

Porównanie jakości wody basenowej przed i w czasie trwania pandemii COVID-19 – studium przypadku

Comparison of pool water quality before and during the COVID-19 pandemic – a case study

JOANNA WYCZARSKA-KOKOT, WIOLETTA ZYGUŁA

DOI 10.36119/15.2021.10.7

Porównano jakość wody basenowej przed i w czasie trwania pandemii COVID-19 w wybranym obiekcie basenowym. Przedstawiono zasady funkcjonowania tego obiektu w czasie pandemii i ich wpływ na jakość wody basenowej. Zebrane dane eksploatacyjne systemu uzdatniania wody oraz analiza wyników badań próbek wody pobranych z niecki basenowej i z systemu cyrkulacji w dwóch przedziałach czasowych (przed 02.09.2019-19.03.2020 i w trakcie pandemii 26.03.2020-25.02.2021) pozwoliły stwierdzić lepszą jakość wody w trakcie pandemii.

W wodzie basenowej zmierzono mniejsze stężenia chloru związanego (średnio 0,25 wobec 0,28 mg Cl₂/dm³ przed pandemią), mniejsze wartości utlenialności (średnio 1,0 wobec 1,7 mg O₂/dm³ przed pandemią), mniejsze stężenia azotanów (średnio 7,8 wobec 10,4 mg NO₃⁻/dm³ przed pandemią) i mniejsze stężenia chloroformu (średnio 0,012 wobec 0,019 mg/dm³ przed pandemią). Najwyraźniej zauważalna była poprawa jakości wody pod względem bakteriologicznym. W czasie przed pandemią 3 razy oznaczono wysoki stopień bakteriologicznego skażenia wody basenowej i cyrkulacyjnej (ogólna liczba mikroorganizmów mezofilnych, OLM > 300 jtk/1 ml). W czasie pandemii takiej sytuacji nie stwierdzono. Na poprawę jakości wody zasadniczo wpłynęła zmniejszona liczba osób w grupach pływackich (z max. 40 do max. 20 os./h) oraz skrócony czas pracy filtrów (z 7 do 4 dni między płukaniami złoża filtracyjnego). Przedstawione porównanie może stanowić nowe źródło informacji w zakresie działania basenów w czasie pandemii lub w czasie zagrożenia pandemią.

Słowa kluczowe: jakość wody basenowej, pandemia COVID-19, parametry bakteriologiczne wody basenowej, parametry fizykochemiczne wody basenowej

The quality of pool water was compared before and during the COVID-19 pandemic in a selected swimming pool. The principles of operation of this swimming pool during the pandemic and their impact on the quality of swimming pool water were presented. The collected operational data of the water treatment system and the analysis of the results of tests of water samples taken from the pool basin and from the circulation system in two time periods (before 02.09.2019-19.03.2020 and during 26.03.2020-25.02.2021 the pandemic) allowed to determine better water quality during the pandemic. In the swimming pool water, lower concentrations of combined chlorine were measured (0.25 on average compared to 0.28 mg Cl₂/dm³ before the pandemic), lower values of oxidisability (1.0 on average compared to 1.7 mg O₂/dm³ before the pandemic), lower nitrate concentrations (7.8 on average compared to 10.4 mg NO₃⁻/dm³ before the pandemic) and lower concentrations of chloroform (0.012 on average compared to 0.019 mg/dm³ before the pandemic). The bacteriological improvement in water quality was apparently noticeable. Before the pandemic, a high degree of bacteriological contamination of swimming pool and circulation water was determined 3 times (total number of mesophilic microorganisms, TNM > 300 CFU/1 mL). Such a situation was not found during the pandemic. The improvement of the water quality was significantly influenced by the reduced number of swimmers (from a maximum of 40 to a maximum of 20 per hour) and shorter operation time of the filters (from 7 to 4 days between washing of the filter bed). The presented comparison may provide a new source of information on the operation of swimming pools during a pandemic or in a time of a pandemic threat.

Keywords: pool water quality, COVID-19 pandemic, bacteriological parameters of pool water, physicochemical parameters of pool water

Wstęp

Nowy koronawirus (SARS-CoV-2), odpowiedzialny za chorobę zakaźną (COVID-19), wywołał bezprecedensowy wpływ na wiele dziedzin życia społeczeństwa w większości krajów świata.

W pierwszej połowie 2020 r. choroba COVID-19, prowadząca do ostrej niewydolności oddechowej, spowodowała paraliż całego niemal świata. Po pierwszych zgłoszonych przypadkach w listopadzie

2019 r. w Chinach koronawirus SARS-CoV-2 szybko rozprzestrzenił się na całym świecie. łączna liczba zgłoszonych przypadków wynosi obecnie ponad 219 milionów, a łączna liczba zgonów to ponad 4,5 miliona (dane z dnia 15.09.2021).

dr hab. inż. Joanna Wyczarska-Kokot <https://orcid.org/0000-0002-2284-8542>, mgr inż. Wioletta Zyguła – Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Inżynierii Wody i Ścieków, Gliwice.

Adres do korespondencji/Corresponding author: e-mail: joanna.wyczarska-kokot@polsl.pl

Większość krajów walczy z rozprzestrzenianiem się wirusa za pomocą masowych testów przesiewowych COVID-19 i ustanawiania publicznej polityki dystansu społecznego [1].

Pandemia COVID-19 zmieniła zasady działania przede wszystkim w sektorze medycznym, gospodarczym i turystycznym. Restrykcyjne zasady działania nie ominęły także jednostek związanych z kulturą, rozrywką i sportem. W marcu 2020 r. na kilka tygodni zamknięte zostały baseny miejskie i szkolne.

W wytycznych Ministerstwa Rozwoju i Technologii oraz Głównego Inspektoratu Sanitarnego podawane są zasady funkcjonowania basenów i saun mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa w obiekcie basenowym, zapewnienie bezpieczeństwa pracowników, zapewnienie bezpieczeństwa użytkowników, procedury zapobiegawcze w przypadku podejrzenia zakażenia koronawirusem pracownika oraz procedury postępowania w przypadku podejrzenia takiego zakażenia u użytkownika [2, 3, 4].

