

Nowe rozwiązania

czyli uzdatnianie wody basenowej z dodatkiem dwutlenku chloru

TEKST | **MARIAN DUDKO, JOANNA WYCZARSKA - KOKOT**
 FOTO | **ARCHIWUM FIRMY WAPOTEC**

Bezpieczeństwo i wygoda użytkowników basenów kąpielowych to główny cel technologii oczyszczania wody basenowej.

Każda nowa, innowacyjna technologia, zanim zostanie zastosowana w obiekcie basenowym, powinna być przetestowana, a jej skuteczność powinna być potwierdzona wynikami badań i stosownymi certyfikatami.

Ambicją wielu ośrodków naukowych, zakładów badawczych, instytutów i przedsiębiorstw wdrożeniowych jest opracowanie technologii oczyszczania wody basenowej bez użycia chemikaliów, które w mniejszym lub większym stopniu wpływają na komfort kąpeli i zdrowie kąpiących się.

O ile w basenach prywatnych i terapeutycznych można uniknąć stosowania chemii, o tyle w basenach publicznych jest to obecnie niemożliwe. Konieczność stosowania związku chloru dla ochrony przed wtórnym skażeniem wody w basenie zaprojektowanym dla masowego odbiorcy podyktowana jest licznymi przepisami, wytycznymi normatywnymi i dyrektywami [1-10].

Nowe rozwiązania w technologii oczyszczania wody basenowej dotyczą głównie [11]:

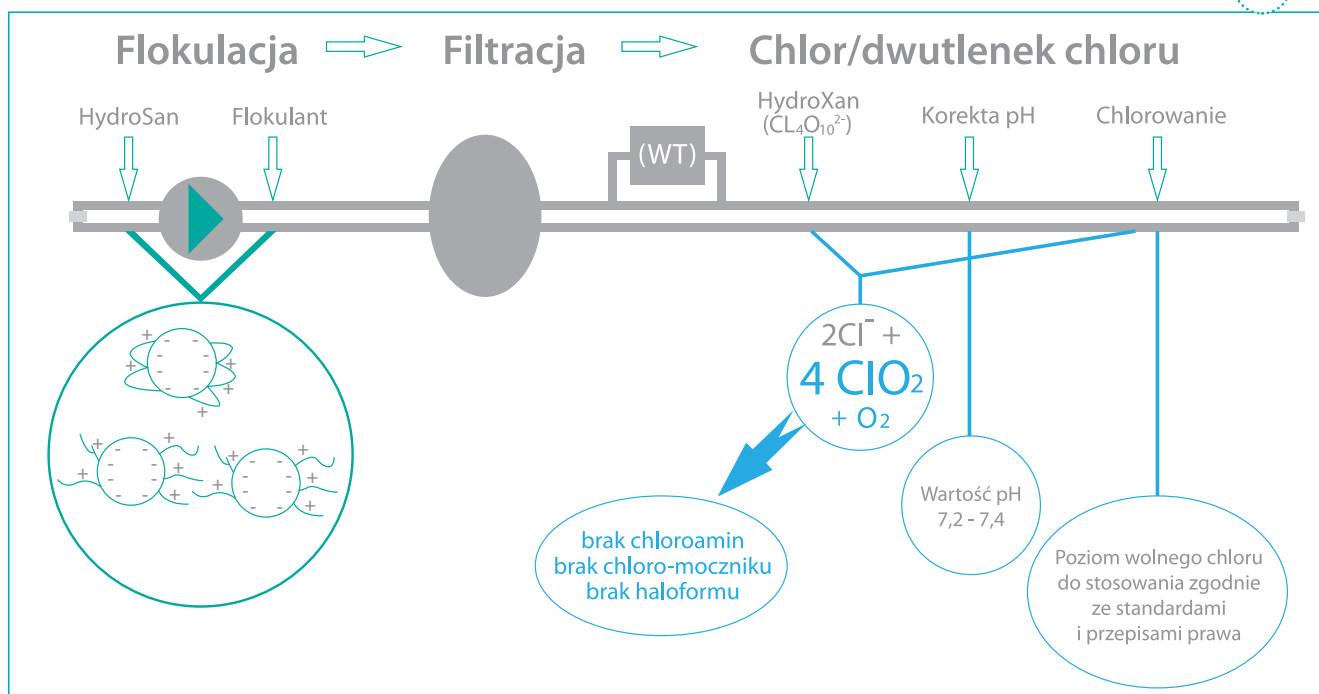
- poszukiwań nowoczesnych metod filtracji związanych z konstrukcją filtrów, sposobem ich działania, możliwością wydłużenia cyklu filtracyjnego bez spadku efektu filtracji (pogorszenia jakości filtratu), możliwością zagospodarowania popłuczyn lub ich oczyszczaniem i zawracaniem odzyskanej wody do układu basenowego oraz zastosowaniem nowego typu źróź filtracyjnych,
- badań nad nowymi metodami dezynfekcji wody uwzględniającymi dozowanie utleniaczy, stosowanych do tej

