

Joanna WYCZARSKA-KOKOT

INSTYTUT INŻYNIERII WODY I ŚCIEKÓW
POLITECHNIKA ŚLĄSKA
W GLIWICACH

BADANIA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA POPŁUCZYN Z PARKU WODNEGO – STUDIUM PRZYPADKU

THE STUDY OF POSSIBILITIES OF WASHINGS REUSING
FROM WATER PARK - A CASE STUDY

Swimming pools are very expensive, in terms of exploitation, sports facilities. Therefore managers of these facilities are looking for methods of reducing the costs of their use. One of the proposed method is the managing of washings previously discharged to the sanitary sewage system. The assessment of possibilities for reuse of washings from swimming pool filtration system is based on the limits of basic indicators of pollutants in wastewater discharged to water and soil (temperature, pH, TSS, BOD₅, COD, TN, TP, free chlorine). Analysis and comparison of test results of washings discharged from the selected water park with the regulation of the Environment Minister and the terms of the waterlegal permission revealed that direct discharge of washings to the watercourse is not possible mainly due to too high content of total suspended solids (above 35 mg/dm³) and the concentration of free chlorine (above 0,2 mg Cl₂/dm³). The quality of supernatant water of washings subjected to sedimentation, in the laboratory, shows that the washings are suitable for reuse. The installation of settling tanks in tested water park facilities could relieve the sewage systems and allow for the discharge of supernatant water to surface water in an environmentally friendly way.

1. Wprowadzenie

Na podstawie opracowania: Pływalnie kryte w Polsce - inwentaryzacja bazy sportowej, wykonanego w kwietniu 2015 r. przez Departament Infrastruktury Sportowej Ministerstwa Sportu i Turystyki, na 380 powiatów w Polsce 316 posiada krytą pływalnię na swoim terenie, a łączna liczba ogólnodostępnych krytych pływalni w Polsce wynosi 736 obiektów [2].

Pływalnia kryta (w rozumieniu wyżej wymienionego opracowania) to obiekt wielokubaturowy, kryty, o konstrukcji trwałej, ze sztucznym zbiornikiem (niecką) z wodą, służący do celów sportowych i rekreacyjnych, pływania i skoków do wody, posiadający zaplecze socjalne oraz urządzenia sanitarne. Ponadto powinien być to obiekt ogólnodostępny, umożliwiający prowadzenie zajęć w zakresie nauki pływania. Popularnie – kryte pływalnie z kilkoma nieckami basenowymi (sportową, rekreacyjnymi z atrakcjami wodnymi i co najmniej kilkoma wannami z hydromasażem) nazywane są parkami wodnymi.

Parki wodne jako zespoły kilku lub kilkunastu niecek basenowych to obiekty rekreacyjno-sportowe bardzo drogie pod względem eksploatacji, przede wszystkim ze względu na wysoką „wodochłonność”. Ogromne zapotrzebowanie na wodę, wysokie koszty z tym związane oraz wysokie koszty odprowadzania ścieków powodują, że zainteresowanie właścicieli możliwościami zagospodarowania ścieków odprowadzanych z tego typu obiektów z roku na rok jest coraz większe.

Jednym z rozwiązań umożliwiających obniżenie kosztów eksploatacji obiektów basenowych jest zagospodarowanie popłuczyn, powstających w wyniku płukania złóż filtracyjnych, do tej pory najczęściej odprowadzanych do kanalizacji sanitarnej.

Technologie odzysku wody z popłuczyn odprowadzanych ze stacji uzdatniania wód do celów bytowo-gospodarczych są rozpoznane i stosowane w Polsce i na całym świecie [1, 5, 7, 8]. W przypadku popłuczyn powstałych po czyszczeniu złóż filtrów basenowych potencjał ukryty jest w ich dużej objętości i możliwości zastosowania prostych metod oczyszczania w celu odzysku wody nadosadowej.

