

**Onderbouwing aanpassing normen voor zwem- en badwater in badinrichtingen uit het Besluit
Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden (Bhvbz). 20200507**

Dr.ir. (10)(2e), Drs. (10)(2e)

1 TUDelft, Faculteit der civiele techniek en geowetenschappen, sectie sanitary engineering
2 Zwembadpoli, Amsterdam Medisch Centrum

De Overheid is voornemens om zwembaden toestemming te geven weer open te gaan. Zwemmers en de medewerkers kunnen dan weer aan het werk, maar het moet wel op een veilige manier. In dit document wordt geschetst hoe dat veilig zou kunnen en welke stappen gezet moeten worden om de hygiëne en veiligheid te waarborgen. De voorgestelde maatregelen gaan in op de desinfectie van het Coronavirus in het zwembadwater.

Afgifte

Het is bekend dat individuen drager van het Coronavirus kunnen zijn zonder dat ze daar symptomen van hebben, of hele lichte symptomen. Zwemmers kunnen het virus dus bij zich dragen en tijdens het zwemmen afgeven aan het zwemwater. Een volgende zwemmer zou het virus dan met een slok water binnen kunnen krijgen en op die manier besmet raken. Helaas zijn er nog geen gegevens bekend over deze besmettingsroute. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) geeft op haar website aan dat er geen bewijs is voor de transmissie van het Coronavirus via gechloreerd zwembadwater (CDC 2020). Toch moeten we voorzichtig zijn. Tijdens het zwemmen neemt een zwemmer regelmatig een slok water in de mond en laat die ook weer uit de mond lopen. Bij het onderwater zwemmen komt er water in de ogen, neus en mond en dat loopt er ook weer uit. Normaal is dat geen probleem, maar in deze situatie weten we niet zeker of dat een probleem is door het gebrek aan wetenschappelijk bewijs. Een veilige benadering is dan om ervan uit te gaan dat we te maken hebben met deze vorm van afgifte van het Coronavirus en dat het zwembadsysteem hier voldoende veiligheid tegen moet bieden.

Een andere mogelijke bron van Coronavirusdeeltjes is fecaal materiaal. Het is bekend dat virusdeeltjes in fecaal materiaal aanwezig zijn en dat fecaal materiaal ook in zwembaden kan komen. Onder zwembadexperts worden dergelijke incidenten Accidental Fecal Releases (AFR) genoemd. Zowel RIVM (Schets et al. 2003) als ook CDC (CDC 2018) hebben adviezen gegeven over de maatregelen die genomen moeten worden na een AFR.

Na de afgifte van eventuele Coronavirusdeeltjes spelen er twee processen een belangrijke rol, voordat mensen daaraan blootgesteld worden, namelijk; verdunning en desinfectie.

Verdunning

Verdunning zorgt ervoor dat de concentratie van ingebrachte virusdeeltjes verlaagd wordt. Bij een verdunde slok water krijgt een zwemmer minder virusdeeltjes binnen. De verdunning wordt door twee factoren bepaald: 1) de invloed van de zwemmer en 2) de invloed van de hydraulische menging in het bassin. Onderstaande berekening laat zien dat de invloed van de zwemmer veel groter is dan de invloed van de menging door de doorstroming van het bad. Door de snelle verdunning wordt de concentratie van ingebrachte coronavirusdeeltjes snel verlaagd waarna de desinfectie zijn werk kan doen.

Berekening verdunning:

Stel een zwemmer brengt 1 ml speeksel/snot in het badwater. In deze ml kunnen dan 10^4 Coronavirusdeeltjes zitten. Deze zwemmer zwemt baantjes met een snelheid van 1 m/s. Afhankelijk van de zwemslag is er meer of minder menging, maar we gaan uit van een middelmatige menging door de arm en beenbewegingen van de zwemmer. Als een volwassen zwemmer 3.2m gezwommen heeft (lichaamslengte 1.7m plus 1.5m afstand) dan zijn 3.2 seconden voorbij en is naar verwachting de ingebrachte Coronavirusdeeltjes gemengd over 10% van de inhoud waar de zwemmer doorheen gezwommen is; 10% van 960 L. De normale menging van zwembadwater is circa 15 minuten (NEN 2008). Dat wil zeggen dat in 15 minuten een dwarsdoorsnede van het bad gemengd is. Dit is een mengsnelheid van circa 2.7 mm/s. Na 3.2 seconden is dan door de badwatermenging 1 ml verdund tot circa 15 ml, terwijl door de invloed van de zwemmer de 1 ml verdund is tot circa 96 L bij een volwassene en tot circa 25 L bij een kind van vier jaar. Er is geen wetenschappelijke data bekend over hoeveel speeksel/snot door een zwemmer in het zwembadwater gebracht wordt.