pory w przemyśle, lub wykorzystaniem metod hybrydowych (chemicznych i fizycznych) oraz uwzględniających zabezpieczenie wody i powietrza w obiektach basenowych przed nadmiernym namnażaniem się bakterii z rodzaju *Legionella*,

- sposobów uatrakcyjniania kąpeli poprzez stosowanie tzw. suplementów wpływających na wzrost estetycznych walorów wody,
- systemów kontrolno-pomiarowych, regulacyjnych i sterujących dozowaniem chemikaliów oraz pracą urządzeń w obiegu basenowym.

Zwiększona frekwencja osób chcących korzystać z wodnej rekreacji oraz podatność na różnego rodzaju infekcje i odczyny alergiczne po kąpeli związana jest z dużą ilością organicznych i mineralnych zanieczyszczeń wprowadzonych przez kąpiących się do wody basenowej. W ogromnej większości basenów mikrobiologiczna czystość wody zapewniana jest poprzez dezynfekcję związkami chloru. Wiadome jest, że chlor w połączeniu ze związkami organicznymi w wodzie prowadzi do tworzenia wielu produktów ubocznych (DBP), w tym trihalometanów (THM) oraz chloramin.

Podczas ostatnich dziesięcioleci opisanych zostało wiele badań epidemiologicznych uwzględniających znaczenie DBP i ich wpływ na zdrowie. Wiele z DBP podejrzanych jest o toksyczne lub nawet rakotwórcze oddziaływanie na organizm człowieka. Najczęściej badane są trihalometany, chloraminy, chlorany i bromiany, ale związków tych są setki [12-15]. Dane epidemiologiczne dotyczące ryzyka zachorowań na raka są nadal kontrowersyjne. W licznych publikacjach podkreśla się toksyczne zagrożenia, zwłaszcza ryzy-



◆ RYS. 1. OPTIMALIZACJA I PRZEBIEG OCZYSZCZANIA WODY BASENEWEJ PRZY ZASTOSOWANIU METODY Z DWUTLENKIEM CHLORU

ko alergii i astmatyczne objawy oddechowe, szczególnie u niemowląt i zawodowo trenujących pływaków [16, 17].

Tak więc przepisy regulujące wymagania jakościowe dla wody basenowej w obiektach publicznych muszą brać pod uwagę ryzyko związane z dezynfekcją chlorem i obecnością ubocznych produktów dezynfekcji. Nie można jednak zapominać o potrzebie kontroli zagrożenia mikrobiologicznego w wodach basenowych i potrzebie zapewnienia bakteriobójczych i bakteriostatycznych właściwości wody – a takie, jak na razie, zapewnia jedynie chlor.

W celu ograniczenia do minimum niezbędnych dawek chloru, dodawanych ciągle lub okresowo do obiegu wody basenowej, przy jednoczesnym zabezpieczeniu wody przed wtórnym skażeniem, proponowane są nowe metody jej oczyszczania i dezynfekcji, w których wykorzystywane są wysokoefektywne związki chloru, silnie utleniające i redukujące ilość zanieczyszczeń w wodzie basenowej.