Wobec bardzo restrykcyjnych wymogów funkcjonowania obiektów basenowych na przełomie kwietnia i maja 2020 r. część basenów pozostało nadal zamknięte, a część udostępniała niecki basenowe tylko klubom sportowym, których członkowie mogli odbywać treningi. Na początku 2021 r. baseny zostały ponownie otwarte, ale ich tryb pracy nadal podlega wspomnianym wyżej wytycznym. W celu zwiększenia wymaganego dystansu społecznego, wprowadzone obostrzenia dotyczą przede wszystkim ograniczenia liczby osób wchodzących w jednym czasie do niecki basenowej i tym samym liczby czynnych szafek w szatniach (od 25% do 75%).

Bez względu na sytuację pandemiczną wywołaną SARS-CoV-2, funkcjonowanie basenów opiera się na założeniu, że jakość wody basenowej nie stanowi zagrożenia zdrowia u osób korzystających z kąpeli i spełnia warunki zawarte w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 r. w sprawie wymagań jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach [5].

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne i fizykochemiczne występujące w wodzie basenowej mogą zagrażać zdrowiu oraz prowadzić do zachorowań jej użytkowników [6, 7]. Aby zapewnić bezpieczeństwo zdrowotne użytkowników basenów należy w tych obiektach dbać o sprawnie działające urządzenia oczyszczające wodę, utrzymywać prawidłowe warunki higieniczno-sanitarne na terenie obiektu, uzupełniać straty wody obiegowej i stale przypominać użytkownikom o konieczności

kąpeli pod natryskami przed wejściem na halę basenową.

W związku z aktualną sytuacją sanitarno-epidemiologiczną i związanymi z nią zasadami postępowania w zakresie działania obiektów basenowych monitorowanie jakości wody w obiegach basenowych nabiera szczególnego znaczenia.

Podjęty temat pracy ma na celu porównanie wielkości parametrów fizykochemicznych i bakteriologicznych jakości wody basenowej przed czasem pandemii COVID-19 oraz w trakcie jej trwania. Porównanie takie stanowi źródło nowych informacji o wpływie zmienionych zasad funkcjonowania basenów i stacji oczyszczania wody na jakość wody basenowej.

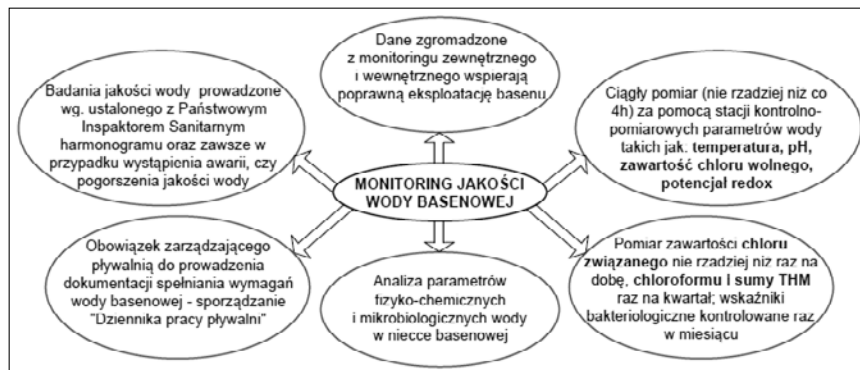
Kontrola i kryteria oceny jakości wody basenowej

Zgodnie z Ustawą o sporcie z dnia 25 czerwca 2010 r. (Dz.U. 2010, nr 127, poz. 857) zapewnianie bezpieczeństwa zdrowotnego osób pływających należy do osób prawnych i fizycznych prowadzących działalność w tym zakresie. Skutkiem tego osoby kierujące obiektami basenowymi powinny zapewnić jak najlepszą jakość wody basenowej oraz dokonywać jej kontroli [8].

cyrkulacyjnej) jednostek tworzących kolonie (jtk) bakterii wskaźnikowych *Pseudomonas aeruginosa* lub *Escherichia coli* oraz gdy ogólna liczba bakterii mezofilnych OLM (oznaczanych w temperaturze $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ w ciągu 44 ± 4 godzin) wyniesie powyżej $100 \text{ jtk}/\text{cm}^3$ w nieckach basenowych lub powyżej $20 \text{ jtk}/\text{cm}^3$ w wodzie cyrkulacyjnej, zarządza się zamknięcie obiektu basenowego i wdrożenie procedur przewidzianych na wypadek mikrobiologicznego skażenia wody. Podobne działania przewiduje się w przypadku stwierdzenia obecności jtk *Legionella sp.* w próbkach wody z obiegów basenowych wyposażonych w urządzenia do hydromasażu, wytwarzających aerozol lub z temperaturą wody powyżej 30°C [5].

Prowadzenie stałego monitoringu jakości wody w niecce basenowej i w obiegu wody uzdatnianej daje możliwość szybkiego wykrycia odstępstw parametrów jakości wody od zaleceń prawnych. Ważnymi danymi, które należy kontrolować i archiwizować są frekwencja, zapotrzebowanie na wodę uzupełniającą straty (najczęściej jest to woda wodociągowa) oraz czas trwania cykli filtracyjnych [5, 11, 12].

Charakterystykę monitoringu jakości wody basenowej przedstawiono na rys 1.



Rys. 1. Charakterystyka monitoringu jakości wody basenowej (na podstawie [5, 11, 12])

Wpływ na jakość wody w nieckach basenowych mają przede wszystkim: obciążenie niecek basenowych (os./h), liczba całkowitych wymian wody w nieckach w ciągu doby lub tzw. przewalowanie wody, stosowana technologia oczyszczania wody, rodzaj i stężenie środka dezynfekcyjnego [9, 10].

Podstawowym i pierwszym kryterium przydatności wody basenowej do kąpeli jest jej właściwa jakość bakteriologiczna. Uzupełniającym i drugim kryterium jest odpowiednia jakość fizykochemiczna.

W przypadku stwierdzenia obecności w próbkach wody basenowej lub w próbkach wody dopływającej do niecki (wody

W przypadku wykrycia ponadnormalnego skażenia mikrobiologicznego wody na pływalniach zasady postępowania określają Wytyczne Głównego Inspektoratu Sanitarnego [13]. W pierwszej kolejności należy dokonać ponownego powtórzenia badania, aby zweryfikować ewentualną pomyłkę laboratoryjną i potwierdzić wykryte skażenie wody. W przypadku ponownego zaświadczenia, iż woda została skażona wymagane jest zastosowanie chlorowania szokowego, czyli chlorowania wody wysokimi dawkami środka do dezynfekcji. Jeżeli przeprowadzona dezynfekcja szokowa nie przyniesie w krótkim czasie oczekiwanego

rezultatu, z uwagi na zdrowie użytkowników basenów, basen może zostać zamknięty [9, 13, 14].