Desinfectie

Het Coronavirus is gevoelig voor vrij chloor, maar onder zwembad condities gaat de inactivatie langzaam. De beschikbare informatie voor de inactivatie van het Coronavirus is afkomstig uit publicaties over desinfectie van medische instrumenten en oppervlakte in ruimtes waar Coronapatiënten behandeld zijn. Er wordt een Ct-waarde¹ aangehouden van 15 mg.min/l. Dit betekent bij een concentratie vrij chloor van 0.5 mg/l een inactivatie in 30 minuten (Arduino et al. 2020). Voor desinfectie van handen en oppervlakken wordt een concentratie van 0.05% vrij chloor aanbevolen, dit is 500 mg/l. Ook andere onderzoeken laten zien dat Corona volledig geïnactiveerd wordt bij 500-2000 mg/l vrij chloor (Ansaldi et al. 2004, Dellano et al. 2009). Dergelijke hoge concentraties zijn niet geschikt om in te zwemmen.

We kunnen daarom voor de desinfectie kijken naar andere virussen waar wel zwembad specifieke informatie van is. Het Adenovirus is daar een goed voorbeeld van. Het Adenovirus is een non-enveloped virus, terwijl het Coronavirus een enveloped virus is. In relatie tot desinfectie met vrij chloor wil dit zeggen dat het Coronavirus gevoeliger is voor desinfectie met vrij chloor dan het Adenovirus (Arduino et al. 2020). Voor het Adenovirus zijn verschillende publicaties beschikbaar in relatie tot inactivatie met vrij chloor (Cromeans et al. 2010, Girones et al. 2014, Kahler et al. 2010, Thurston-Enriquez et al. 2003). De meest ongunstige Ct-waarde voor inactivatie van het Adenovirus is 0.75 mg.min/L, waarbij een log-4 reductie² gehaald wordt (Thurston-Enriquez et al. 2003). Doordat het Coronavirus gevoeliger voor vrij chloor is dan het Adenovirus, wordt voor het Coronavirus dus ten minste een log-4 reductie gehaald bij een Ct-waarde van 0.75 mg.min/L, waarschijnlijk zelfs meer. Om een afdoding in 30 seconden te krijgen is dan een minimale vrij chloor concentratie van 1.5 mg/l nodig. Volgend de huidige regelgeving is voor bepaalde categorie zwembaden de maximaal toegestane bovengrens 1.5 mg/l, dit vraagt dus om een aanpassing van de regelgeving. In bassins met een verhoogde kans op AFR (zoals peuter en kleuterbaden) is het verstandig om een hogere vrij chloor waarde in te stellen, hier geldt een ondergrens van 2.0 mg/l.

Een optimale desinfectie verloopt beter bij een lagere zuurgraad. Dit komt omdat vrij chloor onder invloed van de zuurgraad van het water (pH) zichzelf splitst in HOCl en OCl⁻. Doordat HOCl veel effectiever desinfecteert dan OCl⁻ werkt de desinfectie het beste bij een zo hoog mogelijke HOCl concentratie. Dit is dus te sturen door de zuurgraad, bij een lagere zuurgraad is er meer HOCl aanwezig. Bij een gelijke vrij chloor concentratie is bij een pH van 7 de desinfectie daarom veel

Desinfectie

Bij 1.5 mg/L vrij chloor worden Coronavirusdeeltjes met tenminste log-4 gereduceerd binnen 30 seconden. Als een volwassen zwemmer circa 3 seconden achter zijn/haar voorganger zwemt, dan is in die tijd circa 63% van eventueel ingebrachte coronavirus afgedood. Bij kinderen is dat circa 78%, omdat die een lagere zwemsnelheid hebben, dus circa 5 seconden achter elkaar wemmen. De desinfectie en de verdunning zorgen ervoor dat de inname van Coronavirusdeeltjes tijdens het zwemmen beperkt blijft.

