

Joanna WYCZARSKA-KOKOT<sup>1</sup>

## **ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZRZUTU POPŁUCZYN Z OBIEKTU BASENOWEGO DO RZEKI**

### **ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF WASHINGS DISCHARGE FROM THE SWIMMING POOL TO THE RIVER**

**Abstrakt:** W pracy przedstawiono wyniki badań, na podstawie których określono możliwość odprowadzenia popłuczyn, powstałych w wyniku płukania złóż filtracyjnych w systemie oczyszczania wody basenowej, do pobliskiej rzeki. Na podstawie analiz fizyczno-chemicznych próbek popłuczyn określono stopień ich zanieczyszczenia. Wyniki badań porównano z zaleceniami dotyczącymi dopuszczalnego stopnia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do wód lub ziemi (DzU 2014, poz. 1800) i wymaganiami pozwolenia wodnoprawnego wydanymi dla analizowanego obiektu basenowego. Analiza wyników badań popłuczyn surowych (niepoddanych obróbce) wykazała, że bezpośrednie ich odprowadzenie do rzeki jest niemożliwe przede wszystkim ze względu na duże stężenie chloru wolnego oraz ilość zawiesin ogólnych. Analiza wyników badań popłuczyn poddanych procesowi sedymentacji lub koagulacji objętościowej w warunkach laboratoryjnych pozwoliła zaprojektować system odprowadzenia wody nadosadowej do rzeki. Warunkiem „zrzutu” wody nadosadowej do rzeki będzie konieczność zastosowania zbiornika buforowego, osadnika lub systemu wspomagającego sedymentację zawiesin w popłuczynach np. poprzez zastosowanie koagulacji objętościowej, a następnie odprowadzanie zagęszczonych ścieków do kanalizacji sanitarnej.

**Słowa kluczowe:** basen, popłuczyny, klasa czystości rzeki, sedymentacja, koagulacja

### **Wprowadzenie**

Odpowiednia jakość popłuczyn odprowadzanych z filtracyjnych instalacji basenowych pozwala na ich częściowe zagospodarowanie i tym samym znaczną redukcję kosztów eksploatacyjnych obiektu basenowego w zakresie zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków [1-3].

Dla obiektów basenowych lokalizowanych w pobliżu rzek często brana jest pod uwagę możliwość odprowadzenia popłuczyn właśnie do nich. Należy wówczas zwrócić uwagę na stopień zanieczyszczenia popłuczyn w stosunku do klasy czystości rzeki oraz wymagania zawarte w pozwoleniu wodnoprawnym na korzystanie z wód i odprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi [4-9]. Wyniki przeprowadzonych do tej pory badań wskazują, że bezpośrednie odprowadzenie popłuczyn z filtracyjnych systemów basenowych do wód lub ziemi jest niemożliwe, głównie ze względu na zbyt duże stężenia zawiesin ogólnych i chloru wolnego [2].

Głównym celem niniejszej pracy jest ocena możliwości zrzutu popłuczyn odprowadzanych z dużego obiektu basenowego do pobliskiej do rzeki.

W rozpatrywanym obiekcie basenowym w układach oczyszczania wody zastosowano 12 filtrów wielowarstwowych ze złożem piaskowo-antracytowym, każdy o średnicy 2200 mm i powierzchni filtracji 3,8 m<sup>2</sup>. Przed filtrami dozowany jest 0,5% roztwór hydroksychlorku glinu.

---

<sup>1</sup> Instytut Inżynierii Wody i Ścieków, Politechnika Śląska, ul. S. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, tel. 32 237 22 43, fax 32 237 10 47, email: joanna.wyczarska-kokot@polsl.pl  
Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'16, Zakopane, 5-8.10.2016

Złoza filtracyjne płukane są co dwa dni, co daje 180 płukań w miesiącu. Na jedno płukanie zużywa się ok. 15 m<sup>3</sup> wody pobieranej ze zbiorników wyrównawczych [10-13]. Miesięczna objętość popłuczyn wynosi zatem ok. 2700 m<sup>3</sup>. Średni miesięczny koszt odprowadzania popłuczyn do kanalizacji sanitarnej to 13 635 zł [14].

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

### **Metodyka badań**

Badania obejmowały analizę fizyczno-chemiczną próbek popłuczyn pobranych w trakcie płukania złożeń filtracyjnych z dwóch filtrów, oznaczonych w pracy jako F1 i F2. Złoże filtra F1 płukane było po 2 dobach pracy, złoże filtra F2 płukane było po jednej dobie pracy.

