

Aleksandra Strugała-Wilczek<sup>1</sup>,  
Małgorzata Bebek<sup>1</sup>, Agnieszka Rodak<sup>1</sup>

## OCENA PRZYDATNOŚCI CIĄGŁEJ ANALIZY PRZEPIYWOWEJ DO BADANIA ANIONOWYCH I NIEJONOWYCH SUBSTANCJI POWIERZCHNIOWO CZYNNYCH W PRÓBKACH WÓD I ŚCIEKÓW

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań związane z oceną przydatności ciągłej analizy przepływowej do oznaczania substancji powierzchniowo czynnych (detergentów) anionowych oraz niejonowych w próbkach wód i ścieków. W badaniach zastosowano ciągły analizator przepływowy SAN<sup>++</sup> (Skalar, Holandia) z segmentowaniem strumienia (SFA – *segmented flow analyser*), wyposażony w detektor spektrofotometryczny. Analizowano rzeczywiste próbki wód i ścieków różnego pochodzenia, zróżnicowane pod kątem składu fizykochemicznego oraz roztwory wzorcowe. Właściwy dobór warunków analityczno-pomiarowych w układzie przepływowym pozwala uzyskać zadowalające wartości istotnych cech charakterystycznych dla obydwu aplikowanych metod. Na podstawie badań odzysku wzorca zweryfikowano przydatność techniki ciągłego przepływu w rutynowej analizie laboratoryjnej do oznaczania zawartości detergentów w materiałach badawczych o skomplikowanej matrycy. Szybkie, w pełni automatyczne określenie jakości wód i ścieków pod kątem zawartości substancji powierzchniowo czynnych za pomocą czulej metody o dobrej precyzji i poprawności umożliwia ich stały monitoring, przy spełnieniu wymagań w odniesieniu do analizy materiałów pochodzących z różnych źródeł.

**Słowa kluczowe:** ciągła analiza przepływowa, detekcja spektrofotometryczna, substancje powierzchniowo czynne, detergenty anionowe i niejonowe, woda i ścieki

### WSTĘP

Substancje powierzchniowo czynne (detergenty, surfaktanty) to związki przejawiające aktywność powierzchniową, czyli efektywną zdolność do obniżania napięcia powierzchniowego na granicy dwóch faz. Powszechnie stosowanym i z historycznego punktu widzenia najstarszym, bo znanym już ok. 2800 lat p.n.e., detergentem było mydło. Prekursorami nowoczesnych związków powierzchniowo czynnych były tzw. oleje czerwieni tureckiej, otrzymywane przez działanie kwasu siarkowego na oleje i tłuszcze, opisane po raz pierwszy w 1874 r., a początki przemysłowej produkcji syntetycznych surfaktantów datuje się na lata 80-te XIX wieku [6, 11]. Dzięki swoim

---

<sup>1</sup> Główny Instytut Górnictwa, Zakład Monitoringu Środowiska, Laboratorium Analiz Wód i Ścieków, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1, tel. 32 259 25 84, e-mail: astrugala@gig.eu

specyficznym własnościom, środki powierzchniowo czynne znajdują obecnie zastosowanie w niemal wszystkich gałęziach przemysłu (np. w górnictwie – do procesów odpylania w chodnikach kopalń) oraz w gospodarstwie domowym [4].

Znacznym wzrost zużycia środków powierzchniowo czynnych w skali globalnej pociąga za sobą wzrost stężenia tych związków w wodach odprowadzanych do kanalizacji, czego zauważalnym objawem może być powstawanie piany w wodach ściekowych i w rzekach zlokalizowanych w pobliżu dużych skupisk ludności. Należy zaznaczyć, że obecność w ekosystemach zarówno detergentów, jak i produktów ich biologicznego rozkładu, może skutkować toksycznym działaniem na ryby i inne organizmy wodne, szczególnie w strefie przydennej [1, 8]. Stąd konieczność stałego monitorowania w wodach i ściekach stężenia detergentów, szczególnie anionowych oraz niejonowych, jako klas związków posiadających największy (odpowiednio 60% i 25%) udział w światowej produkcji surfaktantów [11].