Jedną z takich metod jest możliwość optymalizacji klasycznego układu oczyszczania i dezynfekcji, przy zastosowaniu dodatkowego utleniacza (HydroXan®) i flokulanta (HydroSan®) [18, 19].

Charakterystyka metody optymalizacji

Rozpowszechniona w Polsce i na świecie standardowa metoda oczyszczania wody basenowej, polegająca na stosowaniu ciągu technologicznego: flokulacja – filtracja – dezynfekcja chlorem, wymaga konsekwentnej realizacji. Jest to metoda sprawdzona i skuteczna pod warunkiem stosowania tzw. rozcieńczania wody w obiegu basenowym świeżą wodą wodociągową, a więc spełniająca warunki jak dla wody do spożycia. W praktyce może to oznaczać konieczność uzupełniania obiegu basenowego wodą wodociągową w ilości nawet do ok. 90 dm³/osobę w ciągu doby [20]. To oczywiście generuje wzrost wydatków na utrzymanie basenu z tytułu kosztów: wody, ścieków i energii na podgrzewanie wody basenowej po oziębieniu jej w wyniku uzupełnienia strat wodą wodociągową – zwykle o niskiej temperaturze (10–12°C).

Według normy DIN 19643 stężenie chloru związanego (chloramin) w próbkach wody pobranej z niecki basenowej nie powinno przekraczać 0,2 mgCl₂/dm³. Z praktyki wiadomo, że w basenach, dla których stosuje się klasyczny model oczyszczania i uzupełniania obiegu wody basenowej zalecaną minimalną ilością świeżej wody (30 dm³ na każdą osobę korzystającą z kąpielni w ciągu 1 doby), utrzymanie tak małych stężeń chloru związanego (przy jednocześnie zalecanym stężeniu chloru wolnego w granicach 0,3÷0,6 mgCl₂/dm³) jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe [21].

Czy można poprawić jakość wody basenowej oczyszczanej metodą standardową i jednocześnie próbować obniżyć dotychczasowe koszty eksploatacyjne?

Taką możliwość daje prezentowana podczas II Forum Dyrektorów OSiR w Ostródzie technologia według WAPOTEC®SYSTEM, która stosuje się w Aquaparku Ostróda, w Centrum Sportu i Rekreacji „WODNIK” w Krotoszynie oraz w miejskiej pływalni w Ożarowie Mazowieckim.

Dyrektorzy tych obiektów basenowych, zanim podjęli decyzję o wdrożeniu u siebie nowej metody zapoznali się z istotą proponowanej optymalizacji uwzględniającej istniejący u nich system oczyszczania wody basenowej. Dokonali analizy przede wszystkim w kontekście możliwości obniżenia stężenia chloru związanego w wodzie basenowej, którego poziom 3-, a nawet 4-krotnie przewyższał wymagania normatywne (tym samym był bardzo uciążliwy dla osób kąpiących się, ratowników i obsługi technicznej), oraz w kontekście efektów ekonomicznych, czyli możliwości zredukowania dotychczasowych kosztów technologicznych oraz zwrotu kosztów inwestycyjnych na wdrożenie nowej technologii.

Standardowa metoda oczyszczania wody basenowej charakteryzuje się tym, że wprowadzany do wody podchloryn sodu (NaOCl) najpierw spełnia funkcję utleniającą, a dopiero później dezynfekcyjną (zabezpieczającą przed wtórnym skażeniem

wody bakteriami potencjalnie chorobotwórczymi). Oznacza to, że amoniak (NH_3), azot amonowy (N-NH_4) lub inne organiczne związki azotu, wprowadzone do wody przez osoby kąpiące się, reagują z chlorem, tworząc w efekcie uboczne (niepożądane) produkty dezynfekcji: chloraminy, chloroform, THM. Powstawanie takich związków w istotny sposób wpływa na pogorszenie jakości organoleptycznej wody, nadając jej charakterystyczny „chlorowy” zapach. Poza tym związki te wpływają drażniaco na błony śluzowe oczu i dróg oddechowych, mogą powodować zmiany skórne i astmę.