Do prawidłowego przeprowadzenia procesu płukania złoża filtru basenowego wymagane jest od 4 do 6 m³ wody na m² złoża [3, 6, 15]. Przykładowo: typowy układ oczyszczania wody basenowej, na który składają się 4 filtry o średnicy 1800 mm płukane średnio co dwa dni, wymaga miesięcznego zużycia wody o objętości od 600 do 900 m³.

Od 2002 roku w Instytucie Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej prowadzone są m.in. badania nad jakością popłuczyn odprowadzanych z filtracyjnych systemów basenowych i możliwością ich zagospodarowania [9, 16, 17]. Główną ideą jest racjonalne wykorzystanie istniejących, prostych rozwiązań jednostkowych procesów i urządzeń np. odstojników, osadników lub osadników zespolonych z komorą mieszania koagulantu.

Przeprowadzone do tej pory analizy objętości popłuczyn odprowadzanych do systemów miejskiej kanalizacji sanitarnej pozwoliły określić możliwość redukcji kosztów odprowadzania tych ścieków w granicach od 20% do 70%. Nie zawsze jednak objętość popłuczyn stanowiła wyznacznik opłacalności ich zagospodarowania, często była nim cena za 1 m³ odprowadzanych ścieków [18, 19, 20].

Zainteresowanie tego typu rozwiązaniami wśród właścicieli obiektów basenowych jest coraz większe. W kilku obiektach basenowych takie rozwiązania działają i przynoszą zwrot kosztów poniesionych na ich realizację. Wiele koncepcji budowy obiektów basenowych zakłada już na etapie projektu zagospodarowanie popłuczyn.

Przy odpowiedniej jakości „basenowych” popłuczyn ich zagospodarowanie do nawadniania terenów zielonych, zraszania boisk, kortów tenisowych (często lokalizowanych obok obiektu basenowego) lub wykorzystanie do splukiwania toalet jest rozwiązaniem prostym, pozwalającym na znaczną redukcję kosztów zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków.

W przypadku basenów lokalizowanych w pobliżu cieków wodnych bardzo często brane jest pod uwagę odprowadzenie popłuczyn właśnie do nich. Należy pamiętać, że eksploatacja instalacji umożliwiającej zagospodarowanie popłuczyn poprzez wprowadzanie ich do wód wymaga pozwolenia wodnoprawnego na korzystanie z wód i odprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi [10, 11, 14].

Szczególną uwagę należy wówczas zwrócić na stopień zanieczyszczenia popłuczyn w stosunku do klasy czystości branego pod uwagę ciekę wodnego [13].

Głównym celem niniejszego artykułu jest ocena możliwości zagospodarowania popłuczyn odprowadzanych z parku wodnego poprzez ich „zrzut” do rzeki.

2. Charakterystyka analizowanego parku wodnego

W rozpatrywanym parku wodnym znajduje się 6 niecek basenowych, w tym 2 ze zjeżdżalnią, 1 ze sztuczną rzeką, 1 zewnętrzna oraz 6 wanien z hydromasażem – każda o objętości 1,3m³. Woda dopływająca do niecek oczyszczana jest w 5 zamkniętych obiegach z czynnym przelewem, współpracujących z 5 zbiornikami wyrównawczymi. Wprowadzanie oczyszczonej wody do niecek basenowych następuje poprzez dysze zamontowane w ich dnach. Odbiór wody następuje przez przelewy górne (do rynny przelewowej) i kierowana jest do zbiorników wyrównawczych (przelewowych). Woda zasysana jest ze zbiorników przez pompy cyrkulacyjne. Przed pompami zainstalowane są łapacze włókien, wychwytyjące większe zanieczyszczenia stałe. Pompy tłoczą wodę do filtrów, skąd po korekcie pH (50% roztwór H₂SO₄) i dozowaniu dezynfektanta (15% roztwór NaOCl) kierowana jest poprzez wymienniki ciepła do niecek. Przed filtrami dozowany jest roztwór koagulantu (0,5% „Superkalgu Standard”). W układach oczyszczania wody basenowej zastosowano w sumie 12 filtrów wielowarstwowych ze złożem piaskowo-antracytowym, każdy o średnicy 2200 mm i powierzchni filtracji 3,8 m².