Ciągły analizator przepływowy z segmentowaniem strumienia jest niezbędnym elementem wyposażenia badawczo-pomiarowego w każdym nowoczesnym laboratorium działającym na rzecz szeroko pojętej ochrony środowiska oraz świadczącym usługi w zakresie wykonywania analiz fizykochemicznych dla różnych odbiorców, zarówno w sektorze prywatnym, jak i państwowym. Technika ciągłej analizy przepływowej z segmentowaniem strumienia polega na wstrzykiwaniu próbki na zmianę z roztworem nośnym do strumienia reagentów w ciągłym przepływie, przy czym dodatkowo do przewodów transportujących wprowadzane są regularne pęcherzyki powietrza. Na drodze od wstrzyknięcia badanej próbki do detektora wykonywany może być szereg różnorodnych metod przetwarzania próbki, np. ekstrakcja, a analiza jest w pełni zautomatyzowana.

Celem pracy była ocena przydatności ciągłego analizatora przepływowego *SA5000, model SAN<sup>++</sup>* (Skalar Analytical B.V., Holandia) do oznaczania zawartości detergentów niejonowych oraz detergentów anionowych w ciekłych próbkach środowiskowych. W pracy nacisk położono przede wszystkim na możliwość oznaczania małych zawartości analizowanych parametrów w rzeczywistych próbkach wód i ścieków, często posiadających złożony lub nietypowy skład fizykochemiczny.

## METODYKA BADAŃ

Do badań zastosowano ciągły analizator przepływowy *SA5000*, model *SAN<sup>++</sup>* holenderskiej firmy *Skalar Analytical B.V.*, ze spektrofotometrycznym typem detektora, wyposażony w dwa moduły analityczne: do oznaczania detergentów niejonowych oraz anionowych, każdy metodą ekstrakcji *in-line*. Analizator pracuje w konfiguracji z automatycznym podajnikiem próbek (*SA1100*). Dozownik powietrza wbudowany w analizator zapewnia regularne wstrzykiwanie pęcherzyków powietrza w strumień przepływającej cieczy. Takie segmentowanie gwarantuje zmniejszenie dyspersji analitu wzdłuż przewodów transportujących, ograniczając oddziaływanie pomiędzy kolej-

nymi próbkami, co pozwala na zwiększenie częstości pomiarów [7, 9]. Sterowanie analizatorem i podajnikiem zapewnia oprogramowanie *FlowAccess*.

Zasada oznaczania anionowych substancji powierzchniowo czynnych jest oparta o tworzenie soli błękitu metylenowego z surfaktantami anionowymi w środowisku zasadowym, a następnie ekstrakcję tych soli chloroformem i oczyszczanie roztworu chloroformowego kwasem. Większość czynników zakłócających jest usuwana na drodze ekstrakcji kompleksu anionowy surfaktant-błękit metylenowy z alkalicznego roztworu oraz przez reakcję z kwaśnym roztworem błękitu metylenowego. Błękit metylenowy w środowisku wodnym reaguje z detergentami anionowymi, tworząc niebiesko zabarwione kompleksy. Pomiar absorbancji oddzielonej fazy organicznej następuje przy długości fali 650 nm. Pospolite składniki wód i ścieków nie powinny wpływać na otrzymywane wyniki, jednak z uwagi na brak możliwości wyeliminowania wszystkich rzeczywistych interferentów, dla substancji oznaczanych zgodnie z opisaną procedurą przyjęto określenie MBAS (*Methylene Blue Active Substances*), czyli indeks substancji aktywnych wobec błękitu metylenowego [5].

Oznaczanie detergentów niejonowych techniką SFA polega na wprowadzeniu próbki do przepływających w sposób ciągły roztworów: azotanu potasu w wodzie i etanolu oraz kwasu pikrynowego. Następnie kompleks surfaktant-potas-pikrynian jest ekstrahowany do fazy organicznej (do 1,2-dichloroetanu). Pomiar absorbancji fazy organicznej następuje przy długości fali 370 nm.