Sposobem na znaczne ograniczenie DBP może być optymalizacja standardowej metody oczyszczania wody basenowej dodatkowo stosowanym silnym utleniaczem, który nie przyczynia się do powstawania chloramin i jednocześnie niszczy prekursorzy THM. W metodzie WAPOTEC®SYSTEM proponuje się, aby dodatkowym utleniaczem był dwutlenek chloru (ClO_2), który samoczynnie powstaje w wodzie chlorowanej po wprowadzeniu do wody basenowej mikro ilości ciekłego HydroXan® (0,1÷0,3 ml na każdy m^3 wody w obiegu). Dodatkowo, w ramach tej metody dozowany jest drugi środek HydroSan® (0,6÷1,0 ml na każdy m^3 wody w obiegu), którego zadaniem jest obniżenie potencjału „Zeta” i tym samym przyspieszenie procesu koagulacji, dzięki czemu w złożu filtracyjnym następuje filtrowanie gotowych kłaczków, a nie filtrowanie wody w trakcie procesu koagulacji.

Jednoczesne zastosowanie obu reagentów pozwala na redukcję chloru związanego poprzez wysokoefektywną koagulację oraz działanie mieszaniny chloru i dwutlenku chloru. Schemat optymalizacji i przebiegu oczyszczania wody basenowej przy zastosowaniu zoptymalizowanej metody przedstawiono na rys. 1.

Metodyka badań i prezentacja wyników analiz

Optymalizacja systemu oczyszczania wody basenowej poprzez podnoszenie efektów flokulacji, oksydacji i dezynfekcji, oprócz poprawy jakości wody w obiegu basenowym, wpływa także na ograniczenie powstawania w instalacji basenowej warstwy biofilmu, można zatem wydłużyć cykl filtracyjny i zredukować koszty eksploatacyjne z tytułu oszczędności w zużyciu wody, mniejszej ilości odprowadzanych ścieków i kosztów energii.

W trakcie badań (2 miesiące przed i 3 miesiące po zastosowaniu WAPOTEC®SYSTEM) wykonywanych w Aquapark Ostróda, dla niecki basenu sportowego analizowano następujące charakterystyczne dane i parametry:

- ilość wody uzupełniającej obieg basenowy (ilość wody z sieci wodociągowej) mierzona na zasilaniu zbiornika wyrównawczo-przelewowego – odczyt z wodomierza,
- frekwencja korzystających z kąpielni – automatyczna rejestracja przejść przez bramkę,
- ilość zużytego podchlorynu sodu,
- wartości stężeń chloru wolnego, chloru całkowitego, chloru związanego i wartości pH próbek wody pobieranych z niecki basenowej, przed filtrem i próbek filtratu (pomiar bezpośredni – fotometryczny),
- wartości stężenia chloru wolnego, wartości potencjału redox i pH wody – odczytywane z urządzenia kontrolno-pomiarowego,
- wartości ciśnień na manometrach po stronie doptywu i wyptywu z instalacji filtra,
- daty płukania złoża filtra i czas trwania płukania.

Średnie wartości kontrolowanych parametrów z czasu przed optymalizacją, tj. w miesiącach lipcu i sierpniu, przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1. WARTOŚCI KONTROLOWANYCH PARAMETRÓW – ETAP PRZED OPTYMALIZACJĄ SYTEMU OCZYSZCZANIA WODY BASENOWEJ W AQUAPARK OSTRÓDA

PARAMETR	JEDNOSTKA	LIPIEC	SIERPIEŃ ²⁾ 2013
Zapotrzebowanie na wodę uzupełniającą	$\text{m}^3/\text{miesiąc}$	879	773
Frekwencja	osoba/doba	12 370	13 233
Liczba osób korzystających z basenu sportowego ¹⁾	osoba/doba	9277	9925
Średnie zużycie wody uzupełniającej na osobę	$\text{dm}^3/\text{osobę}$	94	78
Średnie stężenie chloru wolnego	$\text{mgCl}_2/\text{dm}^3$	0,79	0,67
Średnie stężenie chloru związanego	$\text{mgCl}_2/\text{dm}^3$	0,54	0,49
Długość cyklu filtracyjnego	doba	3	3

¹⁾ Przyjęto, że 75% osób odwiedzających Aquapark Ostróda korzystało z basenu sportowego.

