacteriologische kwaliteit van open zwemwater voldoet op een aantal locaties niet aan de normen. Daarom pleiten deze resultaten voor meer aandacht voor de bronnen van bacteriële (en virale) verontreiniging van open zwemwater.

Tabel 1: Meetresultaten van open zwemplaatsen (1993-1997).

	n	gemiddelde (std)	min.	25e per- centiel	75e per- centiel	max.
baders	545	1,1	(8,3)	0	0	150
watertemperatuur (°C)	834	17,7	(3,9)	6,3	15	27,2
geleiding (mSiemens/m)	834	148,2	(82,4)	17	120	1100
zicht (cm)	834	33,2	(19,2)	0	20	101
zuurgraad	834	8,5	(0,4)	7,3	8,3	9,4
zuurstof (mg/l)	834	10,6	(2,6)	4,4	8,8	24
zuurstofverzadiging (%)	834	110,8	(28,9)	50	92	280
				percentage > 0		
coliformen 37°C	573			89,2		
coliformen 44°C	834			73,1		
P. aeruginosa	571			10,1		
fecale streptokokken	834			68,9		

Tabel 3: Overschrijding bacteriologische norm naar overschrijding fysisch-chemische norm

	overschrijding fysisch-chemische norm	overschrijding bacteriologische norm (in %)	
			coli 37°C coli 44°C
watertemperatuur	nee	5	3
	ja	0	11
zicht	nee	5	3
	ja	0	2
zuurgraad	nee	4	3
	ja	17	4
zuurstof	nee	5	3
	ja	0	33

	coli 37°C	coli 44°C	P. aeruginosa	fecale strepto- kokken	algemeen koloniegetal bij 37°C
baders	1 (0,7-1,4)	0,9 (0,6-1,3)	1 (0,7-1,5)	1,1 (0,8-1,4)	1,1 (0,6-2,0)
watertemperatuur	0,9 (0,6-1,6)	1,4 (0,8-2,7)	1 (0,5-2,0)	0,8 (0,6-1,2)	1,4 (0,9-2,3)
vrij chloor	0,1 (0,02-0,2)	0,03 (0,01-0,1)	0,03 (0,01-0,1)	0,3 (0,2-0,5)	0,3 (0,2-0,6)
gebonden chloor	0,6 (0,3-1,03)	0,5 (0,3-0,9)	0,6 (0,3-1,1)	0,9 (0,6-1,2)	0,7 (0,4-1,1)
kaliumpermanganaat	1,8 (1,0-3,3)	2,2 (1,1-4,6)	1,6 (0,8-3,0)	1,8 (1,1-3,0)	3,6 (1,4-9,0)
ureum	1,4 (0,8-2,3)	1 (0,6-1,9)	1 (0,5-1,7)	1,1 (0,7-1,7)	1,1 (0,5-2,5)
cyanuurzuur	1,2 (0,5-2,6)	1,2 (0,5-3,1)	5,1 (2,1-11,7)	0,8 (0,5-1,3)	3,7 (1,6-8,2)
pH	2,7 (1,5-4,9)	2,8 (1,4-5,4)	0,8 (0,6-1,2)	1,5 (1,1-2,2)	1,8 (1,3-2,6)

Tabel 2: Kinderspeelvijvers, resultaten van multiële logistische regressie uitgedrukt als odds ratio's met 95 procent betrouwbaarheidsintervallen voor een toename van 25e tot 75e percentiel (zie tabel 1).

baar van invloed op respectievelijk coli 44°C en P. aeruginosa. Het aantal baders, de watertemperatuur en de concentratie ureum hadden geen aantoonbare invloed op de bacteriologische uitkomsten.