Zoptymalizowane warunki analityczno-pomiarowe, przyjęte następnie w badaniach detergentów anionowych i niejonowych to: długość drogi optycznej 50 mm, czas podawania próbki 150 s, czas płukania 200 s, czas pompowania powietrza 1 s.

Wszystkie odczynniki i roztwory stosowane w badaniach charakteryzowały się czystością cz.d.a. lub lepszą. Roztwory przygotowywano z użyciem wody dejonizowanej o przewodności elektrycznej właściwej  $< 0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ , przed użyciem odgazowanej przez przepuszczenie strumienia gazu obojętnego (helu) przez objętość ok. 4 litrów przez okres 15 minut.

Sposób postępowania z próbkami wód i ścieków w przypadku obydwu rodzajów substancji powierzchniowo czynnych jest identyczny. Materiał badawczy, pobrany do butelek ze szkła, uprzednio przemytych 10% roztworem kwasu solnego w alkoholu metylowym, analizowano do 24 godzin po dostarczeniu do laboratorium, bądź filtrowano pod zmniejszonym ciśnieniem przez sączek średni i zabezpieczano przez nasycenie chloroformem (dodatek 0,4 ml chloroformu na każde 100 ml próbki), a następnie przechowywano w temp. ok.  $4^{\circ}\text{C}$  aż do czasu wykonania analizy (maksymalnie 8 dni) [5].

## WYNIKI I DYSKUSJA

W przypadku oznaczania detergentów anionowych, roztwory do kalibracji sporządzono na bazie roztworu wzorcowego przygotowanego w laboratorium przez

rozpuszczenie w wodzie soli sodowej kwasu dodecylo-1-siarkowego, SDS (tj. soli sodowej siarczanu laurylowego, SLS) firmy *Merck*. Do badania odzysku oraz do kontroli jakości oznaczenia użyto roztworu wzorcowego sporządzonego w laboratorium przez rozpuszczenie w wodzie soli sodowej kwasu dodecylo-1-siarkowego (*Acros Organics*). Badania prowadzono w zakresie roboczym, obejmującym stężenia detergentów anionowych od 10  $\mu\text{g/l}$  do 400  $\mu\text{g/l}$ .

W badaniach detergentów niejonowych, roztwory do kalibracji przygotowano z roztworu wzorcowego podstawowego, sporządzonego w laboratorium przez rozpuszczenie w wodzie odczynnika Triton X-100 firmy *Merck*. Do badań odzysku oraz do kontroli jakości oznaczenia użyto roztworu wzorcowego sporządzonego w laboratorium przez rozpuszczenie w wodzie odczynnika Triton X-100 *SigmaUltra* firmy *Sigma-Aldrich*. Należy zaznaczyć, że reakcja zależy od typu detergentu zastosowanego do kalibracji (stosowana metoda nie jest specyficzna). Badania prowadzono w zakresie roboczym, obejmującym stężenia detergentów niejonowych od 0,4  $\text{mg/l}$  do 10  $\text{mg/l}$ .

W obu przypadkach wykreślano liniową funkcję kalibracyjną, w oparciu o pomiary absorbancji (wysokości pików) na ośmiu różnych poziomach stężeń, po dwa niezależne powtórzenia w każdym punkcie pomiarowym.

Granice wykrywalności i oznaczalności dla obydwu rodzajów detergentów wyznaczono na podstawie analizy 10 niezależnie przygotowanych i poddanych pełnemu procesowi analitycznemu próbek wody dejonizowanej wraz z odczynnikiem stosowanymi przy przygotowywaniu roztworów wzorcowych i próbek rzeczywistych, z dodatkiem oznaczanego składnika na poziomie stężeń zbliżonym do spodziewanej wartości granicy wykrywalności. Dla detergentów anionowych granice wyznaczono również dla 10 niezależnie spreparowanych próbek wody powierzchniowej oraz ścieków przemysłowych nieoczyszczonych (z dodatkiem analitu na poziomie 20  $\mu\text{g/l}$ ), a dla detergentów niejonowych analogiczne badanie przeprowadzono dla matrycy ścieku socjalno-bytowego surowego oraz oczyszczonego (dla 6 niezależnych próbek, z dodatkiem analitu na poziomie 2  $\text{mg/l}$ ). Granicę wykrywalności i oznaczalności obliczono odpowiednio jako trzykrotną i dziesięciokrotną wartość odchylenia standardowego średniej (tab. 1).