Złoża filtracyjne w rozpatrywanym parku wodnym płukane są co dwa dni, co daje 180 płukań w miesiącu! Na jedno płukanie zużywa się ok. 15 m³ wody czerpanej ze zbiorników wyrównawczych. Po każdorazowym przeprowadzeniu płukania zbiorniki uzupełniane są wodą z miejskiej sieci wodociągowej. Miesięczne zużycie wody uzupełniającej wynosi ok. 2700 m³. Średni miesięczny koszt zakupu wody tylko na cele technologiczne (do uzupełniania strat wody w obiegu i płukania złożeń filtracyjnych) dla tego obiektu to 11.421 zł. Natomiast średni miesięczny koszt odprowadzania popłuczyn do kanalizacji sanitarnej to 13.635 zł.

Wstępna analiza objętości popłuczyn oraz kosztów związanych z ich odprowadzaniem do kanalizacji uzasadnia celowość przynajmniej częściowego ich zagospodarowania.

3. Metodyka badań

Niniejsze opracowanie jest wynikiem badań mających określić możliwość odprowadzenia popłuczyn z parku wodnego do pobliskiej rzeki.

Badania obejmowały analizę fizyczno-chemiczną próbek popłuczyn pobranych w trakcie płukania złóż filtracyjnych z dwóch filtrów, oznaczonych w pracy jako P1 i P2. Złoże filtra P1 płukane było po 2 dobach pracy, złoże filtra P2 płukane było po jednej dobie pracy.

Próbki popłuczyn, w celu uzyskania próbki średniej mieszanej, pobierano partiami w trakcie płukania złóż poprzez zawory spustowe odprowadzające popłuczyny do koryta popłuczyn, a następnie do kanalizacji sanitarnej (Rys. 1).



Rys. 1. Galeria filtrów i koryta odprowadzające popłuczyny do kanalizacji sanitarnej
 Fig. 1. Slope reinforcement of an old sanitary landfill with a berm

Koncepcja badań polegała na porównaniu rezultatów analiz fizyczno-chemicznych popłuczyn z rozporządzeniami i zaleceniami określającymi dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do cieków wodnych lub ziemi (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi [14] oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych [13]), oraz wytycznymi pozwolenia wodnoprawnego wydanego dla rozpatrywanego obiektu na szczególne korzystanie z wód.

Wykonano badania analityczne podstawowych parametrów jakości popłuczyn: azot azotanowy, amonowy i ogólny, BZT₅ (pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu), ChZT_{Cr} (chemiczne zapotrzebowanie tlenu), chlor wolny, chlor całkowity, chlorki, fosfor ogólny, glin, mętność, pH, siarczany, siarczki, temperatura, twardość ogólna oraz zawiesiny ogólne.

Analizą objęto popłuczyny surowe (oznaczone jako: P1 0' i P2 0') oraz po 2 godzinnej sedymentacji (oznaczone jako: P1 120' i P2 120') w warunkach laboratoryjnych.

Oceniono skuteczności sedymentacji popłuczyn i możliwość odprowadzania wody nadosadowej do rzeki.

Pobór próbek oraz oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującymi normami i metodami [4].

4. Analiza wyników badań

Analiza i porównanie wyników badań popłuczyn surowych (nie poddanych oczyszczeniu) wykazały, że bezpośrednie odprowadzenie popłuczyn do pobliskiej rzeki jest niemożliwe przede wszystkim ze względu na zbyt duże stężenie chloru wolnego oraz ilość zawiesin ogólnych.

Analiza wyników wstępnych badań popłuczyn określiła koncepcję zagospodarowania wody nadosadowej poprzez jej „zrzut” do cieku wodnego (rzeki) po zastosowaniu osadnika lub układu wspomagającego sedymentację zawiesin (np. koagulacji objętościowej) i odprowadzenie zagęszczonych ścieków (osadu) do kanalizacji sanitarnej.