Charakterystyka analizowanego basenu

Badania przeprowadzono dla przyшкольного basenu sportowo-rekreacyjnego, zasilanego wodą z miejskiej sieci wodociągowej. Z basenu korzystają uczniowie szkoły podstawowej w ramach lekcji wychowania fizycznego oraz lokalne grupy sportowe w ramach treningów.

Podstawowe parametry techniczne niecki i obiegu basenowe:

- wymiary niecki: 25 m x 12,5 m,
- powierzchnia lustra wody: 312,5 m²,
- głębokość niecki 1,2 m – 1,8 m,
- objętość niecki 469 m³,
- liczba filtrów: 2,
- wydajność procesu filtracji: 232 m³/h,
- średnica filtra: 2,2 m,
- powierzchnia filtracyjna jednego filtra: 3,8 m²,
- wysokość złoża filtracyjnego 1,2 m,
- prędkość filtracji 30 m/h,
- czas przewalowania wody (pełnej wymiany wody w niecce): 2,02 h

Niecka basenu wyposażona jest w pionowy system przepływu wody z czynnym przelewem, odprowadzającym wypartą wodę do zbiornika wyrównawczego o pojemności 30 m³. Ze zbiornika wyrównawczego za pomocą dwóch pomp obiegowych zintegrowanych z filtrami wstępnymi (tzw. łapaczami włókien i włosów) woda jest tłoczona do systemu filtracyjnego. Do rurociągu doprowadzającego wodę do filtrów dozowany jest 5% roztwór pentahydroksychloru diglinu. Jeśli pH wody wymagało korekty, stosowano 50% roztwór kwasu siarkowego. Stacja oczyszczania wody basenowej została wyposażona w automatyczny system dozowania odczynników i kontrolowania podstawowych parametrów jakości wody (temperatura, pH, potencjał redox, chlor wolny). W celu dezynfekcji wody stosowano 15% roztwór stabilizowanego podchlorynu sodu. Przed pandemią złoża filtracyjne płukane były raz w tygodniu, w czasie pandemii co 4 dni. Woda do płukania pobierana była ze zbiornika wyrównawczego. Na płukanie jednego złoża zużyto ok. 15 m³ wody.

W czasie szkolnych wakacji (lipiec i sierpień 2020 r.) basen był wyłączony z eksploatacji.

Zgodnie z wytycznymi dla funkcjonowania basenów i saun w trakcie epidemii SARS-CoV-2 w Polsce, w każdym obiekcie basenowym po jego otwarciu należało

wprowadzić konieczne środki ostrożności, aby zminimalizować ryzyko zakażeń [2, 3, 4].

W rozpatrywanym basenie:

- ograniczono liczbę osób wchodzących na teren pływalni o połowę, czyli z dopuszczalnej 40 do 20 osób w ciągu 1 godziny,
- w dozwolonej, mniejszej grupie korzystających z kąpeli dopilnowano zachowania minimum 1,5-metrowego dystansu na terenie obiektu,
- zastosowano częstą dezynfekcję klamek drzwi, ławek, baterii czepalnych, przyborów sanitarnych, a także wszelkich innych powierzchni, z którymi użytkownicy basenu mogli mieć kontakt,
- w widocznych miejscach wywieszono instrukcje dotyczące prawidłowego mycia i dezynfekcji rąk, mycia ciała pod prysznicem oraz nakazy zakładania maseczek ochronnych podczas przemieszczania się po terenie pływalni, z wyłączeniem czasu kąpeli.

Materiały i metodyka analiz

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonanych w dwóch przedziałach czasowych (przed pandemią COVID-19 i jej trakcie) oceniono jakość wody w wybranym obiekcie basenowym i porównano ją do obowiązujących wymagań w tym zakresie [5].

Pierwszy przedział obejmuje czas od 2 września 2019 r. do 19 marca 2020 r. Drugi przedział obejmuje czas od 26 marca 2020 r. do 25 lutego 2021 r.

Analizowane były wyniki badań fizykochemicznych i bakteriologicznych próbek wody pobranych z niecki basenowej oraz wody z systemu cyrkulacji (próbki wody dopływającej do niecki basenowej po procesie uzdatniania).

Pobieranie próbek wody odbywało się zgodnie z wytycznymi ujednoczonej normy PN-EN ISO 5667-3: 2013-05 Jakość wody

– Pobieranie próbek – Część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami wody.

W czasie przed pandemią badania fizykochemiczne próbek wody z niecki basenowej były wykonane 22 razy, a próbek wody z systemu cyrkulacji 5 razy. W trakcie pandemii badania fizykochemiczne próbek wody z niecki basenowej były wykonane 31 razy, a próbek wody z systemu cyrkulacji 7 razy. Z kolei badania bakteriologiczne próbek wody z niecki basenowej przed pandemią były wykonane 11 razy, a próbek wody z systemu cyrkulacji 4 razy. W trakcie pandemii badania bakteriologiczne próbek wody basenowej były wykonane 15 razy, a próbek wody z systemu cyrkulacji 9 razy.

Analizowanymi parametrami fizykochemicznymi były: pH, potencjał oksydacyjno-redukcyjny (redox) i temperatura oznaczone metodą potencjometryczną, mętność metodą nefelometryczną, chlor wolny, chlor związany i azotany metodą fotometryczną, utlenialność metodą miareczkową, chloroform oraz suma THM (trihalogenometanów) czyli suma trichlorometanu (chloroformu), dibromochlorometanu i tribromometanu metodą chromatografii gazowej.

Analizowanymi parametrami bakteriologicznymi były organizmy wskaźnikowe, charakterystyczne dla wód basenowych, czyli *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella sp.*, *Escherichia coli* oznaczone metodą filtracji membranowej, gronkowce koagulazo-dodatnie i ogólna liczba mikroorganizmów mezofilnych (w 36±2°C po 48 h) metodą horyzontalną z zastosowaniem pożywki agarowej.

Wyniki badań

W tabeli 1 zestawiono wartości średnie oraz zakres wartości (od minimalnej do maksymalnej) dla fizykochemicznych parametrów jakości wody z niecki basenowej z czasu przed pandemią COVID-19 i w jej trakcie.