Precyzję oznaczeń oszacowano w oparciu o wyznaczoną wartość współczynnika zmienności  $CV$  (tab. 1). Dla surfaktantów anionowych  $CV$  obliczono na podstawie wyników analizy kilkunastu próbek rzeczywistych o zróżnicowanym składzie matrycy (np. woda wodociągowa, woda powierzchniowa, ścieki socjalno-bytowe odprowadzane do kanalizacji, ścieki przemysłowe nieoczyszczone). Każdą próbkę przygotowano tak, aby wyniki pochodziły z 3 niezależnych powtórzeń (sączenie kolejnych porcji próbki, różne rozcieńczenia). Precyzję badano również w oparciu o roztwory wzorcowe (np. po 10 niezależnych oznaczeń stężenia analitu na poziomach 40  $\mu\text{g/l}$ , 200  $\mu\text{g/l}$  oraz 300  $\mu\text{g/l}$ ).

Dla oznaczania niejonowych substancji powierzchniowo czynnych precyzję w warunkach powtarzalności określono za pomocą  $CV$ , obliczonego na podstawie wyników 6 niezależnych oznaczeń analitu w roztworach wzorcowych (np. 0,5  $\text{mg/l}$

**Tabela 1.** Wybrane parametry walidacji oznaczania anionowych i niejonowych substancji powierzchniowo czynnych (detergentów) metodą SFA z detekcją spektrofotometryczną  
**Table 1.** Some validation parameters for the determination of anionic surfactants and nonionics by SFA method with photometric detection

Parametr <i>Parameter</i>	Wartość <i>Value</i>	
	Detergenty anionowe <i>Anionic surfactants</i>	Detergenty niejonowe <i>Nonionics</i>
Granica wykrywalności <i>Limit of detection</i> [mg/l]	0,0017 (roztwór wzorcowy) <i>(standard)</i> 0,0024 (matryca: ściek przemysłowy) <i>(matrix: industrial waste)</i>	0,057 (roztwór wzorcowy) <i>(standard)</i> 0,189 (matryca: ściek socjalno-bytowy) <i>(matrix: municipal waste)</i>
Granica oznaczalności <i>Limit of quantification</i> [mg/l]	0,0024 (roztwór wzorcowy) <i>(standard)</i> 0,0080 (matryca: ściek przemysłowy) <i>(matrix: industrial waste)</i>	0,124 (roztwór wzorcowy) <i>(standard)</i> 0,413 (matryca: ściek socjalno-bytowy) <i>(matrix: municipal waste)</i>
Zakres roboczy* <i>Working range*</i> [mg/l]	0,01 – 0,40	0,40 – 10
Równanie wybranej funkcji kalibracyjnej** <i>Equation of calibration curve**</i>	$y = 409,4 \times c - 1485,3$	$y = 64775,8 \times c - 29104,6$
Współczynnik korelacji, r <i>Correlation coefficient, r</i>	0,9998	0,9998
Precyzja (współczynnik zmienności, CV) <i>Precision (Coefficient of variation, CV)</i> [%]	0,55 – 4,2 (roztwory wzorcowe) <i>(standards)</i> 0,33 – 4,4 (matryca: ściek socjalno-bytowy, woda powierzchniowa) <i>(matrix: municipal waste, surface water)</i>	1,7 – 4,3 (roztwory wzorcowe) <i>(standards)</i> 1,7 – 7,8 (matryca: ściek przemysłowy, ściek socjalno-bytowy) <i>(matrix: industrial waste, municipal waste)</i>