Aby sprawdzić podatność zawiesin na opadanie popłuczyny poddano sedymentacji w warunkach laboratoryjnych. Po dwóch godzinach sedymentacji 1 dm³ popłuczyn w leju Imhoffa, określono stopień zanieczyszczenia wody nadosadowej.

Wyniki analiz fizyczno-chemicznych popłuczyn odprowadzonych z filtra P1 i P2 oraz wody nadosadowej przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki analizy sedymentacyjnej zawiesin w popłuczynach z filtra P1 i P2 przedstawiono za pomocą krzywej narastania osadu (Rys. 2). Narastanie osadu w leju Imhoffa zauważalne było dopiero po ok. 20 minutach. Po ok. 90 minutach obserwowano znaczną poprawę klarowności wody nadosadowej i wyraźne oddzielenie fazy osadu od fazy wody nadosadowej (Rys. 3).

Sedymentacja zawiesin przeprowadzona w warunkach laboratoryjnych wykazała bardzo dobre efekty redukcji zawiesin z analizowanych popłuczyn (Rys. 4).

Pomimo, że złożo filtra P1 płukane było po ok. 2 dobach pracy, a złożo filtra P2 po 1 dobie różnica ilości zawiesin w próbkach popłuczyn z P1 i P2 była nieznacząca i wynosiła 17,6%. W obu przypadkach redukcja zawiesin była bardzo wysoka. Zawiesiny z popłuczyn z filtra P1 zredukowano w 95,5% (z 290 mg/dm³ do 13 mg/dm³), a zawiesiny z popłuczyn z filtra P2 w 96,2% (z 239 mg/dm³ do 9 mg/dm³).

Z obniżeniem ilości zawiesin skorelowana była znaczna poprawa mętności popłuczyn. W popłuczynach z P1 po sedymentacji mętność obniżyła się o ok. 78,5%, a w popłuczynach z P2 o ok. 87,5%.

Istotnym parametrem wpływającym na możliwość „zrzutu” ścieków do wód powierzchniowych jest stężenie chloru wolnego i całkowitego. Ze względu na to, że złoża filtracyjne w obiegach basenowych płukane są najczęściej wodą ze zbiorników wyrównawczych, co miało miejsce także w badanym obiekcie, stężenia chloru wolnego i całkowitego w popłuczynach są bardzo wysokie.

W popłuczynach z P1 i P2 chlor wolny i całkowity oznaczono na miejscu w chwili poboru próbek oraz w dniu następnym, czyli po ok. 12 godzinach. Uzyskana po takim czasie redukcja zawartości chloru wolnego (92,3% w popłuczynach z P1 i 93,7% w popłuczynach z P2) i redukcja zawartości chloru całkowitego (odpowiednio 92% i 88%) uzasadnia możliwość odprowadzania wód nadosadowych do rzeki.

Na podstawie wcześniejszych doświadczeń z badań nad popłuczynami odprowadzanymi z obiektów basenowych można przypuszczać, że obniżenie stężenia chloru wolnego do wartości dopuszczalnej $0,2 \text{ mgCl}_2/\text{dm}^3$ jest możliwe już po 2 godzinach [21].

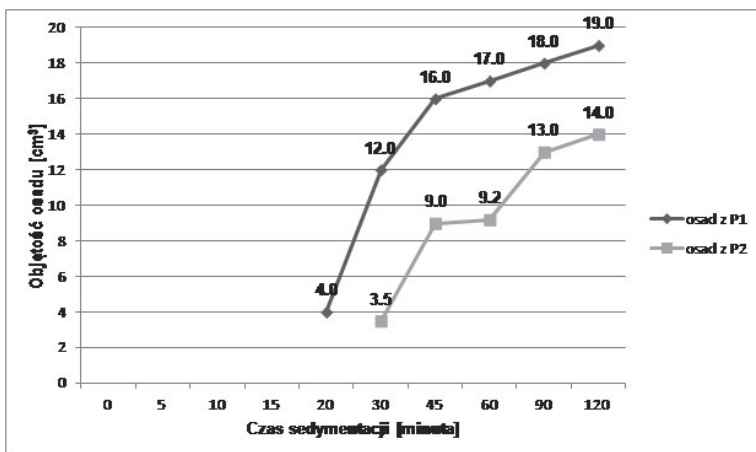
Tabela. 1. Wyniki analiz fizyczno-chemicznych popłuczyn odprowadzonych z filtra P1 i P2, i wody nadosadowej