Tabela 1. Wyniki badań fizykochemicznych parametrów wody z niecki basenowej

Parametr, jednostka	Woda z niecki basenowej			
	Przed pandemią COVID-19		W trakcie pandemii COVID-19	
	Średnia	Zakres	Średnia	Zakres
Azotany, mg NO ₃ /dm ³	10,4	4,5-18,0	7,8	4,5-10,2
Chlor ogólny, mg Cl ₂ /dm ³	0,71	0,55-1,57	0,71	0,45-1,39
Chlor wolny, mg Cl ₂ /dm ³	0,44	0,29-1,2	0,46	0,20-1,20
Chlor związany, mg Cl ₂ /dm ³	0,28	0,19-0,49	0,25	0,11-0,52
Mętność, NTU	0,10	0,10-0,12	0,12	0,10-0,17
Potencjał redoks, mV	734	658-821	726	673-787
pH, –	6,9	6,7-7,2	6,9	6,5-7,4
THM, mg/dm ³	0,019	0,016-0,025	0,017	0,016-0,022
Trichlorometan, mg/dm ³	0,019	0,012-0,025	0,012	0,006-0,022
Utlenialność, mg O ₂ /dm ³	1,7	1,06-2,78	1,0	0,5-2,7

Tabela 2. Wyniki badań fizykochemicznych parametrów wody z systemu cyrkulacji

Parametr, jednostka	Woda z systemu cyrkulacji			
	Przed pandemią COVID-19		W trakcie pandemii COVID-19	
	Średnia	Zakres	Średnia	Zakres
Azotany, mg NO ₃ ⁻ /dm ³	8,8	4,5-13,5	7,6	4,5-10,7
Chlor ogólny, mg Cl ₂ /dm ³	0,67	0,59-0,74	0,63	0,40-1,25
Chlor wolny, mg Cl ₂ /dm ³	0,50	0,44-0,55	0,48	0,31-1,10
Chlor związany, mg Cl ₂ /dm ³	0,17	0,14-0,20	0,15	0,07-0,27
Mętność, NTU	0,10	0,10-0,11	0,10	0,10
Potencjał redoks, mV	719	693-750	709	675-750
pH, -	7,0	6,8-7,2	6,9	6,7-7,0
THM, mg/dm ³	0,019	0,017-0,021	0,017	0,016-0,017
Trichlorometan, mg/dm ³	0,019	0,017-0,021	0,015	0,013-0,020
Utlenialność, mg O ₂ /dm ³	2,1	1,5-2,8	1,0	0,5-2,8

W tabeli 2 zestawiono wartości średnie oraz zakres wartości (od minimalnej do maksymalnej) dla fizykochemicznych parametrów jakości wody z systemu cyrkulacji z czasu przed pandemią COVID-19 i w jej trakcie.

Uzyskane wyniki badań bakteriologicznych wody basenowej i cyrkulacyjnej przedstawiono na rys. 11 i rys. 12.

Studium wyników badań

Parametry fizykochemiczne

Wartość pH wody ma podstawowe znaczenie dla prawidłowego przebiegu procesu koagulacji, dezynfekcji i potencja-

łu tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji (UPD) [15].

Średnie wartości pH wody z niecki basenowej i wody cyrkulacyjnej, zarówno przed jak i w trakcie pandemii COVID-19, mieściły się w zakresie wartości zalecanych w rozporządzeniu [5], czyli między 6,5 a 7,6 (rys. 2). Rozrzut wartości pH badanych próbek wody wynosił od 6,7 do 7,4.

Dla wody w nieckach sportowo-rekreacyjnych wymagana jest wartość potencjału redoks co najmniej 750 mV [5]. Dla wody cyrkulacyjnej rozporządzenie nie określa wartości zalecanych. W zakresie analizowanych próbek wody basenowej tylko w 3 próbkach wartości redox wy-

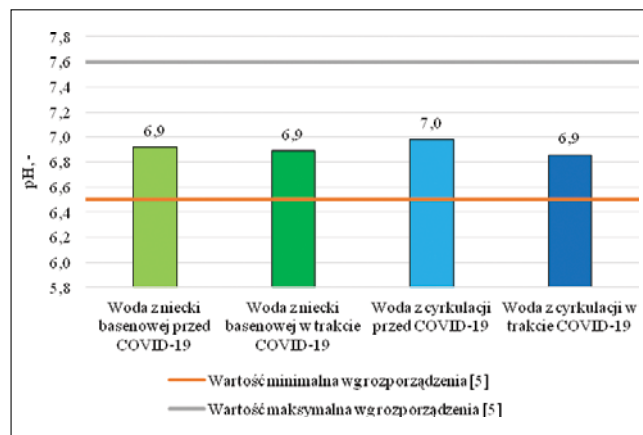
siły powyżej 750 mV i były to próbki pobrane już w czasie kiedy zagrożenie pandemią było niemalże oczywiste (luty/marzec 2020 r.). W czasie pandemii wartości redox w 12 na 31 próbek wody odpowiadały wartości zalecanej a w 11 próbkach były zbliżone do zalecanej i wynosiły ok. 730 mV. Analiza wartości redox daje możliwość oceny procesu chlorowania i prędkości niszczenia bakterii. Im wyższa wartość redox tym lepsze zabezpieczenie osób kąpiących się przed ryzykiem zakażenia w czasie kąpieli [16]. W analizowanym przypadku średnie wartości potencjału redox nie osiągały zalecanego poziomu (rys. 3).

Mętność wody basenowej jest ważnym parametrem, określającym stopień zanieczyszczenia wody basenowej oraz sprawność procesu koagulacji i filtracji [17].

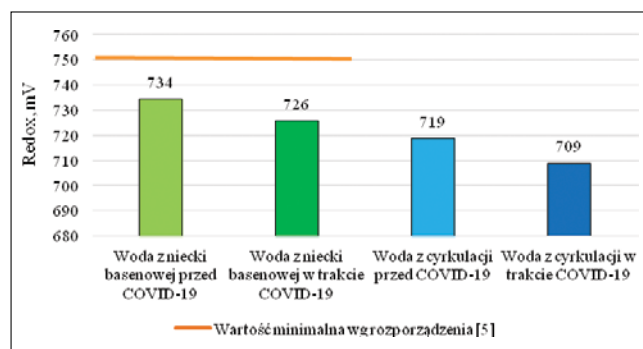
Mętność wody basenowej i cyrkulacyjnej była bardzo niska i nie przekraczała wartości 0,2 NTU, przy dopuszczalnej 0,5 NTU (rys. 4).