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

Koncepcja badań polegała na porównaniu rezultatów analiz fizyczno-chemicznych popłuczyn z rozporządzeniami i zaleceniami określającymi dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do wód lub ziemi [8] oraz wytycznymi pozwolenia wodnoprawnego wydanego dla rozpatrywanego obiektu na szczególne korzystanie z wód.

Wykonano badania analityczne podstawowych parametrów jakości popłuczyn, a mianowicie: azot azotanowy, amonowy i ogólny, BZT<sub>5</sub> (pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu), ChZT<sub>Cr</sub> (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: F1 0' i F2 0') oraz po 2-godzinnej sedymentacji (oznaczone jako: F1 120' i F2 120') w warunkach laboratoryjnych. Sprawdzone także podatność popłuczyn na działanie koagulantu (0,5% hydroksychlorku glinu), dozowanego do obiegów basenowych w trakcie codziennej pracy rozpatrywanego układu oczyszczania wody. We wstępnych badaniach laboratoryjnych zastosowano proces koagulacji objętościowej, dla którego przyjęto następujące parametry: czas szybkiego mieszania - 1 minuta, prędkość szybkiego mieszania - 200 RPM (obrotów/minutę), czas wolnego mieszania - 20 minut, prędkość wolnego mieszania - 20 RPM (obrotów/minutę), czas sedymentacji - 30 minut.

Oceniono efekty sedymentacji i koagulacji popłuczyn oraz możliwość odprowadzenia wody nadosadowej do rzeki.

Pobór próbek oraz oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującymi metodami [15-17].

### **Analiza wyników badań**

Analiza wyników badań popłuczyn określiła koncepcję zagospodarowania wody nadosadowej poprzez jej zrzut do rzeki po zastosowaniu osadnika lub układu koagulacji objętościowej jako wspomagającej sedymentację zawiesin i odprowadzenie zageszczonych ścieków do kanalizacji sanitarnej.

Wyniki analiz fizyczno-chemicznych popłuczyn odprowadzonych z filtrów F1 i F2 oraz wody nadosadowej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wyniki analizy fizyczno-chemicznej popłuczyn odprowadzonych z filtrów F1 i F2, oraz wody nadosadowej

Table 1

Results of physical and chemical analysis of washings discharged from the filter F1 and F2, and the supernatant

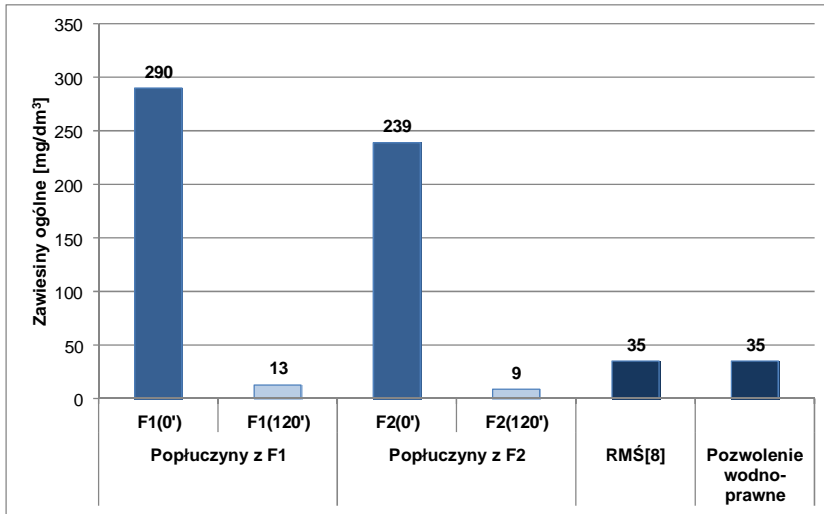
Lp.	Parametr	Jednostka	Popłuczyny F1		Popłuczyny F2		Wart. dop. wg Rozporz. Min. Środowiska [8]	Wart. dop. wg pozwolenia wodno-prawnego
			0'	120'	0'	120'		
1	Azot azotanowy	[mg N-NO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> ]	2,63	-	4,02	-	30	-
2	Azot amonowy	[mg N-NH <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup> ]	3,45	0,20	6,47	0,32	10	-
3	Azot ogólny	[mg N <sub>og</sub> /dm <sup>3</sup> ]	5,85	4,12	11,00	5,87	30 (10-15)	-
4	BZT <sub>5</sub>	[mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ]	8,2	2,4	10,2	2,8	40 (15-25)	-
5	ChZT <sub>Cr</sub>	[mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ]	67,2	16,4	43,6	12,5	150 (125)	-
6	Chlor wolny	[mg Cl <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ]	0,39*	0,03**	0,32*	0,02**	0,2	0,2
7	Chlor całkowity	[mg Cl <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ]	0,76*	0,06*	0,6*	0,07**	0,4	-
8	Chlorki	[mg Cl <sup>-</sup> /dm <sup>3</sup> ]	205	197	147	142	1000	-
9	Fosfor ogólny	[mg P <sub>og</sub> /dm <sup>3</sup> ]	0,26	0,09	0,51	0,09	5 (1-2) [mgP/dm <sup>3</sup> ]	-
10	Glin	[mg Al <sup>3+</sup> /dm <sup>3</sup> ]	0,52	0,12	0,95	0,20	3	-
11	Mętność	NTU	30,00	6,44	61,1	7,63	-	-
12	Odczyn (pH)	-	7,21	-	7,06	-	6,5-9,0	6,5-9,0
13	Siarczany	[mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /dm <sup>3</sup> ]	148	146	144	143	250 (150)	500
14	Siarczki	[mg S <sup>-2</sup> /dm <sup>3</sup> ]	0,05	-	0,04	-	0,2	0,2
15	Temperatura	[°C]	29,52*	-	29,56*	-	35	35
16	Twardość ogólna	[mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> ]	340	327	290	250	-	-
17	Zawiesiny ogólne	[mg/dm <sup>3</sup> ]	239	9	290	13	35	35