Concreet: aanpassing normen bestemmingen

Ct-

2

7.4).

Door de voorgestelde relatief kleine aanpassing van de vrij chloor waarde en de pH wordt de desinfectiekracht van het zwembadwater met een factor 4 verhoogd. Deze extra desinfectiekracht levert voldoende zekerheid dat eventueel afgegeven Coronavirusdeeltjes in het zwembadwater snel geïnactiveerd worden.

Ingestie(inslikken)

Als de volgende zwemmer op 1.5m achter zijn voorganger (met Corona infectie zwemt), hoeveel Coronavirusdeeltjes krijgt deze zwemmer dan binnen? Vlak achter een zwemmer zijn eventueel afgegeven Coronavirusdeeltjes gemengd over een relatief kleine hoeveelheid water, immers, de menging is nog niet volledig. De concentratie Coronavirusdeeltje is in dit water dus het hoogste. Door de korte tijd heeft de desinfectie nog nauwelijks tijd gehad om te werken. Als dit water gedronken wordt door een zwemmer, dan krijgt een volwassen zwemmer circa 4 ml binnen en kinderen circa 26 ml (Suppes et al. 2013). Het maximum aantal Coronavirusdeeltjes wat een volwassene binnen krijgt is dan 0.4 virusdeeltjes en een kind 11 virusdeeltjes per uur zwemmen, dit is inclusief verdunning, maar exclusief desinfectie, die, zoals gezegd, dan nog nauwelijks gewerkt heeft. Hierbij moet opgemerkt worden dat de blootstelling voor volwassenen dus erg laag is en voor kinderen iets hoger. Daar staat tegenover dat RIVM heeft aangegeven dat kinderen minder vatbaar zijn voor het Coronavirus en zodra ze besmet zijn, ze ook minder besmettelijk zijn. Een iets verhoogde blootstelling van het Coronavirus voor kinderen ligt daarom in lijn met recente andere overheidsmaatregelen. De hoeveelheid water die een zwemmer binnen krijgt varieert van persoon tot persoon. De genoemde aantallen zijn gemiddelden, sommige zwemmers drinken minder, sommigen meer. Om de opname door ingestie nog verder te minimaliseren is het advies aan de zwemmers om geen zwembadwater te drinken, dit geldt vooral voor zwembaden waar met zwemluiers gezwommen wordt.

Nadelen van hogere desinfectiegraad (en lagere pH)

Door het verhogen van de concentratie vrij chloor gaat niet alleen de desinfectie sneller, ook de oxidatie van zwimmersvuil gaat sneller. Dit betekent dat de vorming van desinfectiebijproducten (DBPs) sneller gaat, waardoor het te verwachten is dat de concentratie van DBPs zal stijgen. DBPs zijn een groep stoffen die bedenkelijk zijn voor de volksgezondheid, sommige zijn toxisch, sommige zijn mogelijk kankerverwekkend, sommigen zijn carcinogeen. Het is daarom belangrijk om deze groep stoffen bij de opstart van zwembaden te monitoren. Daar staat tegenover dat het aantal zwemmers bij de opstart van de zwembaden relatief laag zal zijn, waardoor de totale vuilvracht minder is dan normaal. Als de zwemmers minder douchen en minder gebruiken maken van het toilet als moeder natuur roept, dan neemt de afgifte van vervuiling per persoon toe. Dit is weer te beperken door de zwemduur te beperken. Al met al spelen er dus verschillende aspecten door elkaar, de verwachting is dat het netto-effect een lichte stijging van de DBPs zal zijn zodra de zwembaden weer op 80% van de oorspronkelijke badbelasting komen. RIVM heeft voorgesteld om bij de overgang naar de nieuwe Omgevingswet DBPs te gaan meten in de vorm van de trihalomethanenconcentratie (THMs) (Schets et al. 2014). De trihalomethanen vertegenwoordigen de tweede grootste groep onder de DBPs en worden door RIVM beschreven als mogelijk carcinogeen. De grootste groep van de DBPs vormen de chlooramines, die worden standaard in elk zwembad regelmatig gemeten, zowel door de houder van het bad (tenminste 2x per dag) als ook door een onafhankelijk laboratorium (maandelijks). In de voorbereiding op de Omgevingswet heeft RIVM (Schets et al. 2014) berekend welke concentraties THMs acceptabel zouden zijn voor de verschillende gebruikersgroepen in zwembaden. De

