

## Analiza ścieków jako nowa droga określenia ilości spożywanego narkotyków w społecznościach lokalnych. Przegląd literatury

### Analysis of wastewater as a new approach to determine the amount of drugs intake by local communities. A review

Marta Boroń<sup>(a, b)</sup>, Krystyna Pawlas<sup>(a, c)</sup>

Zakład Szkodliwości Fizycznych, Fizjologii Pracy i Ergonomii, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego  
Dyrektor Instytutu: dr n. med. P.Z. Brewczyński  
Kierownik Zakładu: dr n. przyr. S. Marzec

<sup>(a)</sup> koncepcja pracy

<sup>(b)</sup> opracowanie tekstu i piśmiennictwa

<sup>(c)</sup> sprawdzenie pod względem merytorycznym

#### STRESZCZENIE

Analiza ilościowa i jakościowa ścieków pod względem zawartości nielegalnych narkotyków i ich metabolitów to nowoczesna metoda badawcza, która uważana jest za obiektywne i szybkie narzędzie do określenia zawartości substancji zażywanych i wydalanych przez człowieka. Wyniki w czasie rzeczywistym pozwalają na szybką identyfikację zmian ilościowych i jakościowych zażywanych narkotyków. Umożliwia to oszacowanie dziennego spożycia badanego narkotyku w społecznościach lokalnych w ujęciu miasta, państwa, a nawet kontynentu. Najczęściej szacowane spożycie narkotyków dotyczy kokainy, amfetaminy, metamfetaminy, ecstasy i konopi indyjskich. Monitorowanie ścieków miejskich może dostarczyć informacji o dynamice zmian poziomu narkotyków, w zależności od dni tygodnia i ich ogólnej tendencji w przeciągu roku. Szacowanie retrospektywne spożycia narkotyków niesie ze sobą błędy, zależne m.in. od poboru próbek, szczelności systemu kanalizacji, stabilności analitów i mieszaniny samych ścieków, lecz pozostaje metodą obiektywną i dostarczającą bardzo wartościowych informacji instytucjom walczącym z przestępczością narkotykową.

**Słowa kluczowe:** ścieki, narkotyki, kokaina, amfetamina, ecstasy, konopie indyjskie

#### ABSTRACT

Qualitative and quantitative analysis of wastewater in terms of the amount of illegal drugs and their metabolites is a modern method of research, which is considered to be an objective and effective way to determine the amount of substances taken and excreted by humans. The results obtained in a real time allow for a quick identification of the quantitative and qualitative changes of the drugs intake. Such approach allows to estimate the daily intake of the drug by the local communities in terms of cities, countries and even the continent. Most often the estimation refers to the intake of the following drugs: cocaine, amphetamine, methamphetamine, ecstasy and cannabis. The wastewater's monitoring provides information on the dynamics of the drug level changes depending on the weekday, and the general trend in a year. Retrospective estimation of drug intake carries errors, dependent from sampling, sewer system tightness, the stability of the analytes and mixtures of the wastewater itself but remains objective by providing very valuable information for the institutions struggling with drug crime.

**Key words:** wastewater, illicit drugs, cocaine, amphetamine, ecstasy, cannabis

#### WSTĘP

Analiza ilościowa i jakościowa ścieków pod względem zawartości nielegalnych narkotyków to nowoczesna metoda badawcza, uważana za obiektywne i szybkie badanie zawartości substancji zażywanych i wydalanych przez człowieka. Zanie-

czyszczenia wód narkotykami i ich metabolitami jest stosunkowo nowym problemem, z zaznaczającą się tendencją wzrostową. Zatem analiza ścieków jest przedmiotem zainteresowania ekotoksikologów i biologów w aspekcie ochrony środowiska, ale również stanowi problem zdrowotny i epidemiologiczny.

Dotychczasowe informacje o ilości zażywanych środków odurzających pochodzą od służb walczących z przestępczością narkotykową: Komenda Główna Policji, Krajowe Biuro ds. Przeciwdziałania Narkomanii, Europejskie Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii. Analiza ścieków pozwala uzyskać informacje o rodzaju i ilości substancji spożywanego przez ludność, gdyż uważa się, że użycie narkotyków przez człowieka jest ich głównym źródłem obecności w wodach ściekowych, a wyniki szczegółowej analizy ścieków dotyczącej zawartych w nich nielegalnych substancji, są zgodne z publikowanymi oficjalnymi informacjami dotyczącymi ilości spożywanego narkotyku.