Chlor wolny i związany może występować w wodzie basenowej równocześnie, dlatego też ustalenie postaci chloru jest bardzo ważne ze względu na przebieg i efekt dezynfekcji wody oraz właściwości organoleptyczne i zdrowotne wody [18].

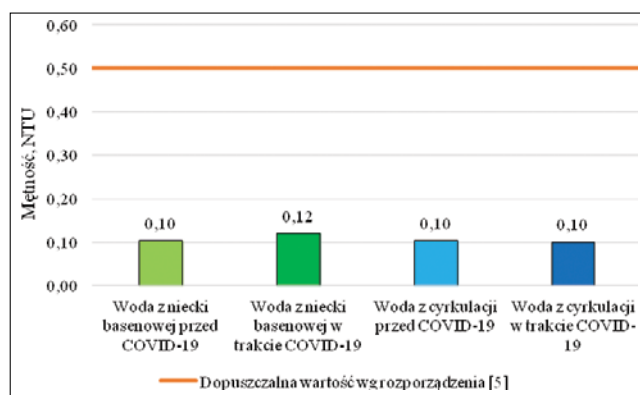
Maksymalne stężenie chloru wolnego w niecce basenowej, dla której przy



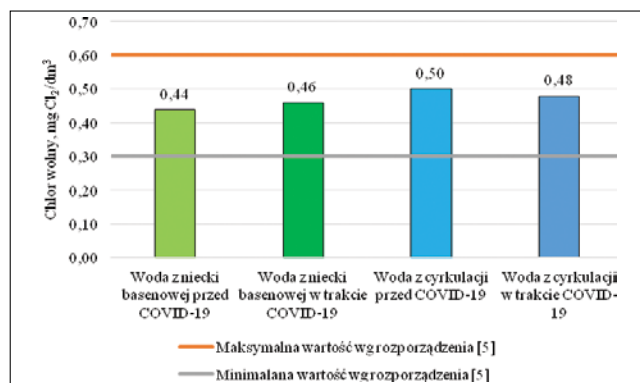
Rys. 2. Średnie wartości pH wody w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji



Rys. 3. Średnie wartości redox wody w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji



Rys. 4. Średnie wartości mętności wody w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji



Rys. 5. Średnie stężenia chloru wolnego w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji

dezynfekcji wody związkami chloru nie przewidziano dodatkowego wspomagania, np. naświetlaniem promieniami UV wynosi 0,6 mg Cl₂/dm³. W sytuacji przekroczenia dopuszczalnych wartości wskaźników bakteriologicznych lub przy bardzo intensywnym obciążeniu niecki basenowej kąpiącymi się, dopuszcza się krótkotrwałe stężenie chloru wolnego nie większe niż 3,0 mg Cl₂/dm³ [5]. Zarówno w wodzie w niecce basenowej jak i z systemu cyrkulacji średnie stężenia chloru wolnego nie przekroczyły wartości 0,6 mg Cl₂/dm³ (rys. 5). Zarówno w czasie przed oficjalnym ogłoszeniem stanu pandemii (w próbce z dnia 19.03.2020 r.) oraz w jej początkowym okresie (w 3 próbkach na przełomie marzec/kwiecień 2020 r) w wodzie basenowej oraz w wodzie cyrkulacyjnej oznaczono stężenia chloru w zakresie 0,85-1,2 mg Cl₂/dm³. Brak jednoznacznych wytycznych i szczegółowych informacji o charakterze koronawirusa SARS-CoV-2 powodował, że w tym czasie wielu zarządców obiektów basenowymi stosowało dezynfekcję wody wyższymi niż zwykle stosowanymi dawkami chloru jako zabezpieczenie prewencyjne.

Średnie zawartości chloru związanego przed pandemią COVID-19 i w jej trakcie w wodzie z niecki basenowej i z systemu cyrkulacji nie przekroczyły wartości dopuszczalnych, odpowiednio 0,3 mg Cl₂/dm³ i 0,2 mg Cl₂/dm³ (rys. 6). Przed pandemią w wodzie basenowej w 3 próbkach na 22 pobrane oznaczono stężenie chloru związanego > 0,3 mg Cl₂/dm³ (0,37, 0,40 i 0,49 mg Cl₂/dm³). W trakcie pandemii przekroczenie tego parametru stwierdzono raz w wodzie basenowej (0,52 mg Cl₂/dm³) i raz w wodzie zasilającej nieckę (0,27 mg Cl₂/dm³).

Na podstawie pomiaru utlenialności można ocenić stopień zanieczyszczenia wody basenowej świeżą materią organiczną i potencjał tworzenia UPD [19].

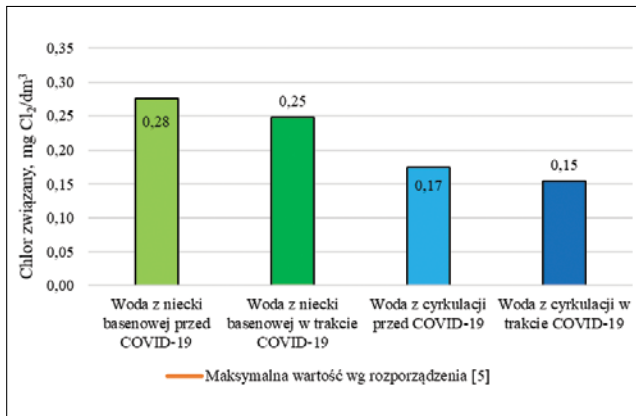
Według wytycznych rozporządzenia [5] maksymalna wartość utlenialności w wodzie z niecki basenowej może wynosić 4 mg O₂/dm³. Średnie wartości tego parametru w wodzie z niecki przed pandemią COVID-19 oraz w trakcie jej trwania nie przekroczyły tej wartości (rys. 7). Woda z niecki basenowej przed COVID-19 i woda z systemu cyrkulacji charakteryzowały się wyższą średnią wartością

utlenialności niż po wybuchu pandemii. Podkreślić należy, że wartość utlenialności dla wody z obiegu basenowego wyliczana jest jako różnica między wartością utlenialności zmierzoną w próbce wody z niecki lub z systemu cyrkulacji a wartością utlenialności zmierzoną w próbce wody wodociągowej uzupełniającej straty wody [5].