Table. 1. Results of physical and chemical analyzes of washings discharged from the filter P1 and P2, and the supernatant

L.p.	Parametr	Jednostka	Popłuczyny z P1		Popłuczyny z P2		Wart. dop. w g Rozporz. Min. Środowiska	Wart. dop. w g pozwolenia w odno- prawnego dla analizowanego parku w odnego
			0'	120'	0'	120'		
1	Azot azotanowy	$\text{mgN-NO}_3/\text{dm}^3$	2.63	-	4.02	-	30	-
2	Azot amonowy	$\text{mgN-NH}_4/\text{dm}^3$	3.45	0.20	6.47	0.32	10	-
3	Azot ogólny	$\text{mgN}_{\text{og}}/\text{dm}^3$	5.85	4.12	11.00	5.87	30 (10-15)	-
4	BZT ₅	mgO_2/dm^3	8.2	2.4	10.2	2.8	40 (15-25)	-
5	ChZT _{Cr}	mgO_2/dm^3	67.2	16.4	43.6	12.5	150 (125)	-
6	Chlor wolny	$\text{mgCl}_2/\text{dm}^3$	0.39*	0,03**	0.32*	0,02**	0.2	0.2
7	Chlor całkowity	$\text{mgCl}_2/\text{dm}^3$	0.76*	0,06**	0.6*	0,07**	0.4	-
8	Chlorki (Cl ⁻)	mgCl/dm^3	205	197	147	142	1000	-
9	Fosfor ogólny	$\text{mgP}_{\text{og}}/\text{dm}^3$	0.26	0.09	0.51	0.09	5 (1-2) mgP/dm^3	-
10	Glin (Al)	mgAl/dm^3	0.52	0.12	0.95	0.20	3	-
11	Mętność	NTU	30.00	6.44	61.10	7.63	-	-
12	Odczyn (pH)	-	7.21	-	7.06	-	6,5-9,0	6,5-9,0
13	Siarczany	$\text{mgSO}_4/\text{dm}^3$	148	146	144	143	250 (150)	500
14	Siarczki	mgS/dm^3	0.05	-	0.04	-	0.2	0.2
15	Temperatura	°C	29.52*	-	29.56*	-	35	35
16	Twardość ogólna	$\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$	340	327	290	250	-	-
17	Zawiesiny ogólne	mg/dm^3	239	9	290	13	35	35

*oznaczenie *in situ*

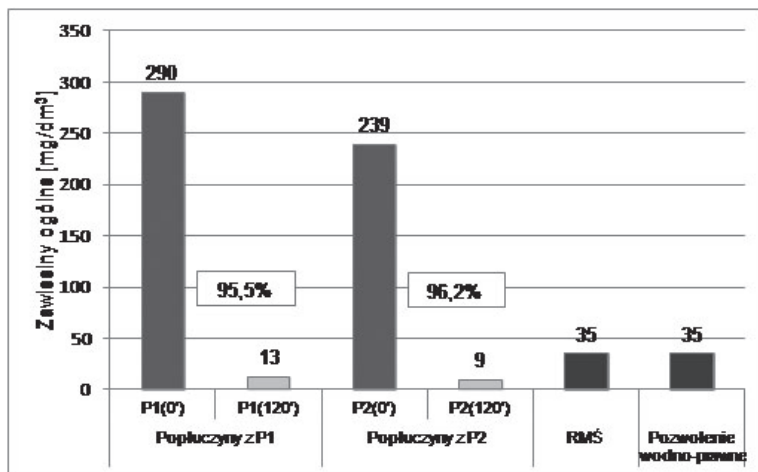
**oznaczenie po 12 godz.