kan de contacttijd dus korter worden en andersom. De Ct-waarde heeft altijd een bepaald rendement, voor een hoger rendement is ook een hogere dosis, dus Ct-waarde nodig.

² De log-reductie geeft aan wat het rendement van een desinfectie is. Een log-1 reductie betekent een afdoding/inactivatie van 90%, een log-2 reductie een afdoding/inactivatie van 99%, een log-4 reductie een afdoding/inactivatie van 99.99%.

normstelling voor THMs in het zwembadwater is vastgelegd op 50 µg/L. Omdat de THMs voor het grootste deel vluchtig zijn, wordt volgens RIVM deze norm door topsporters het snelst overschreden door de combinatie van hoog ademvolume en veel zwemuren per week. Het is de verwachting dat deze Corona maatregelen van tijdelijke aard zullen zijn, maximaal 2 jaar. De maximaal toelaatbare dagelijkse dosis voor THMs is door RIVM bepaald op 15 µg/kg lichaamsgewicht/d. Voor topsporters wordt deze bereikt bij een THM-concentratie in het zwembadwater van 50 µg/l. Het is de verwachting dat een kortdurende overschrijding verhoging van de toegestane grenswaarde voor THMs van 50 naar 100 µg/L geen significante gevolgen zal hebben voor het verhoogde kanker-risico bij topsporters, omdat RIVM die berekend heeft als levenslange (zeer langdurige) blootstelling. Het wordt aanbevolen om de THMs gedurende de tijdelijke maatregelen per kwartaal te bemonsteren met een grenswaarde van 100 µg/L (berekend als chloroform). Om kosten voor de zwembaden te beperken kan overwogen worden om deze maatregel in te voeren bij baden waar topsport bedreven wordt. Van de parameter THM's wordt een eenmalige overschrijding toestaan, een tweede opeenvolgende overschrijding zorgt voor sluiting van het bassin.

Een ander nadeel van het verlagen van de pH is een verhoogde verdamping van CO₂ uit het zwembadwater. Dit CO₂ is eigenlijk nodig om de zuurgraad van het zwembadwater te stabiliseren. Door het verdwijnen van CO₂ wordt de zuurgraad dus instabieler. Omdat veel zwembaden zijn uitgerust met een dosering van waterstofcarbonaat (HCO₃) wordt het tekort aan CO₂ handmatig aangevuld. In de huidige normstelling voor zwembaden is de norm voor HCO₃ ≥61 mg/l. De toekomstige normstelling voor HCO₃ onder de Omgevingswet is ≥40 mg/l. De zwembaden moeten behoorlijke kosten maken voor de correctie van het HCO₃. In de huidige situatie wordt daarom niet de norm van zijn ≥61 mg/l gehandhaafd, maar wordt de nieuwe norm van ≥40 mg/l aangehouden. Om zwembaden in deze tijden tegemoet te komen in de kosten is het te overwegen om de normstelling voor HCO₃ tijdelijk te verlagen naar 30 mg/l. Dit omdat bij een verlaging van de pH de verdamping van CO₂ veel sneller gaat en dus veel meer HCO₃ gedoseerd moet worden om dit weer aan te vullen. Twee opeenvolgende overschrijdingen van HCO₃ zijn toegestaan, bij de derde achtereenvolgende overschrijding van HCO₃ norm volgt sluiting van het bassin. Het advies is om HCO₃ maandelijks te gaan meten.