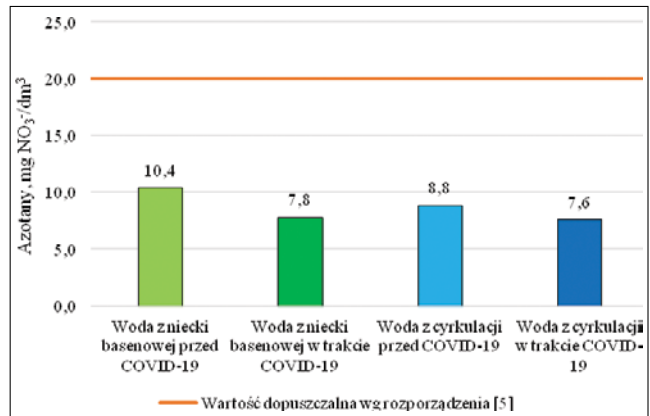
Wielkość stężenia azotanów w wodzie basenowej określa stopień zanieczyszczenia materią organiczną, efekty dezynfekcji, sprawność procesu oczyszczania i stopień uzupełniania obiegu basenowego świeżą wodą wodociągową [20].

Średnie stężenia azotanów w wodzie z niecki basenowej i z cyrkulacji przed i w trakcie COVID-19 zawierały się w zakresie 7,6 – 10,4 mg NO₃⁻/dm³ (rys. 8). Wszystkie oznaczone stężenia azotanów nie przekroczyły wartości dopuszczalnej, tj. 20 mg NO₃⁻/dm³.

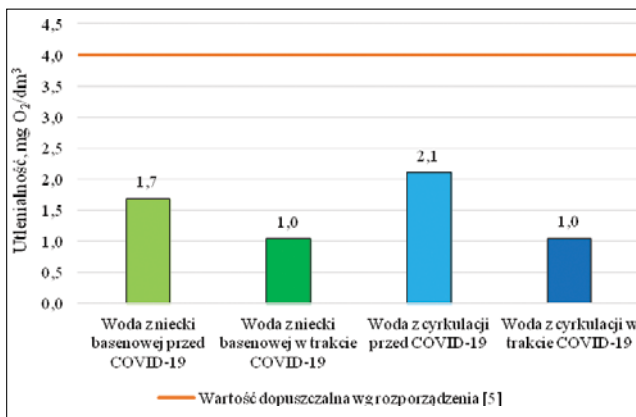
Wskaźnikiem obciążenia wody basenowej UPD, szczególnie uciążliwymi dla kąpiących się ze względu na łatwość uwalniania się do powietrza i gromadzenia się nad lustrem wody, jest chloroform (trichlorometan), związek o największym



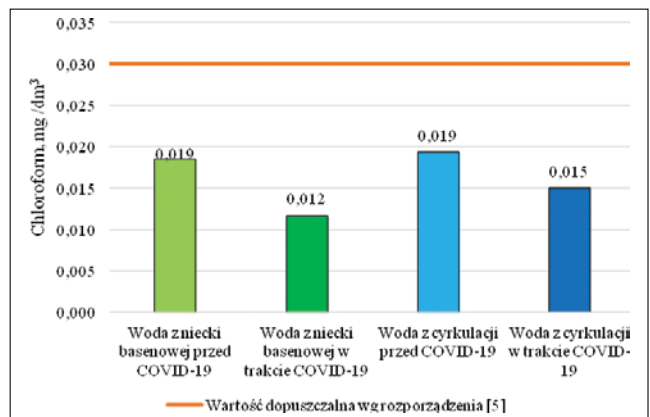
Rys. 6. Średnie stężenia chloru związanego w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji



Rys. 8. Średnie stężenia azotanów w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji



Rys. 7. Średnie wartości utlenialności w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji

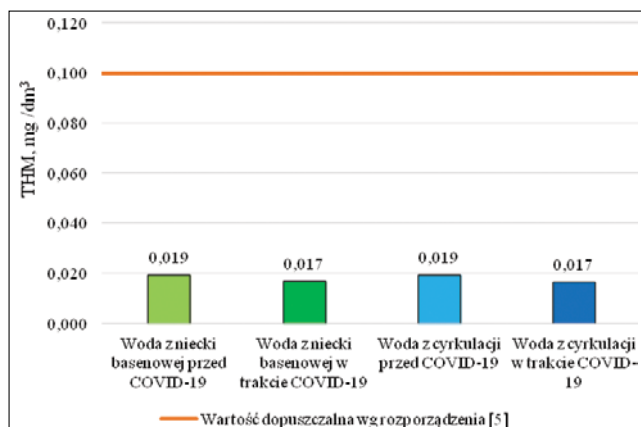


Rys. 9. Średnie stężenia chloroformu w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji

udziale w sumie THM w wodach basenowych [21, 22].

Średnie zawartości chloroformu w wodzie zarówno z niecki basenowej, jak i z systemu cyrkulacji były wyższe przed pandemią w porównaniu do czasu pandemii (rys. 9). Największe stężenie chloroformu w wodzie z niecki basenowej przed pandemią wynosiło 0,025 mg/dm³ a podczas pandemii 0,022 mg/dm³. W rozpatrywanym czasie przed pandemią chloroform w wodzie basenowej oznaczany był 8 razy. W 5 próbkach stanowił 100% sumy THM, a w pozostałych 3 próbkach 75%, 87% i 94%. Z kolei w czasie pandemii chloroform oznaczany był w 13 próbkach. W 3 próbkach stanowił 100% sumy THM, a w pozostałych od 38% do 94%.

Stężenie sumy THM w wodzie basenowej nie powinno przekraczać 0,1 mg/dm³ [5]. Średnie stężenia sumy THM w wodzie z niecki basenowej i z systemu cyrkulacji przed i w trakcie pandemii COVID-19 były znacznie mniejsze od stężenia dopuszczalnego i zawierały się w zakresie 0,017 – 0,019 mg/dm³ (rys. 10).



Rys. 10. Średnie stężenia sumy THM w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji

Podczas gdy przed pandemią w ciągu godziny mogło pływać maksymalnie 40 osób to w czasie pandemii, ze względu na obowiązujące obostrzenia i reżim sanitarny, dopuszczalna liczba pływających osób wynosiła 20. Przypuszczać zatem można, że znacznie mniejsza liczba pływających osób wpłynęła na zmniejszenie stężenia sumy THM (w tym na stężenia chloroformu), azotanów, chloru związanego i wartości utlenialności w wodzie basenowej w porównaniu do wartości tych parametrów w czasie przed pandemią.