Traktowanie tych analiz jako wskaźnika użycia narkotyków przez ludność z obszaru, z którego zbierane są systemem zbiorczych rur wody ściekowe, jest cennym narzędziem szacowania użycia nielegalnych narkotyków w lokalnych społecznościach. Dodatkowo, badania oferują wyniki w czasie rzeczywistym i pozwalają na szybką identyfikację zmian ilościowych i jakościowych. Pozwala to na oszacowanie dziennego spożycia badanego narkotyku, skalę rozpowszechnienia zjawiska narkomanii, a przy wieloletnich badaniach – ocenę zmian i tendencji w używaniu substancji psychoaktywnych przez społeczeństwo, jak również ocenę skuteczności wprowadzonych działań operacyjnych i prewencyjnych służb do walki z przestępczością narkotykową.

## DOTYCHCZASOWE PRACE

Pierwsze dyskusje dotyczące analizy ścieków pod kątem zawartości narkotyków i ich metabolitów jako nieinwazyjnej metody monitorowania spożycia środków odurzających, zostały opublikowane w 2001 roku przez Daughtona [1]. Trzy lata później pojawia się opracowanie metody i jej użyteczności w oznaczaniu zawartości metamfetaminy oraz metylenodioksymetametamfetaminy (MDMA, ekstazy) w ściekach [2]. W roku 2005 ukazało się opracowanie wskazujące na powszechne występowanie kokainy i jej metabolitu, benzoilokogoniny, w ściekach miejskich oraz wodach powierzchniowych [3]. Również w tej pracy pojawia się pierwsza próba wykorzystania terenowych badań epidemiologicznych ścieków jako wskaźnika szacowanego spożycia nielegalnych środków odurzających w społeczności lokalnej. Następnie w roku 2006 Castiglioni i wsp. wykazują obecność w wodach ściekowych innych narkotyków i ich metabolitów: etylobenzoilokogoniny (etykokainy), norbenzoilokogoniny, norkokainy, 6-acetylomorfiny, morfiny-3-D-glukuronidu,

amfetaminy, metylenodioksymetametamfetaminy (MDA), metylenodioksyetyloamfetaminy (MDEA), kwasu 11-nor-9-karboksy- $\Delta^9$ -tetrahydrokannabinolowego (THC-COOH) [4].

Zuccato i wsp. [5, 6] wskazują na zmiany ilościowe narkotyków w latach od 2005 do 2009 roku. W badaniu wykorzystano analizę ścieków z północnych Włoszech, z miast Mediolan oraz Como. W latach 2005–2008 zanotowano stabilne użycie kokainy i heroiny, stopniowy spadek konsumpcji konopi indyjskich i tendencję wzrastającą użycia metamfetaminy. W roku 2009 odnotowano nagłą zmianę: znaczący spadek użycia kokainy i heroiny, oraz wzrost spożycia konopi i metamfetaminy. Autorzy podkreślają spadek użycia drogich narkotyków (kokaina, heroina) i zastąpienie ich tańszymi i łatwiej dostępnymi środkami (konopie indyjskie, metamfetamina). Jako najbardziej prawdopodobną przyczynę wskazują kryzys gospodarczy w Europie, zaznaczając, że zmiany ilościowe spożywanego narkotyku mogą mieć również miejsce w innych miastach Europy.

W wyczerpującej analizie Europejskiego Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii dotyczącym możliwości i ograniczeń nowej metody [7], podkreśla się możliwość uzyskania wielu cennych informacji w czasie prowadzonych badań: poza całkowitym ładunkiem narkotyku (ilość substancji macierzystej i wszystkich metabolitów, niesiona przez układ ściekowy w danym czasie), można określić szacowane dzienne spożycie, czyli ilość badanego narkotyku zażytego przez mieszkańców, wyrażane w mg/dzień/1000 osób lub w ilości dawek narkotyku/dzień/1000 mieszkańców.