²⁾ Kolumna za sierpień obejmuje 10 dni po optymalizacji.

W dniach 20–21 sierpnia 2013 r. firma wdrożeniowa wykonała, bez konieczności przerwy technologicznej i wyłączenia basenu z eksploatacji, przygotowanie filtra do pracy w nowej technologii i rozszerzyła metodę oczyszczania wody basenowej o dozowanie HydroSan® oraz HydroXan®. Dodatkowo został zmieniony koagulant z dotychczas stosowanego technicznego siarczanu glinu na koagulant WapoFloc® (fot. 1).

W ramach optymalizacji zregenerowano istniejące złoże filtracyjne (antracytowo-piaskowe) poprzez jego utleniające „czyszczenie” przy zastosowaniu metody DesoPur® (fot. 2). W ramach tej metody usunięto biofilm oraz resztki zalegającego koagulantu, dodano warstwę węgla aktywnego MultiSorp®A, stworzono warunki dla stopniowego wydłużania cyklu filtracyjnego i zwiększania wydajności obiegu wodnego.

Po zakończeniu montażu i rozpoczęciu pracy systemu oczyszczania wody basenowej w wersji zoptymalizowanej

1



AQUAPARK OSTRÓDA – UKŁAD DOZOWANIA HYDROSAN® I WAPOFLOC®

kontynuowano pomiary i analizę tych samych parametrów jak w etapie przed optymalizacją. Średnie wartości tych parametrów zestawiono w tabeli 2.

Po tygodniu działania sytemu stopniowo wydłużano cykl filtracyjny najpierw z 3 do 4 dni, potem do 5 dni i następnie do 6 dni. Warunkiem wydłużenia cyklu filtracyjnego była różnica ciśnień na manometrach zainstalowanych na dopływie i odpływie wody z filtra nie większa niż 0,5 bara.

Należy zaznaczyć, że po procesie utleniającego „czyszczenia” złoża filtracyjnego nastąpiła natychmiastowa poprawa przepustowości złoża. W złożu filtracyjnym, w czasie wcześniejszej jego eksploatacji, nastąpiło zatkanie części porów, efektem czego była niedrożność i niski efekt filtracji. Różnica ciśnień na manometrach, niezależnie od tego, czy złożo było płukane, czy nie, była znaczna i wskazywała na występowanie dużych oporów przepływu.

Zastosowanie nowej technologii pozwoliło na:

- zoptymalizowanie procesu koagulacji poprzez dozowanie HydroSan[®],
- wydłużenie cyklu filtracyjnego poprzez usunięcie z instalacji filtra warstwy biofilmu, zredukowanie zagrożenia skażenia bakteryjnego złoża („czyszczenie” złoża),
- obniżenie kosztów za wodę, ścieki i energię do podgrzewania wody,
- zmniejszenie stężeń chloru związanego w wodzie basenowej poprzez dozowanie HydroXan[®], który powoduje samoczynne wytwarzanie się w zachlorowanej wodzie dwutlenku chloru – bezpiecznego utleniacza, który nie wytwarza chloramin i niszczy prekursorzy THM,
- odczuwalną redukcję charakterystycznego zapachu „chloru” w hali basenowej,
- zmniejszenie ilości dawkowanego do obiegu basenowego podchlorynu sodu (tabela 3) i tym samym powstawanie mniejszych stężeń chlorków, których zawartość jest miernikiem świeżości wody w basenie.