Wanneer geen cyanuurzuur wordt gebruikt dient de minimale concentratie vrij

chloor in kinderspeelvijvers 0,2 mg/l te bedragen. Deze norm is afgeleid van de normen voor zwembaden zoals genoemd in de Wet hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden. De normen eisen dat fecale streptokokken, P. aeruginosa en coli 44°C in 100 ml niet aantoonbaar zijn en dat het algemeen koloniegetal bij 37°C minder dan 100 per ml dient te bedragen. Afbeelding 1

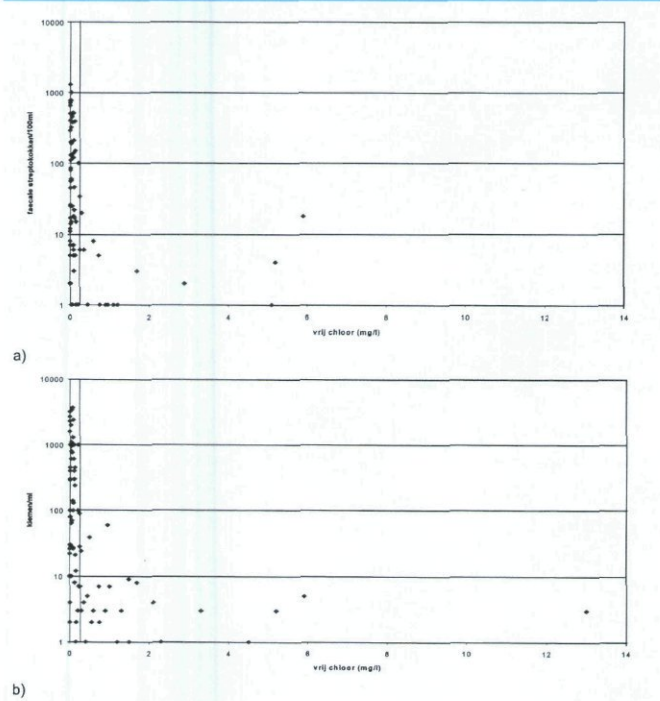
toont dat in de monsters water waarin geen cyanuurzuur werd gebruikt en de concentratie vrij chloor hoger was dan de vereiste 0,2 mg/l, in zeven van de 82 monsters (circa 9 procent) de norm voor fecale streptokokken werd overschreden. Overschrijdingen van het algemeen koloniegetal traden niet op.

In speelvijvers waar wel cyanuurzuur werd toegepast dient de concentratie vrij chloor hoger te zijn dan 2,0 mg/l. Afbeelding 2 toont dat in watermonsters met een concentratie vrij chloor hoger dan 2 mg/l vaak fecale streptokokken werden gemeten en het algemeen koloniegetal bij 37°C per ml vaak hoger dan 100 was. In mindere mate gold dit ook voor het voorkomen van P. aeruginosa en coli 44°C (niet getoond).

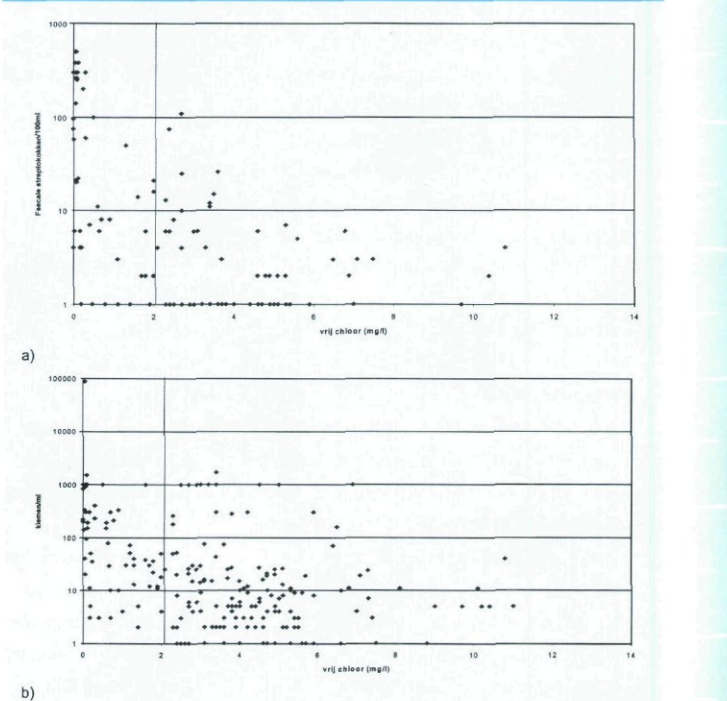
De invloed van de concentratie vrij chloor op de bacteriologische uitkomsten is ook per type speelvijver onderzocht. Hiertoe is een regressie uitgevoerd met de circulatievijvers als referentie. Voor alle typen speelvijver ging een lager vrij chloorgehalte gepaard met een grotere kans op aanwezigheid van bacteriën. Het water van de zogenaamde badkuipvijvers bevatte het minst vaak bacteriën, waarbij het verschil voor de coliformen statistisch aantoonbaar is. Het water van de doorstroomvijvers bevatte het meest frequent bacteriën (zie tabel 3).