\* dolna granica zakresu roboczego odpowiada granicy oznaczalności (w próbkach obciążonych nieskomplikowaną matrycą)

\* lower limit of concentration range, corresponding to detection limit (in samples with non-complicated matrix)

\*\* c – stężenie oznaczanego składnika (mg/l), y – wysokość piksu [D.U.] (D.U. – zliczenia)

\*\* c – concentration of analysed component (mg/l), y – peak height [D.U.] (D.U. – display unit)

i 6 mg/l), oraz 3 niezależnych wyników badań rzeczywistych próbek ścieków różnego pochodzenia (ścieki z myjni, z mycia hali, przemysłowe, z zakładów azotowych, z gazowni, socjalno-bytowe surowe i oczyszczone, ścieki odprowadzane do kanalizacji).

W przypadku obydwu metod, otrzymane wyniki wskazują na bardzo dobrą precyzję oznaczenia (CV dla próbek rzeczywistych i roztworów wzorcowych nie przekracza wartości 5% dla detergentów anionowych i 8% dla detergentów niejonowych).

Ponieważ w praktyce laboratoryjnej poprawność metody jest często obciążona niepełnym odzyskiem analitu z badanej matrycy (przy założeniu braku innych źródeł błędów systematycznych) [2], dlatego do jej oszacowania posłużono się metodą dodatku wzorca. Poprawność oznaczania detergentów anionowych metodą SFA badano w rzeczywistych próbkach środowiskowych o zróżnicowanej matrycy. W każdej próbce wyjściowej oznaczono stężenie analitu, a następnie do próbki dodawano ściśle określoną ilość wzorca i ponownie analizowano w celu sprawdzenia odzysku (straty) badanego składnika. Badania dodatku wzorca do każdej próbki rzeczywistej prowadzono dla 3 różnych poziomów stężeń. Odzysk wzorca był satysfakcjonujący i wynosił od 81% do 119% (tab. 2).

**Tabela 2.** Przykładowe wyniki badania odzysku metodą wielokrotnego dodatku wzorca (oznaczanie detergentów anionowych metodą SFA)

**Table 2.** Exemplary results of recovery studies by multiple standard addition method (determination of anionic surfactants by SFA method)

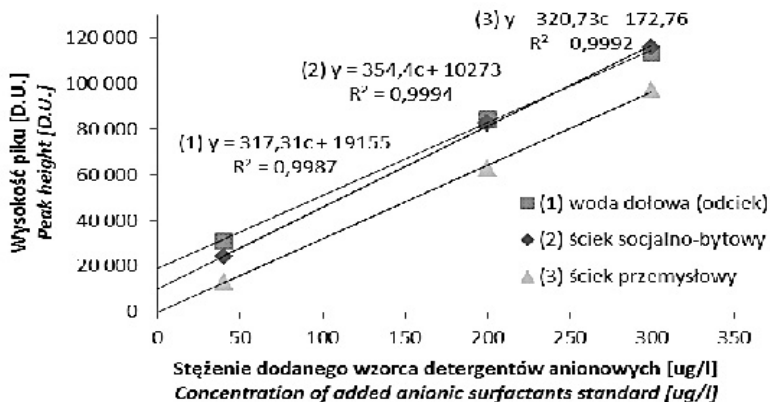
Matryca Matrix	Stężenie dodanego wzorca <i>Concentration of added standard</i> [µg/l]	Stężenie detergentów anionowych w próbce z wzorcem <i>Concentration of anionic surfactants in real sample with standard addition</i> [µg/l]	Wysokość piku <i>Peak height</i> [D.U.]	Odzysk <i>Recovery</i> [%]
Woda dołowa (odciek) <i>Underground water (eluate)</i>	0	41,8		
	40	89,4	31192	119
	200	248	84320	103
	300	335	113299	98
Ściek socjalno-bytowy <i>Municipal waste</i>	0	25,6		
	40	67,7	23955	105
	200	243	82438	109
	300	343	115803	106
Ściek przemysłowy <i>Industrial waste</i>	0	n.w.* / n.d.*		
	40	35,5	13196	81
	200	183	62571	90
	300	286	96910	94