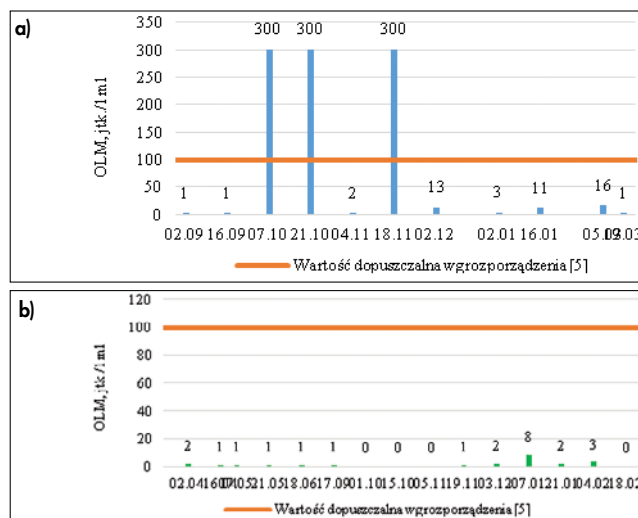
Parametry bakteriologiczne

W badaniach bakteriologicznych próbek wody basenowej przed COVID-19 oraz w trakcie trwania pandemii nie wykazano obecności gronkowców koagulaz-

o dodatnich, bakterii *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* oraz *Legionella sp.*

Na 11 pobranych próbek wody z niecki basenowej do analizy bakteriologicznej, w czasie przed pandemią od 02.09.2020 r. do 19.03.2020, w 3 stwierdzono ponadnormatywną OLM, tj. 300 jtk/1 ml (rys. 11a). Z kolei w 15 próbkach wody z niecki basenowej, w trakcie pandemii od 26.03.2020 r.

Rys. 11. OLM – ogólna liczba mikroorganizmów mezofilnych w wodzie z niecki basenowej a) przed COVID-19, b) w czasie COVID-19



Rys. 10. Średnie stężenia sumy THM w wodzie w niecce basenowej i w systemie cyrkulacji

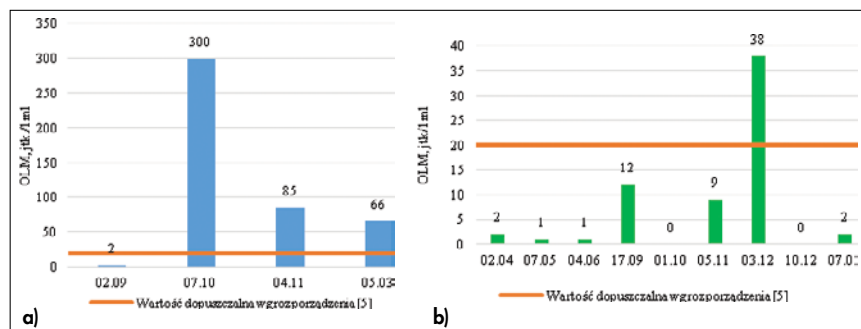
(rys. 12 a). W czasie pandemii na 9 podanych analizie próbek wody w jednej stwierdzono OLM > 20 jtk/1 ml, tj. 38 jtk/1 ml (rys. 12b).

Podsumowanie

Negatywne skutki i szybkość rozprzestrzeniania się chorobotwórczego korona-

wirusa SARS-CoV-2 spowodowały uwrażliwienie i przekonanie społeczeństwa o konieczności zachowania wysokich standardów higieny, konieczności przeprowadzania dezynfekcji pomieszczeń i zachowania dystansu społecznego. Nowe zasady działania, obostrzenia i rygorystyczne przepisy zostały wprowadzone niemal w każdej dziedzinie życia, w tym również w zakresie korzystania z obiektów basenowych.

Pierwszym kryterium stanowiącym o bezpiecznych warunkach do pływania są odpowiednie wartości bakteriologicznych parametrów wody. Zarówno przed



Rys. 12. OLM – ogólna liczba mikroorganizmów mezofilnych w wodzie z systemu cyrkulacji a) przed COVID-19, b) w czasie COVID-19

do 25.02.2021 r. OLM nie przekroczyła 8 jtk/1 ml (rys. 11b).

W 3 na 4 pobrane próbki wody z cyrkulacji (dopływającej do niecki po procesach uzdatniania) w czasie przed pandemią wykryto ponadnormatywną OLM

jak i w trakcie COVID-19 w wodzie basenowej i wodzie zasilającej basen po procesie uzdatniania (z systemu cyrkulacji) nie stwierdzono obecności bakterii wskaźnikowych *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Legionella sp.* oraz gronkowców

koagulazododatnich. Znacząco różniły się wyniki badań ogólnej liczby mikroorganizmów mezofilnych (OLM) wykonane w rozpatrywanym czasie przed i w trakcie pandemii. Podczas gdy w czasie przed pandemią aż 3 razy oznaczono wysoki stopień bakteriologicznego skażenia wody basenowej i cyrkulacyjnej (OLM > 300 jtk/1 ml), to w czasie pandemii takiej sytuacji nie stwierdzono.

Drugim i uzupełniającym kryterium są odpowiednie wartości fizykochemicznych parametrów wody. Pod względem fizykochemicznym w wodzie basenowej stwierdzono większe stężenia chloru wolnego (nawet 1,2 mg Cl₂/dm³) w trakcie pandemii i wynikające z tego mniejsze stężenia chloru związanego w porównaniu do czasu przed pandemią, mniejsze wartości utlenialności, mniejsze stężenia azotanów, sumy THM i chloroformu w czasie pandemii niż w analizowanym czasie przed pandemią.

Wyższe niż zalecane stężenia chloru wolnego w wodzie badanego basenu, zmierzone w początkowym okresie po ogłoszeniu stanu pandemii i rosnącego zagrożenia zakażenia się koronawirusem Sars-CoV-2, wskazują na przeprowadzaną szokową dezynfekcję wody w niecce i obiegu basenowym.

Biorąc pod uwagę zebrane dane eksploatacyjne systemu uzdatniania wody, wyniki badań jakości wody w obiegu basenowym i rozpatrywane przedziały czasowe stwierdzono lepszą jej jakość w trakcie pandemii.