Nadelen van (langdurige) sluiting/stilstand

Tijdens langdurige sluiting/stilstand komt er nagenoeg geen vervuiling meer in de zwembaden. Er is daardoor nauwelijks chloorvraag. Hierdoor blijft de voorraad van het vrij chloor langer staan. Tijdens deze stilstand gaat het afbreekproces van vrij chloor langzaam door. Dit betekent dat het vrij chloor langzaam aan kracht verliest. Tijdens dit proces worden afbraakproducten gevormd, waarvan chlooraat door RIVM aangewezen is als toxisch/giftig. Bij de opstart van de zwembaden moet er daarom op gelet worden dat de concentratie chlooraat binnen de door RIVM opgestelde grenzen blijft, te weten ≤30 mg/l. Het advies is om dit binnen het eerste kwartaal na opstart te meten en daarna per kwartaal te herhalen. De opname van chlooraat vindt plaats via inslikken van zwembadwater. Het niet drinken van zwembadwater geldt daarom als extra maatregel tegen de blootstelling aan chlooraat. Een eenmalige overschrijding van de chlooraatsnorm is toegestaan. Een tweede opeenvolgende overschrijding zorgt voor sluiting van het bassin.

Specifieke zwembadregelgeving

Voor zwembaden, of beter gezegd, badinrichtingen gelden specifieke regels. Deze zijn opgenomen in het Besluit Hygiëne en Veiligheid badinrichtingen en Zwemgelegenheden (Bhvbz). In het Bhvbz wordt in artikel 3 verwezen naar de normen die gespecificeerd zijn in Bijlage I van de Bhvbz. Hierbij moet nog opgemerkt worden dat zwembaden vaak meerdere circulatiesystemen hebben, waarbij er vaak meerdere bassins zijn aangesloten op één circulatiesysteem. Sommige parameters worden in elk bassin gemeten en sommige worden per circulatiesysteem slechts één keer gemeten. In onderstaande tabel is daarom ook aangegeven of de parameters in elk bassin of per circulatiesysteem gemeten moeten worden. Bij badinrichtingen wordt ook onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten baden, binnenbaden, buitenbaden en baden met een klein

wateroppervlak. De laatste categorie, baden met een klein wateroppervlak zijn baden zoals peuterbaden en kleuterbaden. Het is aan te raden om in deze categorie zwembaden de desinfectie verder te verhogen omdat in deze zwembaden met zwemluiers gezwommen wordt. Bij de invoering van de omgevingswet worden de zwembadparameters ingedeeld in klassen. Afhankelijk van deze klassen zijn één of meerdere opeenvolgende afwijkingen toegestaan. Per klasse zijn de volgende afwijkingen toegestaan:

- Klasse 1; sluiting bassin bij elke afwijking
- Klasse 2; sluiting bassin bij tweede opeenvolgende afwijking
- Klasse 3; sluiting bassin bij derde opeenvolgende afwijking

In onderstaande tabel zijn alle nieuwe parameters samengebracht, inclusief frequentie en waar te meten.

parameter	eenheid	Nieuwe norm	Klasse	Te meten in
Vrij beschikbaar chloor; ondergrens binnenbaden ≥ 20 m ² wateroppervlak	mg/l	≥ 1.0	1	Elk bassin
Vrij beschikbaar chloor; bovengrens binnenbaden ≥ 20 m ² wateroppervlak	mg/l	≤ 2.5	2	Elk bassin
Vrij beschikbaar chloor; ondergrens binnenbaden < 20 m ² wateroppervlak + alle buitenbaden	mg/l	≥ 2.0	1	Elk bassin
Vrij beschikbaar chloor; bovengrens binnenbaden > 20 m ² wateroppervlak + alle buitenbaden	mg/l	≤ 5.0	2	Elk bassin
Zuurgraad	pH	$6.8 \leq \text{pH} \leq 7.4$	1	Elk bassin
THMs (als chloroform)	µg/l	≤ 100	2	Hoofdbassins* voor topsporters
Chloraat	mg/l	≤ 30	2	Hoofdbassins* voor topsporters
HCO ₃	mg/l	≥ 30	3	Hoofdbassins*
* hoofdbassin = bassin met grootste inhoud binnen een circulatiesysteem, analoog aan Bhvbz				

De grenzen voor vrij beschikbaar chloor, zuurgraad en HCO₃ moeten door de houder tenminste 2x per dag gemeten worden, of vaker indien nodig, analoog aan eisen in Bhvbz. Een laboratorium bepaalt deze parameters maandelijks.