W pracy zespołowej z 2012 roku po raz pierwszy dokonano porównania zawartości narkotyków i ich metabolitów w ściekach w 19 krajach Europy [8]. Badania objęły w sumie 15 milionów mieszkańców, dostarczając najbardziej aktualnych danych odnośnie zażywania najpowszechniejszych narkotyków: kokainy, ekstazy (MDMA), amfetaminy i metamfetaminy, oraz konopi indyjskich (THC-COOH). Szeroko zakrojone badania ścieków, pozwoliły na uzyskanie danych w skali lokalnej, krajowej jak również międzynarodowej. Opracowanie wskazuje, że zażywanie kokainy było wyższe w Europie Zachodniej i Środkowej, a niższe w północnej i wschodniej. Całkowite dzienne spożycie kokainy w całej Europie w okresie trwania analiz (od 9 do 15 marca 2011) oszacowano na poziomie 355 kg/dzień, a po uwzględnieniu liczebności mieszkańców, szacowane dzienne średnie spożycie kokainy w Europie wynosi 708 mg/dzień/1000 mieszkańców. Ponadto, większe ilości kokainy zażywane były w dużych miastach,

co pokrywa się z trendem stwierdzonym w Stanach Zjednoczonych w 2009 roku [9]. Najwyższą wartość użycia ecstasy zanotowano w holenderskim Utrecht (615 mg/dzień/1000 osób), a w dalszej kolejności także w Amsterdamie, Eindhoven, oraz Antwerp (Belgia) i Londynie (Wielka Brytania). Dzielne szacowane spożycie metamfetaminy było najwyższe w Helsinkach i Turku (Finlandia) (376 i 300 mg/dzień/1000 osób), następnie w Oslo (Norwegia) i Budziejowicach (Czechy). Autorzy podkreślają pojawiającą się odwrotną zależność: w miastach, gdzie spożycie kokainy było niskie, notowano wysokie spożycie metamfetaminy. Tłumaczą to prawdopo-

dobnie łatwiejszą dostępnością i niższą ceną drugiego z wymienionych narkotyków. Spożycie amfetaminy było najwyższe w Belgii (Antwerp: 278 mg/dzień/1000 osób) i miastach Holandii: Amsterdamie (123 mg/dzień/1000 osób), Utrecht (90 mg/dzień/1000 osób) i w Eindhoven, gdzie zanotowano ekstremalnie wysoki poziom szacowanego spożycia, aż 3040 mg amfetaminy/dzień/1000 mieszkańców tego miasta.

Dostępne do tej pory wyniki badań przedstawiające szacunkowe spożycie środków odurzających określone poprzez analizę ścieków zestawiono w tabeli I.

Tabela I. Szacunkowe dzienne spożycie środków odurzających określone poprzez analizę ścieków bytowych, wykonanych w różnych miastach [mg/dzień/1000 mieszkańców]

Table I. The estimated daily intake of drugs determined by analysis of sewage in various cities [mg/day/1000 inhabitants]