Rys. 2. Krzywa narastania osadu w popłuczynach odprowadzanych z filtrów P1 i P2
Fig. 2. The curve of growth of sediment in washings discharged from filters P1 and P2



Rys. 3. Popłuczyny z filtrów P1 i P2 w lejach Imhoffa po 2 godzinach sedymentacji
Fig. 3. The washings from filters P1 and P2 in Imhoff's funnels after two-hour process of sedimentation



Rys. 4. Ilość zawiesin ogólnych w popłuczynach i wodzie nadosadowej po 2 godzinach sedymentacji popłuczyn w porównaniu z rozporządzeniem [14] i pozwoleniem wodnoprawnym

Fig. 4. The amount of total suspended solids in washings and supernatant water after two-hour process of washings sedimentation in comparison with the Regulation [14] and water-legal permission

5. Podsumowanie i wnioski

Analiza i porównanie wyników badań popłuczyn z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska [14] oraz warunkami pozwolenia wodnoprawnego, wydanymi dla analizowanego obiektu wykazały, że bezpośrednie odprowadzenie popłuczyn do rzeki jest niemożliwe przede wszystkim ze względu na zbyt duże ilości zawiesin ogólnych i stężenia chloru wolnego. Analiza wody nadosadowej po procesie sedymentacji popłuczyn pozwoliła określić koncepcję jej zagospodarowania poprzez „zrzut” do cieku wodnego lub wykorzystanie do nawadniania terenów zielonych. Warunkiem takiego zagospodarowania byłoby zastosowanie zbiornika buforowego, osadnika lub systemu wspomagającego sedymentację zawiesin np. poprzez zastosowanie koagulacji objętościowej, a następnie odprowadzanie zagęszczonych ścieków do kanalizacji sanitarnej.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

- Bezpośrednie odprowadzenie popłuczyn, z analizowanego parku wodnego do pobliskiej rzeki jest niemożliwe głównie ze względu na zawartość w nich zawiesin (powyżej 35 mg/dm³) i stężenie chloru wolnego (powyżej 0,2 mgCl₂/dm³).
- Przeprowadzona w warunkach laboratoryjnych analiza sedymentacyjna zawiesin z popłuczyn wykazała bardzo dobrą ich podatność na opadanie. Uzyskano 95÷96% redukcję zawiesin w wyniku sedymentacji w leju Imhoffa. Zdolność sedymentacyjną zawiesin w badanych popłuczynach należałoby potwierdzić w skali technicznej.
- Uzyskane wyniki ilości zawiesin w wodzie nadosadowej (9 mg/dm³ i 12 mg/dm³) pozwalają przypuszczać, że jej „zrzut” do rzeki będzie możliwy po zastosowaniu osadnika lub innego systemu umożliwiającego redukcję zawiesin.

- W przypadku badanych popłuczyn długość cyklu filtracyjnego nie miała istotnego wpływu na efekty sedymentacji.
- Stężenie chloru wolnego w wyniku „odstania” popłuczyn uległo znacznej redukcji w czasie. Po 12 godzinach zawartość chloru wolnego w popłuczynach wynosiła 0,02 mgCl₂/dm³ i 0,03 mgCl₂/dm³. Uzyskano 92%÷93% redukcję chloru wolnego i 88%÷92% redukcję chloru całkowitego.
- Azot azotanowy, amonowy i ogólny, BZT5, ChZT, chlorki, fosfor ogólny, glin, pH, siarczany, siarczki i temperatura nie przekraczały dopuszczalnych wartości określonych w rozporządzeniu w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz wymagań zawartych w pozwoleniu wodnoprawnym dla analizowanego parku wodnego.
- Po procesie sedymentacji można rozważyć zastosowanie procesów i urządzeń (np. ultrafiltrację, odwróconą osmozę [12]) umożliwiających wykorzystanie wody odzyskanej z popłuczyn jako np. wody uzupełniającej straty w obiegach basenowych.