Tot slot is het verband nagegaan tussen de bacteriologische en de fysisch-chemische

Afb. 1: a) fecale streptokokken (n = 82)
b) algemeen koloniegetal bij 37°C (n = 93) tegen de concentratie vrij chloor in kinderspeelvijvers zonder cyanuurzuur. De verticale lijn is de vereiste minimale concentratie vrij chloor (0.2 mg/l). (Kiemen = algemeen koloniegetal).



Afb. 2: a) fecale streptokokken (n = 109)
b) algemeen koloniegetal bij 37°C (n = 187) tegen de concentratie vrij chloor in kinderspeelvijvers met cyanuurzuur.



	coli 37°C	coli 44°C	P. aeruginosa	fecale strepto-kokken	algemeen koloniegetal bij 37°C
doorstroom	1,2 (0,6-2,3)	1,4 (0,7-2,6)	1,6 (0,6-4,4)	1,3 (0,7-2,6)	1 (0,4-2,5)
badkuip (stilstaand)	0,3 (0,2-0,6)	0,3 (0,2-0,5)	0,9 (0,4-2,1)	0,9 (0,4-2,1)	0,7 (0,3-1,5)
overig geen schatting mogelijk					

Tabel 3: Invloed van het type speelvijver op bacteriologische uitkomsten. Uitgedrukt als odds ratio's met 95 procent betrouwbaarheidsintervallen. Circulatievijvers dienen als referentie.

overschrijding	fysisch-chemische norm	bacteriologische norm (%)				
		coli 37°C	coli 44°C	P.aeruginosa	fecale strepto-kokken	algemeen kolonie-getal bij 37°C
		norm	norm	norm	norm	norm
vrij chloor	nee	3	3	4	33	8
	ja	63	63	22	85	55
gebonden chloor	nee	9	24	10	51	24
	ja	0	0	0	50	0
kaliumpermanganaat	nee	9	24	10	50	22
	ja	15	33	19	67	44
ureum	nee	9	25	9	50	23
	ja	10	19	14	59	29
cyanuurzuur	nee	9	24	9	51	23
	ja	12	24	16	54	28
pH	nee	2	10	8	40	12
	ja	26	58	15	78	54

Tabel 4: Percentage overschrijding van bacteriologische normen naar overschrijding van fysisch-chemische normen.

normen. Overschrijding van de norm voor vrij chloor heeft de sterkste relatie met een overschrijding van bacteriologische normen, gevolgd door overschrijding van de norm voor de pH (zie tabel 4). In 33 procent van de monsters die voldeden aan alle fysisch-chemisch normen werd één van de bacteriologische normen overschreden. In 70 procent van de monsters die niet voldeden aan één van de fysisch-chemische normen, werd tenminste één van de bacteriologische normen overschreden.