\* n.w. – nie wykryto przy użyciu zastosowanej metody

\* n.d. – not determined by applicated method

Na podstawie wyników uzyskanych dla próbki analitycznej oraz kolejnych identycznych próbek, różniących się jedynie stężeniem dodanego analitu, skonstruowano wykresy wzorcowe (funkcji kalibracji) (rys. 1) [10]. Liniowość analitycznych zależności graficznych otrzymanych w badanym zakresie stężeń (współczynnik korelacji  $r \geq 0,999$ ) potwierdza założenie, że wpływy czynników zakłócających są podobne we wszystkich rodzajach próbek matrycowych, oraz że nie mają one charakteru adytywnego i tym samym świadczy o dobrej selektywności stosowanej metody [3].

Poprawność metody oznaczania detergentów niejonowych techniką SFA wyznaczono na podstawie badania odzysku metodą dodatku wzorca w rzeczywistych



Rys. 1. Zależność wysokości piku od stężenia detergentów anionowych w wybranych próbkach rzeczywistych (metoda wielokrotnego dodatku wzorca)

Fig. 1. Graph relations between peak height and concentration of added anionic surfactants standard in some environmental samples (multiple standard addition method)

próbkach środowiskowych o zróżnicowanej matrycy (tab. 3). W każdej próbce wyjściowej oznaczono stężenie analitu, a następnie do każdej badanej próbki dodano ściśle określoną ilość roztworu wzorcowego i poddano ją ponownej analizie w celu sprawdzenia odzysku analitu. Otrzymany odzysk jest prawidłowy i mieści się w przedziale od 99% do 114%.

Tabela 3. Przykładowe wyniki badania odzysku metodą dodatku wzorca (oznaczanie detergentów niejonowych metodą SFA)

Table 3. Exemplary results of recovery studies by standard addition method (determination of nonionics by SFA method)

Matryca Matrix	Stężenie dodanego wzorca detergentów niejonowych Concentration of nonionic standard addition [mg/l]	Stężenie detergentów niejonowych w próbce z wzorcem* Concentration of nonionics in real sample with standard addition* [mg/l]	Odzysk Recovery [%]
Woda powierzchniowa Surface water	0	n.w.* n.d.**	114
	0,6	0,69 ± 0,04	
Ściek surowy Crude waste	0	n.w.* n.d.**	99
	1	0,99 ± 0,01	
Ściek oczyszczony Purified waste	0	n.w.* n.d.**	104
	2	2,2(2) ± 0,1(6)	

\* średnia i odchylenie standardowe z 3 pomiarów

\*\* mean value and standard deviation value from 3 measurements

\*\* n.w. – nie wykryto przy użyciu zastosowanej metody

\*\* n.d. – not determined by applicated method



## WNIOSKI

W wyniku badań stwierdzono, że opracowane metodyki oznaczania detergentów anionowych oraz detergentów niejonowych wskazują na możliwość zastosowania ciągłej analizy przepływowej w rutynowej analizie wód i ścieków, a także w badaniach monitoringowych (możliwość wykonania dużej liczby analiz w krótkim czasie).

Wyznaczone w trakcie walidacji wartości podstawowych cech ilościowych (tj. granicy oznaczalności, precyzji i poprawności) potwierdzają przydatność opracowanych metodyk do oznaczania anionowych i niejonowych substancji powierzchniowo czynnych w próbkach wód i ścieków różnego pochodzenia. Na podstawie metody dodatku wzorca potwierdzono wysoką selektywność stosowanych metod i możliwość oznaczania analitu na bardzo małym poziomie stężeń, nawet w materiale badawczym o złożonym i nietypowym składzie fizykochemicznym. Całkowita automatyzacja procesu analitycznego na drodze ciągłego przepływu znacznie zwiększa efektywność oznaczeń, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej powtarzalności, dokładności i wiarygodności wyników.