Bibliografia

- 1) Caniani D., Masi S.I., Mancini M., Trulli E. Innovative reuse of drinking water sludge in geoenvironmental applications. *Waste Manage.* 2013;33:1461-1468. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.02.007
- 2) Departament Infrastruktury Sportowej Ministerstwa Sportu i Turystyki: Pływalnie kryte w Polsce - inwentaryzacja bazy sportowej. Warszawa 2015
- 3) DIN 19643: Aufbereitung von Schwimm und Badebeckenwasser; 1997
- 4) Dojlido J., Dożańska W., Hermanowicz W., Koziorowski B., Zerbe J. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa: Arkady; 2010
- 5) Filter Backwash Recycling Rule. Technical Guidance Manual. Office of Ground Water and Drinking Water (4606M). EPA 816-R-02-014. www.epa.gov/safewater, 2002
- 6) Główny Inspektorat Sanitarny. Wytyczne w sprawie wymagań jakości wody oraz warunków sanitarno-higienicznych na pływalniach. www.gis.gov.pl, 2014
- 7) Kowal A.L. Zagospodarowanie osadów i ścieków z zakładów oczyszczania wód. Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody. Gliwice: Wyd Politechniki Śląskiej; 2003:151-156
- 8) Leszczyńska M., Sozański M. Szkodliwość i toksyczność osadów i popłuczyn z procesu uzdatniania wody. *Ochr Środow i Zasob Natural.* 2009;40:575-585
- 9) Piechurski F., Wyczarska-Kokot J. Możliwości oszczędności wody w krytych pływalniach. Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. Poznań: Wyd PZITS; 2008:93-103
- 10) Prawo ochrony środowiska. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU Nr 62, poz. 627)
- 11) Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. (DzU Nr 115, poz. 1229)
- 12) Reissmann F.G., Schulze E., Albrecht V. Application of a combined UF/RO system for the reuse of filter backwash water from treated swimming pool water. *Desalination.* 2005;178:41-49. DOI: 10.1016/j.desal.2004.11.027
- 13) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU 2014, poz. 1482)

- 14) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz U 2014, poz. 1800)
- 15) Sokołowski C. Wymagania sanitarno-higieniczne dla krytych pływalni. Warszawa: MZiOS, Departament Zdrowia Publicznego, PZITS, nr arch.760;1998
- 16) Wyczarska-Kokot J., Piechurski F. Ocena filtracji i stopnia zanieczyszczenia wód popłucznych w instalacjach basenowych. *Ochr Środow.* 2002;1(84):33-36
- 17) Wyczarska-Kokot J. Jakość wód popłucznych z instalacji basenowych w aspekcie możliwości ich zagospodarowania. *Instalacje Basenowe*. Gliwice: Wyd Politechniki Śląskiej; 2005:107-120
- 18) Wyczarska-Kokot J., Jas Ł.: Bilans wodno-ściekowy – analiza dla obiektu basenowego. *Pływalnie i baseny* (13) 2013, s. 100-103
- 19) Wyczarska-Kokot J., Błotnicki M.: Odzyskać i zaoszczędzić. Możliwości recyklingu popłuczyn z systemu oczyszczania wody basenowej (cz. 1). *Pływalnie i baseny* (14) 2013, s. 84-89
- 20) Wyczarska-Kokot J., Błotnicki M.: Odzyskać i zaoszczędzić. Możliwości recyklingu popłuczyn z systemu oczyszczania wody basenowej (cz. 2). *Pływalnie i baseny* (15) 2013, s. 92-97
- 21) Wyczarska-Kokot J.: The study of possibilities of washings reusing from swimming pool circulation systems. The 24th annual Central European Conference ECOpole; Jarnołtówek, październik 2015 (Conference proceedings)