Na taki stan zasadniczo wpłynęła zmniejszona liczba osób w grupach pływackich (z max. 40 do max. 20 os./h) oraz skrupulatniejsze przestrzeganie higieny osobistej głównie wśród uczniów korzystających z lekcji pływania. Dodatkowym czynnikiem niewątpliwie wpływającym na lepszą jakość wody w czasie pandemii było skrócenie filtrycyklu. Przed pandemią złoża filtracyjne płukane były tylko raz tygodniu, a w czasie pandemii co 4 dni. Z jednej strony skrócony filtrycykl przekładał się na zwiększone zapotrzebo-

wanie na wodę wodociągową uzupełniającą straty (na płukanie złożeń filtracyjnych), ale z drugiej strony pozytywnie wpłynął na odświeżenie wody w obiegu basenowym (rozcieńczenie związków, które w procesie filtracji ze względu na rozpuszczoną formę nie są usuwane, jak np. azotany czy uboczne produkty dezynfekcji).

Przedstawione zasady działania wybranego obiektu basenowego, zwrócenie uwagi na potrzebę regularnej kontroli jakości wody i zaprezentowanie wpływu zmienionych zasad funkcjonowania basenów i stacji oczyszczania wody na jakość wody basenowej mogą stanowić nowe źródło informacji w zakresie eksploatacji basenów w trudnym czasie pandemii lub w czasie zagrożenia pandemią.

BIBLIOGRAFIA

- 1] <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- 2] Wytyczne dla funkcjonowania basenów i saun w trakcie epidemii SARS-CoV-2 w Polsce. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-pracatechnologia/baseny-i-sauny>.
- 3] <https://www.gov.pl/web/koronawirus/aktualne-zasady-i-ograniczenia>
- 4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 maja 2021 r., w sprawie ustanowienia określonych ograniczeń, nakazów i zakazów w związku z wystąpieniem stanu epidemii (Dz. U. 2021 poz. 861).
- 5] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 r. w sprawie wymagań jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach (Dz. U. 2015 poz. 2016).
- 6] A. Gomà, R. de Luis, J. Roca-Ferrer, J. Lafuente, C. Picado, Respiratory, ocular and skin health in recreational and competitive swimmers: Beneficial effect of a new method to reduce chlorine oxidant derivatives, *Environ. Res.* 152 (2017) 315–321.
- 7] T. Pándics, Á. Hofer, G. Dura, M. Vargha, T. Szigeti, E. Tóth, Health risk of swimming pool disinfection by-products: a regulatory perspective, *J. Water Health.* 16 (2018) 947–957.
- 8] Ustawa o sporcie z dnia 25 czerwca 2010 r. (Dz.U. 2010, nr 127, poz. 857).
- 9] H. Gosling, B. Guthrie, R. Riley, J. Calvert, G. Nichols, A. Elphick, P. Penny, D. Whittingham(Eds.), *Swimming pool water: Treatment and quality standards for pools and spas*, 3rd ed., Pool Water Treatment Advisory Group (PWTAG), 2017.
- 10] J. Wyczarska-Kokot, Wielospektrowa analiza parametrów wpływających na jakość wód basenowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2020.
- 11] J. Wyczarska-Kokot, A. Lempart, M. Dudziak, E. Taskawiec: Impact of swimming pool water treatment system factors on the content of selected disinfection by-products. *Environmental Monitoring and Assessment* 192 (2020), 722.
- 12] M. Grabarek., J. Wyczarska-Kokot, Monitorowanie jakości wody w wybranych obiektach basenowych INSTAL 12 (2017) 44-48.
- 13] Wytyczne Głównego Inspektoratu Sanitarnego w sprawie wymagań jakości wody oraz warunków sanitarno-higienicznych na pływalniach Główny Inspektorat Sanitarny, Departament Bezpieczeństwa Zdrowotnego Wody, Warszawa, 2014.
- 14] J. Wyczarska-Kokot, K. Grübel, Wpływ chlorowania szokowego na zawartość chloramin w wodzie basenu rehabilitacyjnego. *INSTAL* 1 (2020), 36-39.
- 15] K.M.S. Hansen, S. Willach, M.G. Antoniou, H. Mosbæk, H.J. Albrechtsen, H.R. Andersen, Effect of pH on the formation of disinfection byproducts in swimming pool water – Is less THM better?, *Water Res.* 46 (2012) 6399–6409.
- 16] Y. Ekowati, G. Ferrero, M.J. Farré, M.D. Kennedy, G. Buttiglieri, Application of UVOX Redox® for swimming pool water treatment: Microbial inactivation, disinfection byproduct formation and micropollutant removal, *Chemosphere.* 220 (2019) 176–184.
- 17] W.L. Bradford, What bathers put into a pool?: A critical review of body fluids and a body fluid analog, *Int. J. Aquat. Res. Educ.* 8 (2014) 168–181.
- 18] S.C. Kaydos-Daniels, M.J. Beach, T. Shwe, J. Magri, D. Bixler, Health effects associated with indoor swimming pools: A suspected toxic chloramine exposure, *Public Health.* 122 (2008) 195–200.
- 19] M.G.A. Keuten, F.M. Schets, J.F. Schijven, J.Q.J.C. Verberk, J.C. van Dijk, Definition and quantification of initial anthropogenic pollutant release in swimming pools, *Water Res.* 46 (2012) 3682–3692.
- 20] J. Wyczarska-Kokot, A. Lempart, M. Marciniak, Research and evaluation of water quality in outdoor swimming pools, *E3S Web Conf.* 100 (2019) 8.
- 21] R.A.A. Carter, C.A. Joll, Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review, *J. Environ. Sci.* 58 (2017) 19–50.
- 22] M. Bożym, M. Wzorek, Kłosok-Bazan, Stopień narażenia korzystających z pływalni na działanie wybranych toksycznych produktów dezynfekcji wody (Swimmers' exposure to the toxic water disinfection products), *Bromat. Chem. Toksykol.* 1 (2017) 55–64.

„bioz – bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na budowie”

autor: Krzysztof Karol Booss

Książka zawiera liczne komentarze ułatwiające opracowanie i realizację planu bioz, w których zwrócono uwagę na zagrożenia wynikające z „niedociągnięć” obowiązujących przepisów prawnych.

Z książką tą powinien też zapoznać się inwestor w celu zapewnienia bezpiecznej realizacji swojego obiektu budowlanego, za co zgodnie z Prawem budowlanym ponosi odpowiedzialność.

Książkę wydał i rozpowszechnia:

Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel/fax 22/843 77 71

e-mail: redakcja@informacjainstal.com.pl

www.informacjainstal.com.pl

Cena książki 35 zł + VAT