Zaproponowane metody oznaczania surfaktantów stanowią interesującą alternatywę dla metod klasycznych, nie tylko z uwagi na lepsze parametry analityczne (w tym krótki czas wykonania oznaczeń, małą ilość materiału badawczego oraz niewielkie zużycie odczynników równoznaczne z ograniczeniem ilości odpadów generowanych w trakcie analizy), ale również ze względu na możliwość wyeliminowania ekstrakcji manualnej, jednoznacznej z narażeniem analityka na kontakt z rozpuszczalnikami organicznymi o udowodnionym silnym działaniu toksycznym.

## PIŚMIENNICTWO

1. Anastasiu S., Jelescu E. 1973. Środki powierzchniowo czynne. WNT, Warszawa.
2. Dobecki M. 2004. Zapewnienie jakości analiz chemicznych. Instytut Medycyny Pracy, Łódź.
3. Hulanicki A. 2001. Współczesna chemia analityczna. Wybrane zagadnienia. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
4. Ogonowski J., Tomaszewicz-Potępa A. 1999. Związki powierzchniowo czynne. Politechnika Krakowska im. T.Kościuszki, Kraków.
5. PN-EN 903. 2002. Jakość wody. Oznaczanie surfaktantów anionowych przez pomiar indeksu błękitu metylenowego MBAS. PKN, Warszawa.
6. Profic J., Planeta B., Pilichowski B., Szmidtgal E. 1959. Środki powierzchniowo czynne. Technologia i zastosowanie. PWT, Warszawa.
7. Strugała-Wilczek A., Mitko K., Bebek M. 2009. Wykorzystanie ciągłej analizy przepływowej z segmentowaniem strumienia (SFA) oraz detekcją spektrofotometryczną w oznaczaniu indeksu fenolowego w próbkach środowiskowych. *Przegląd Geologiczny*, 57, 12: 1096-1100.
8. Tórz A., Kubiak J., Nędzarek A. 2005. Zanieczyszczenie wód estuarium Odry anionoaktywnymi substancjami powierzchniowo czynnymi oraz fenolami. *Inżynieria ekologiczna*, 13: 196-198.



9. Trojanowicz M. 1999. Automatyzacja w analizie chemicznej. WNT, Warszawa.
10. Xie Y., Zhu Y., Xu F., Liu X., Xue B., Tao S. 2007. A method for determining pyrene in mucus using synchronous fluorimetry with multiple standard additions. *Chemosphere*, 66: 1878-1883.
11. Zieliński R. 2009. Surfaktanty - budowa, właściwości, zastosowania. Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.

## **EVALUATION OF THE USEFULNESS OF CONTINUOUS FLOW ANALYSIS FOR THE STUDY OF ANIONIC SURFACTANTS AND NONIONIC SURFACTANTS IN WATER AND SEWAGE SAMPLES**

### **Abstract**

In this paper, continuous flow analyzer has been examined for the usefulness for the determination of anionic surfactants and nonionics in real water and sewage samples. The study used a segmented flow analyzer (SFA) SAN<sup>++</sup> (Skalar, Netherlands) with photometric detection. Environmental water and sewage samples of different origin and standard solutions were under test. By appropriate selection of analytical conditions in continuous flow system, it has been possible to obtain satisfactory values of the significant characteristics of applied methods for the determination of both surfactants. On the basis of the standard addition it was confirmed that proposed continuous flow system is useful for the determination of the surfactants also in materials with complicated matrix.

Established methods show low limit of detection, good precision and good correctness. The described full automatic method takes effect in short-time analysis, small sample volume required for testing and waste restriction. Proposed flow injection system comply with requirements and may be successfully applied in monitoring studies as well as in the routine laboratory analysis. Rapid determination of water and waste water quality by the SFA for the content of surfactants allows an adequate response in case of exceeding the permissible concentrations, even according to the most restricted requirements.

**Keywords:** continuous flow analysis, photometric detection, anionic surfactants, nonionics, water, sewage