\*oznaczenie *in situ*, \*\*oznaczenie po 12 godz.

Sedymentacja zawiesin przeprowadzona w warunkach laboratoryjnych wykazała bardzo dobre efekty redukcji zawiesin z analizowanych popłuczyn (rys. 1). Pomimo że złoże filtra F1 płukane było po ok. 2 dobach pracy, a złoże filtra F2 po 1 dobie, różnica ilości zawiesin w próbkach była nieznaczna, a redukcja zawiesin w obu przypadkach była bardzo wysoka (95,5% w F1 i 96,2% w F2).

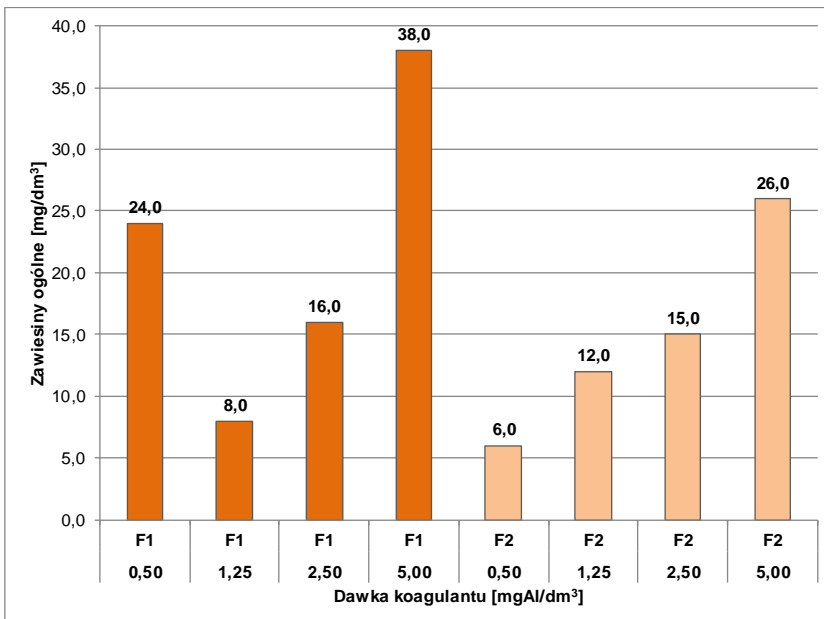
Rezultat badań poprawy zdolności sedymentacyjnych zawiesin z popłuczyn z F1 i F2 po zastosowaniu koagulacji różnymi dawkami koagulantu przedstawiono jako wyniki oznaczenia wagowego zawiesin w wodach nadosadowych (rys. 2).

Po koagulacji 1 dm<sup>3</sup> popłuczyn z filtra F1 dawką koagulantu 1,25 mg Al/dm<sup>3</sup> w wodzie nadosadowej oznaczono 8 mg/dm<sup>3</sup> zawiesin trudnoopadalnych. Po koagulacji 1 dm<sup>3</sup> popłuczyn z filtra F2 dawką koagulantu 0,5 mg Al/dm<sup>3</sup> w wodzie nadosadowej oznaczono 6 mg/dm<sup>3</sup> zawiesin trudnoopadalnych. W obu przypadkach uzyskane ilości zawiesin ogólnych trudnoopadalnych porównywalne były z wynikami uzyskanymi w procesie sedymentacji w leju Imhoffa. Przeprowadzony proces koagulacji objętościowej pozwolił na skrócenie czasu sedymentacji zawiesin (z 2 godzin do 0,5 godziny).