Samenvatting

In kinderspeelvijvers bepaalt vooral de concentratie vrij chloor de microbiële kwaliteit van het vijverwater. Meer vrij chloor is geassocieerd met minder bacteriën. Verder geldt hoe hoger de zuurgraad en de concentratie kaliumpermanganaat, des te vaker bacteriën worden gemeten. Tussen de zuurgraad en P. aeruginosa was dit verband omgekeerd, maar niet statistisch aantoonbaar. De concentratie cyanuurzuur was wel statistisch aantoonbaar

gerelateerd aan de kans op P. aeruginosa en op algemene koloniën bij 37°C, hoe hoger de concentratie hoe groter de kans. De andere onafhankelijke variabelen, het aantal zwimmers, temperatuur, gebonden chloor, kaliumpermanganaat en ureum waren niet aantoonbaar gerelateerd met de bacteriologische kwaliteit van het speelvijverwater.

In vijvers met cyanuurzuur worden bij concentraties vrij chloor die voldoen aan de norm van twee milligram per liter de bacteriologische normen frequent overschreden. Waarschijnlijk wordt in kinderspeelvijvers waar cyanuurzuur is toegepast, in de vrij chloor concentratie ook de concentratie chloor in di-en trichloorisocyanuraten meegemeten. Deze hebben echter geen ontsmettende werking.

Ook in kinderspeelvijvers waar geen cyanuurzuur wordt gebruikt kan bij concentraties vrij chloor van meer dan 0,2 mg/l de bacteriologische kwaliteit onvoldoende zijn. Dit zou kunnen samenhangen met de zuurgraad, die van invloed is op de werking van

chloor. Ook in water van kinderspeelvijvers dat voldoet aan alle chemisch-fysische normen worden echter in 33 procent van de monsters de bacteriologische normen overschreden. In water dat niet voldeed aan één van de chemisch-fysische normen, werden in 70 procent van de monsters bacteriologische normen overschreden.

Deze resultaten pleiten voor een evaluatie van de normen voor het gehalte vrij chloor.

In de monsters water afkomstig van de doorstroomvijvers waren het meest frequent bacteriën aantoonbaar; in badkuipvijvers met stilstaand water het minst vaak. In kinderspeelvijvers wordt de bacteriologische kwaliteit van het water vooral bepaald door het gehalte vrij chloor. Waarschijnlijk veroorzaakt het snel uitspoelen van vrij chloor in doorstroomvijvers en de wijze van beheer van de rondpompvijvers de onvoldoende bacteriologische kwaliteit van het water. In badkuipvijvers is het waarschijnlijk gemakkelijker een bepaald vrij chloor gehalte te handhaven. Deze resultaten pleiten voor een evaluatie van het aanbevolen type kinderspeelvijver.

LITERATUUR

Asperen I. van, C. de Rover, J. Schijven, S. Octomo Bambang, J. Schellekens, N. van Leeuwen, C. Collé, A. Havelaar, D. Kromhout en M. Sprenger (1995). Risk of otitis externa after swimming in recreational fresh water lakes containing Pseudomonas aeruginosa. BMJ 311;1407-1410.

Havelaar A., J. Buijs, A. Hoogenboom-Verdegaal, F. Kappers, S. Notermans, M. van Olphen en W. Terpstra (1989). Gezondheidsrisico's van microbiële aard bij zwemmen in oppervlaktewater, een literatuuroverzicht. RIVM-rapport 148701002.

Kleinbaum D., L. Kupper en K. Muller (1988). Applied regression analysis and other multivariate methods. Hoofdstuk 21. Duxbury Press, California.

Leentvaar-Kuijpers A., A. Boonstra en G. Medema (1990). Gastro-enteritis door Plesiomonas shigelloides, de eerste beschrijving van endemische gevallen in Nederland. Infectieziekten bulletin vol. 1, nr. 4 pag. 8-11.