De grenzen voor THMs en chloraat worden elk kwartaal door een laboratorium bepaald.

De parameters worden bepaald volgens diverse standaarden, analoog aan laatste versie Besluit Activiteiten leefomgeving, hoofdstuk 15

Indien een laboratorium de metingen uitvoert moet deze een accreditatie volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025 voor deze parameters hebben.

Handhaving

Het is het beste de handhaving van deze nieuwe normen bij de provincies te leggen. Daar ligt de handhaving op deze parameters nu ook en daar is alle expertise aanwezig om deze parameters te handhaven. Indien ervoor gekozen wordt de handhaving van deze parameters bij de veiligheidsregio's neer te leggen kunnen er problemen met de handhaving ontstaan door overlappende werkterreinen van provincies en veiligheidsregio's.

References

- Ansaldi, F., Banfi, F., Morelli, P., Valle, L., Durando, P., Sticchi, L., Contos, S., Gasparini, R. and Crovari, P. (2004) SARS-CoV, influenza A and syncytial respiratory virus resistance against common disinfectants and ultraviolet irradiation. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene* 45, 5-8.
- Arduino, M., Berendes, D., Casanova, L., Cunliffe, D., Gelting, R., Handzel, T., Hunter, P., Roda Husman, A.M., Maes, P., Patrick, M. and Sobsey, M. (2020) Water, sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus. 2020.1, W. (ed), p. 9, WHO.
- CDC (2018) Fecal incident Response; Recommendations for Aquatic Staff, CDC, <https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/pdf/fecal-incident-response-guidelines.pdf>.
- CDC (2020) Water and COVID-19 FAQ's, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/water.html>.
- Cromeans, T.L., Kahler, A.M. and Hill, V.R. (2010) Inactivation of Adenoviruses, Enteroviruses, and Murine Norovirus in Water by Free Chlorine and Monochloramine. *Applied and Environmental Microbiology* 76(4), 1028-1033.
- Dellano, C., Vega, Q. and Boesenberg, D. (2009) The antiviral action of common household disinfectants and antiseptics against murine hepatitis virus, a potential surrogate for SARS coronavirus. *American Journal of Infection Control* 37(8), 649-652.
- Girones, R., Carratalà, A., Calgua, B., Calvo, M., Rodríguez-Manzano, J. and Emerson, S. (2014) Chlorine inactivation of hepatitis E virus and human adenovirus 2 in water. *Journal of Water and Health* 12(3), 436-442.
- Kahler, A.M., Cromeans, T.L., Roberts, J.M. and Hill, V.R. (2010) Effects of Source Water Quality on Chlorine Inactivation of Adenovirus, Coxsackievirus, Echovirus, and Murine Norovirus. *Applied and Environmental Microbiology* 76(15), 5159-5164.
- NEN (2008) Swimming pools - Part 2: Safety requirements for operation, p. 37, NEN, Delft.
- Schets, F.M., Engels, G.B. and Leenen, E.J.T.M. (2003) Cryptosporidium en Giardia in Nederlandse zwembaden, RIVM.
- Schets, F.M., Keltjens, L.L.M., Schoon, H., Feyen, L.J.G., (10)(2e), P.J.C.M. and te Biesebeek, J.D. (2014) Normen en methoden voor kwaliteitsparameters in het te wijzigen Besluit hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden (Norms and methods for quality parameters in the new swimming pool act). Ministerie voor Volksgezondheid, W.e.S.M.o.H., Well-being and Sports (ed), p. 78, RIVM, Bilthoven.
- Suppes, L.M., Abrell, L., Dufour, A.P. and Reynolds, K.A. (2013) Assessment of Swimmer Behaviors on Pool Water Ingestion. *Journal of Water and Health* 11(4).
- Thurston-Enriquez, J.A., Haas, C.N., Jacangelo, J. and Gerba, C.P. (2003) Chlorine Inactivation of Adenovirus Type 40 and Feline Calicivirus. *Applied and Environmental Microbiology* 69(7), 3979-3985.