Rys. 1. Ilość zawiesin ogólnych w popłuczynach i wodzie nadosadowej po 2 h sedymentacji w porównaniu z rozporządzeniem [8] i pozwoleniem wodnoprawnym

Fig. 1. The amount of TSS in washings and supernatant after two-hour process of sedimentation in comparison with the Regulation [8] and water-legal permission



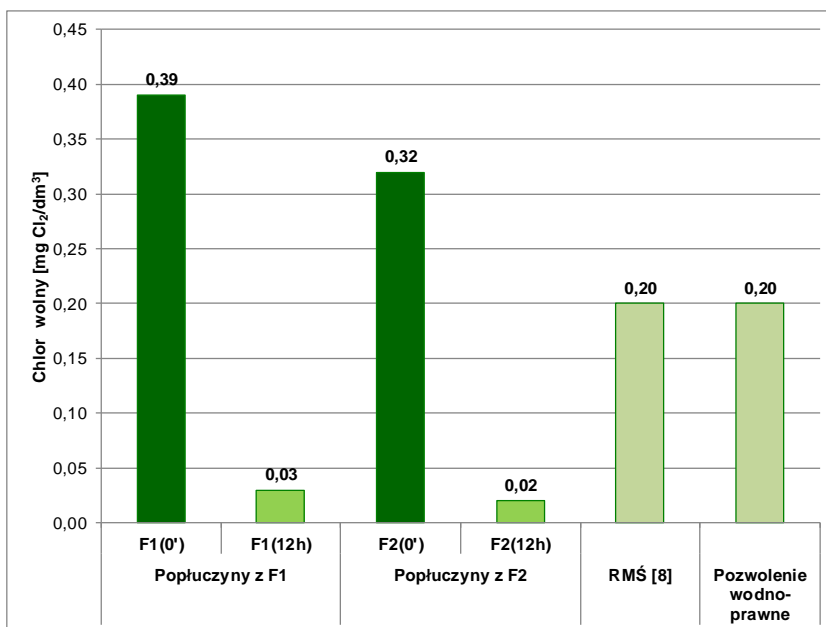
Rys. 2. Ilość zawiesin ogólnych w wodzie nadosadowej po koagulacji różnymi dawkami koagulantu

Fig. 2. The amount of TSS in the supernatant after coagulation, by the use of different doses of the coagulant

Tak znaczne skrócenie czasu sedymentacji zawiesin będzie istotne, jeśli weźmiemy pod uwagę, że w ciągu doby płukanych jest 6 złożeń filtracyjnych, a zrzut wody nadosadowej (6 „porcji” po ok. 15 m<sup>3</sup> pomniejszoną o objętość osadu z zawiesiną łatwoopadłą) planowany jest do rzeki.

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 wodą obiegową ze zbiorników wyrównawczych [10-13], stężenia chloru wolnego i całkowitego w popłuczynach są wysokie.

W popłuczynach F1 i F2 chlor wolny i całkowity oznaczono *in situ*, w chwili poboru próbek oraz po ok. 12 godzinach (rys. 3). Uzyskana po takim czasie redukcja zawartości chloru wolnego wynosiła 92,3% w popłuczynach F1 i 93,7% w popłuczynach F2. Redukcja zawartości chloru całkowitego wynosiła odpowiednio 92 i 88%. Na podstawie wcześniejszych doświadczeń z badań nad popłuczynami odprowadzanymi z obiektów basenowych można przypuszczać, że obniżenie stężenia chloru wolnego do wartości dopuszczalnej 0,2 mg Cl<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> jest możliwe już po 2 godzinach [2].



Rys. 3. Zawartość chloru wolnego w popłuczynach F1 i F2 *in situ* i po ok. 12 godzinach w porównaniu z rozporządzeniem [8] i pozwoleniem wodnoprawnym

Fig. 3. The content of free chlorine in the washings F1 and F2 *in situ* and after 12 hours in comparison with Regulation [8] and water-law permission