♦ TABELA 2. WARTOŚCI KONTROLOWANYCH PARAMETRÓW – ETAP PO OPTYMALIZACJI SYTEMU OCZYSZCZANIA WODY BASENOWEJ W AQUAPARKU OSTRÓDA

PARAMETR	JEDNOSTKA	WRZESIEŃ	PAŹDZIERNIK	LISTOPAD
Zapotrzebowanie na wodę uzupełniającą	m ³ /miesiąc	329	398	330
Frekwencja	osoba/doba	9180	12 635	14 610
Liczba osób korzystających z basenu sportowego ¹⁾	osoba/doba	6885	9476	10 957
Średnie zużycie wody uzupełniającej na osobę	dm ³ /osobę	48	42	30
Średnie stężenie chloru wolnego	mgCl ₂ /dm ³	0,47	0,55	0,55
Średnie stężenie chloru związanego	mgCl ₂ /dm ³	0,28	0,24	0,19
Długość cyklu filtracyjnego	doba	4 ÷ 5	6	6

¹⁾ Przyjęto, że 75% osób odwiedzających Aquapark Ostróda korzystało z basenu sportowego.

♦ TABELA 3. ILOŚĆ ZUŻYTEGO PODCHLORYNU SODU PRZED OPTYMALIZACJĄ I PO OPTYMALIZACJI W AQUAPARK OSTRÓDA

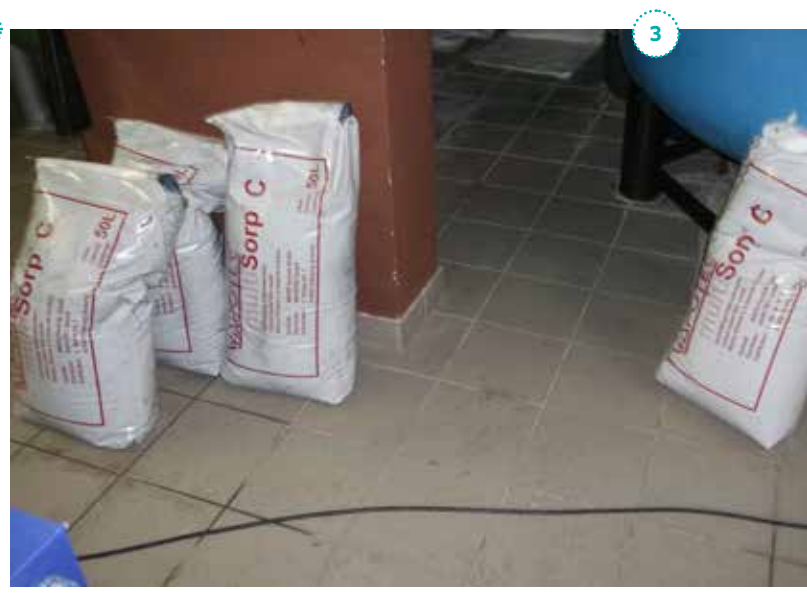
NAZWA PRO-DUKTU	JED-NOSTKA	PRZED OPTYMALIZACJĄ		PO OPTYMALIZACJI		
		LIPIEC	SIERPIEŃ	WRZESIEŃ	PAŹDZIERNIK	LISTOPAD
Pod-chloryn sodu	kg	475	440	415	350	347

Od listopada 2013 r. analizowane są efekty ekonomiczne oraz stan czystości wody basenowej w kolejnym, zoptymalizowanym według nowej technologii, obiekcie basenowym w Krotoszynie (Centrum Sportu i Rekreacji „WODNIK”), a od stycznia 2014 r. w Ożarowie Mazowieckim w pływalni miejskiej.

W przypadku basenu w Krotoszynie złożo filtracyjne (żwirowo-piaskowe) zostało po utleniającym „czyszczeniu” uzupełnione dodatkowo o warstwę mieszanki węgla aktywnego MultiSorp[®]A/MultiSorp[®]C (fot. 3) w celu zwiększenia pojemności filtracyjnej dotychczasowego złoża, natomiast dwutlenek chloru zastąpił istniejący od początku funkcjonowania basenu system ozonowania.