## Wnioski

1. Bezpośrednie odprowadzenie popłuczyn z rozpatrywanego obiektu basenowego do pobliskiej rzeki jest niemożliwe ze względu na zawartość zawiesin powyżej  $35 \text{ mg/dm}^3$  i stężenie chloru wolnego powyżej  $0,2 \text{ mg Cl}_2/\text{dm}^3$ .
2. 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.
3. Otrzymane wyniki ilości zawiesin w wodzie nadosadowej ( $9-12 \text{ mg/dm}^3$ ) pozwalają przypuszczać, że jej „rzrut” do rzeki będzie możliwy po zastosowaniu osadnika lub innego systemu umożliwiającego redukcję zawiesin.
4. We wstępnych badaniach laboratoryjnych wykazano możliwość wykorzystania koagulantu, stosowanego w procesie oczyszczania wody basenowej, do obniżenia ilości zawiesin w popłuczynach. W zależności od dawki koagulantu możliwe było uzyskanie ilości zawiesin w wodzie nadosadowej od 6 do  $38 \text{ mg/dm}^3$ .
5. Stężenie chloru wolnego w wyniku „odstania” popłuczyn uległo znacznej redukcji w czasie. Po ok. 12 godzinach zawartość chloru wolnego w popłuczynach wynosiła  $0,02-0,03 \text{ mg Cl}_2/\text{dm}^3$ .
6. Pozostałe parametry (azot azotanowy, amonowy i ogólny,  $\text{BZT}_5$ ,  $\text{ChZT}_{\text{Cr}}$ , 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 pozwoleniu wodnoprawnym wydanych dla badanego obiektu.

## Literatura

- [1] Wyczarska-Kokot J. Badania możliwości zagospodarowania popłuczyn z obiegów basenowych. *Proc ECOpole*. 2015;9(2):803-813. DOI: 10.2429/proc.2015.9(2)091.
- [2] Wyczarska-Kokot J. The study of possibilities for reuse of washings from swimming pool circulation systems. *Ecol Chem Eng S*. 2016;23(3):447-459. DOI: 10.1515/eces-2016-0032.
- [3] Filter Backwash Recycling Rule. Technical Guidance Manual. Office of Ground Water and Drinking Water (4606M). EPA 816-R-02-014. [www.epa.gov/safewater](http://www.epa.gov/safewater), 2002.
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. *DzU* 2014, poz. 1482. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20140001482>.
- [5] Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. *DzU* Nr 115, poz. 1229. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20011151229>.
- [6] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC\\_1&format=pdf](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=pdf).
- [7] Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0105>.
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi. *DzU* 2014, poz. 1800. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20140001800>.
- [9] Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32006L0118>.
- [10] DIN 19643 1-4:2012-11: Aufbereitung von Schwimm und Badebeckenwasser, 2012.

- [11] ANSI/APSP-11 2009: American National Standard for water quality in public pools and spas. [http://standards.nsf.org/apps/group\\_public/download.php/17496/ANSI-APSP-11%202009-for-aps-store.pdf](http://standards.nsf.org/apps/group_public/download.php/17496/ANSI-APSP-11%202009-for-aps-store.pdf).
- [12] Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2: Swimming pools and similar environments. WHO, 2006. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/bathing/srwe2full.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf).
- [13] Pool Water Treatment Advisory Group (PWTAG). Dedicated solely to raising standards in swimming pool water treatment. UK; 2015. <http://pwtag.org/code-of-practice-feb-2015/>.
- [14] [www.cena-wody.pl](http://www.cena-wody.pl), 2016.
- [15] Dojlido J, Dożańska W, Hermanowicz W, Koziorowski B, Zerbe J. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa: Arkady; 2010.
- [16] Kaul K. Handbook of Water and Wastewater Analysis. New Delhi, India: Atlantic Publishers and Dist; 2007.
- [17] Down RD, Lehr JH. Environmental Instrumentation and Analysis Handbook. New Jersey: Wiley; 2005.

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF WASHINGS DISCHARGE FROM THE SWIMMING POOL TO THE RIVER

<sup>1</sup> Institute of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, Gliwice

**Abstract:** The paper presents the results of studies on determining of the possibility of discharge washings, as a result of rinse filter beds in the swimming pool water treatment system, to the river. Based on the physical and chemical analysis of washings samples the degree of their contamination was determined. The results were compared with the recommended acceptable level of pollutants in wastewater discharged to water or soil (OJ 2014, item 1800) and with the requirements of the water permit issued for the analyzed swimming pool. The obtained results for raw washings (untreated) showed that direct discharge of washings into the near located river is impossible, especially due to the high concentration of free chlorine and the amount of total suspended solids (TSS). Analysis of the results of washings subjected to the process of sedimentation or coagulation in the laboratory helped design the system supernatant water drain into the river. The condition of such management would be to use a buffer tank, settling tank or supporting system to sedimentation of suspended solids, e.g. the use of coagulation and then the draining of concentrated sewage into the sanitary sewage system.

**Keywords:** swimming pool, washings, cleanliness class of river, sedimentation, coagulation