♦ URZĄDZENIA SPULMOBILE DO „CZYSZCZENIA” ZŁOŻA FILTRACYJNEGO METODĄ DESOPUR[®]



♦ KROTOSZYN – MATERIAŁ FILTRACYJNY MULTISORP[®]A/ MULTISORP[®]C

W tabeli 4 przedstawiono wstępne porównanie stężeń chloru wolnego i związanego przed instalacją i po instalacji rozwiązania optymalizacyjnego w Centrum Sportu i Rekreacji „WODNIK” w Krotoszynie.

TABELA 4. WSTĘPNE PORÓWNANIE STĘŻEŃ CHLORU WOLNEGO I ZWIĄZANEGO PRZED INSTALACJĄ I PO INSTALACJI WAPOTEC® SYSTEM W CENTRUM SPORTU I REKREACJI „WODNIK” W KROTOSZYNIE

PARAMETR	JEDNOSTKA	LISTOPAD 2013 PRZED OPTIMALIZACJĄ	GRUDZIEŃ 2013 PO OPTIMALIZACJI
Średnie stężenie chloru wolnego	mgCl ₂ /dm ³	0,51	0,6
Średnie stężenie chloru związanego	mgCl ₂ /dm ³	0,87	0,51

Dla osób stale korzystających z kąpielni w tym basenie już po miesiącu stosowania systemu odczuwalna była różnica w jakości i zapachu wody basenowej.

Uzyskane wyniki pomiarów stężeń chloru związanego w wodzie basenowej z basenu sportowego w Aquaparku w Ostródzie i z basenu sportowego w CSiR w Krotoszynie po optymalizacji układu oczyszczania wody obiegowej w tych obiektach wyraźnie wskazują zalety wspomagania dezynfekcji końcowej podchlorynem sodu działaniem dwutlenku chloru.

Zanik charakterystycznego zapachu „chloru” to efekt organoleptycznie potwierdzony przez obsługę i osoby korzystające z kąpielni w obu obiektach basenowych. Obniżone opłaty za zużyta wodę i odprowadzane ścieki to efekt ekonomiczny potwierdzony przez kierownictwo Aquaparku w Ostródzie.

Podsumowanie

Wysokie wymagania w zakresie jakości wody basenowej są powodem poszukiwania nowych rozwiązań i technologii jej oczyszczania oraz udoskonalania rozwiązań już istniejących.

Podstawą dobrze pracujących systemów oczyszczania wody basenowej jest efektywna filtracja i dezynfekcja. Rozwój technologii wody basenowej, właśnie w zakresie tych dwóch procesów jest najbardziej dynamiczny.

Zredukowanie stężenia chloru związanego do wartości 0,2 mgCl₂/dm³ (dopuszczalnej według zaleceń normy DIN 19643) powinno być jednym z głównych celów dla osób zarządzających basenami publicznymi. W ten sposób bowiem wyraża się ich odpowiedzialność za bezpieczeństwo zdrowotne dzieci i dorosłych korzystających z basenów.

Jeśli wzorem innych krajów europejskich również w Polsce będzie obowiązywać rozporządzenie nakładające obowiązek składania meldunków przez certyfikowane laboratoria lub bezpośrednio przez zarządców basenów odnośnie do stanu czystości wody basenowej (potwierdzonego wynikami fizykochemicznych i bakteriologicznych analiz), to wiele basenów może zostać wyłączonych z użytkowania z zaleceniem dostosowania jakości wody do wymagań sanitarno-higienicznych w tym zakresie.

Niestety, obecnie w Polsce jedynie zaleca się, aby w ocenie parametrów wody basenowej odniesieniem była norma DIN 19643.

Pomimo że w 2004 r. został przygotowany projekt rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie warunków sanitarno-

higienicznych obiektów sportowych i rekreacyjnych oraz zasad sprawowania nadzoru nad ich przestrzeganiem, a w 2012 r. została wystosowana delegacja ustawowa w tej sprawie, ciągle brakuje takiego aktu prawnego.



Bibliografia:

- [1] DIN 19643: Aufbereitung von Schwimm und Badebeckenwasser. Düsseldorf 1997.
- [2] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (tekst jedn. Dz. U. z 2006 r. Nr 123, poz. 858 z późn. zm.).
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 61, poz. 417 z późn. zm.).
- [4] Sokołowski C.: Wymagania sanitarno-higieniczne dla krytych pływalni. MZIOS, Departament Zdrowia Publicznego, PZITS. Warszawa 1998, nr arch. 760.
- [5] Zalecenia ZHK NIZP-PZH dotyczące wymagań sanitarno-higienicznych dla obiektów basenowych i jakości wody w basenach przeznaczonych dla niemowląt i dzieci w wieku od 6 miesięcy do 3 lat.
- [6] Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (tekst jedn. Dz. U. z 2013 r. poz. 947).
- [7] Ustawa z dnia 25 czerwca 2010 r. o sporcie (Dz. U. Nr 127, poz. 857 z późn. zm.).
- [8] WHO, Disinfectant and disinfectant by-product, Environmental Health Criteria 216, Geneva 2000.
- [9] WHO, Swimming pools and similar environments Guidelines for Safe Recreational Water Environments, vol. 2, World Health Organization, Geneva 2006.
- [10] WHO, Guidelines for safe recreational-water environments, vol. 2, Swimming pools, spas and similar recreational-water-environment. World Health Organisation, Geneva 2000.
- [11] Wyczarska-Kokot J.: Nowoczesne i innowacyjne technologie oczyszczania wody basenowej (cz. 3). Rynek Instalacyjny 4/2013, s. 82-84.
- [12] Bernard A. [et al.]: Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. Occupational and Environmental Medicine 60 (2003), s. 385-394.
- [13] Freuze I., Brosillon S., Laplanche A., Tozza D., Cavard J.: Effect of chlorination on the formation of odorous disinfection by-products. Water Research 39 (2005), s. 2636-2642.
- [14] Kaydos-Daniels S.C. [et al.]: Health effects associated with indoor swimming pools: A suspected toxic chloramines exposure. Public Health (Journal of The Royal Institute of Public Health) 122 (2008), s. 195-200.
- [15] Florentin A., Hautemaniere A., Hartemann P.: Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. International Journal of Hygiene and Environmental Health 214 (2011), s. 461-469.
- [16] Schoefer Y. [et al.]: Health risk of early swimming pool attendance. International Journal of Hygiene and Environmental Health 211 (2008), s. 367-373.
- [17] Weng Sh., Blatchey E. R.: Disinfection by-product dynamics in a chlorinated, indoor swimming pool under conditions of heavy use: National swimming competition. Water research 45 (2011), s. 5241-5248.
- [18] Piechurski G. F.: Cała prawda o filtracji - cz. 2. Pływalnie i baseny nr 13/2013, s. 110-114.
- [19] Dudko M.: Optymalizacja procesu uzdatniania wody basenowej. SportPlus nr 2/2012, s. 64-66.
- [20] Wyczarska-Kokot J., Jas Ł.: Bilans wodno-ściekowy - analiza dla obiektu basenowego. Pływalnie i baseny nr 13/2013, s. 100-103.
- [21] Wyczarska-Kokot J., Piechurski G. F.: Przewidywanie modernizacji technologicznych układów oczyszczania wody basenowej. XX Krajowa, VIII Międzynarodowa Konf. Nauk.-Techn., Zaopatrzenie w wodę jakością i ochrona wód, Gniezno 2008, s. 737-748.

dr inż. Joanna Wyczarska-Kokot – adiunkt Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Instytut Inżynierii Wody i Ścieków. Tematyka badań i zainteresowania: układy oczyszczania wody, nowoczesne systemy dezynfekcji wody i możliwości zagospodarowania popłuczyn w obiektach basenowych.

Marian Dudko – przedstawiciel na Polskę Firmy WAPOTEC.