Państwo, obszar, rok publikacji badań	Szacowane spożycie substancji [mg/dzień/1000 mieszkańców]					
	Kokaina	Morfina	Amfetamina	Metamfetamina	Ecstasy	THC-COOH
Belgia, duże miasta, 2009 [10]	60–1860	–	–	–	–	–
Belgia, miasto Antwerp, 2012 [8]	987–1998	–	278	3–49	52	–
Belgia, miasto Bruksela, 2012 [8]	511–662	–	33	<	3–18	–
Chorwacja, miasto Zagrzeb, 2012 [8]	2–146	–	3–35	<	3–18	14–124
Czechy, miasto Budziejowice, 2012 [8]	2–146	–	3–35	175	3–18	14–124
Finlandia, miasto Helsinki, 2012 [8]	18	–	<	376	3–18	–
Finlandia, miasto Turku, 2012 [8]	6	–	<	300	3–18	–
Francja, miasto Paryż, 2012 [8]	511–662	–	<	<	3–18	14–124
Hiszpania, miasto Barcelona, 2012 [8]	987–1998	–	3–35	3–49	3–18	14–124
Hiszpania, prowincja Castellon, 2012 [8]	987–1998	–	<	<	<	14–124
Hiszpania, Katalonia, zakład karny, 2011 [11]	300	–	<	<	<	990
Hiszpania, miasto Santiago de Compostela, 2012 [8]	511–662	–	3–35	3–49	3–18	14–124
Hiszpania, miasto Walencja, 2012 [8]	987–1998	–	3–35	3–49	3–18	14–124
Holandia, miasto Amsterdam, 2012 [8]	987–1998	–	123	<	78	192
Holandia, miasto Eindhoven, 2012 [8]	987–1998	–	3040	<	67	14–124
Holandia, miasto Utrecht, 2012 [8]	987–1998	–	90	<	615± 300	14–124
Irlandia, miasto Dublin, 2007 [12]	180–1440	<	–	–	–	–
Norwegia, miasto Oslo, 2012 [8]	2–146	–	3–35	245	<	–
Polska, miasto Olsztyn, 2012 [13]	–	–	< – 0,285	–	–	< – 0,016
Polska, miasto Poznań, 2010 [14, 15]	<	–	0,46–0,14 śr. 0,27	0,80–0,27 śr. 0,73	0,65–0,29 śr. 0,55	624–801
Stany Zjednoczone, miasto Lubbock, 2012 [16]	4300 ± 0,5	–	–	–	–	–
Szwajcaria, miasto Lugano, 2008 [5]	109±23	102±15	<	<	7,3 ± 5,1	43±10
Szwecja, miasto Sztokholm, 2012 [8]	145	–	3–35	3–49	<	<
Szwecja, miasto Umeå, 2012 [8]	2	–	3–35	3–49	<	<
Wielka Brytania, miasto Londyn, 2008 [5]	140±10	173±29	24±5	2,4±0,3	3,4±1	50±21
Wielka Brytania, miasto Londyn, 2012 [8]	987–1998	–	3–35	3–49	32	–
Wielka Brytania, Walia Południowa, miasta Cilfynydd i Coslech, 2009 [17]	900	–	2500	–	–	–
Włochy, miasto Mediolan, 2008 [5]	157±14	32±3	2,7±2,8	4,5±1,6	4,5±3,7	20± 2
Włochy, miasto Mediolan, 2012 [8]	511–662	–	3–35	3–49	3–18	14–124

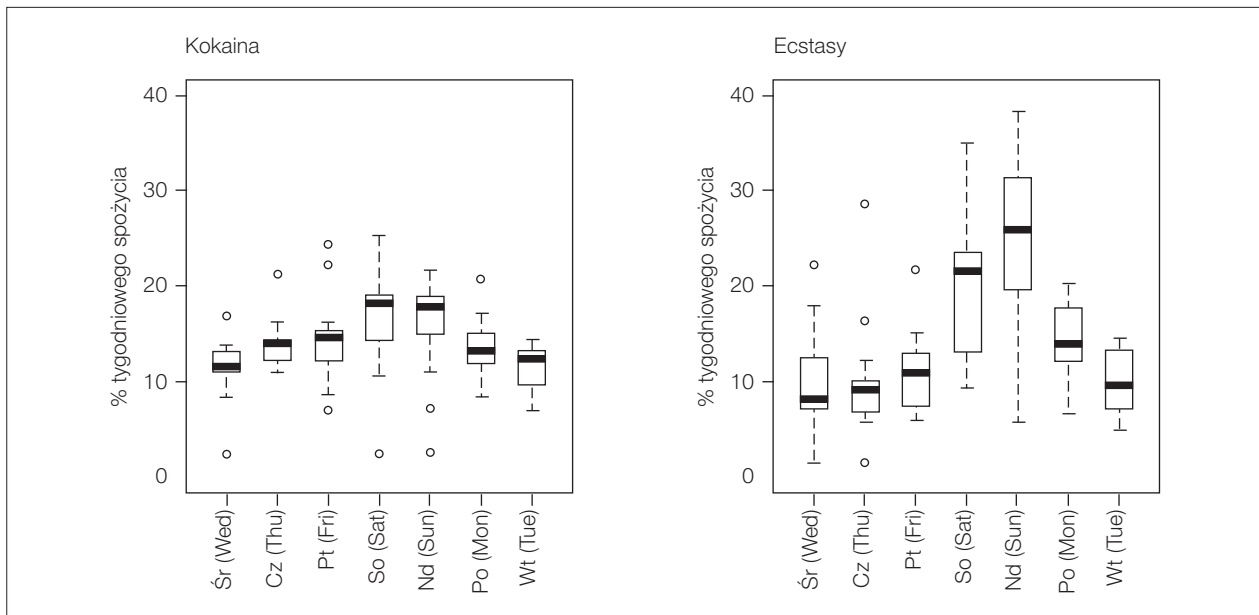
– nie badano (*not analyzed*)

< nie wykryto (*not detected*)

W Polsce również dokonano oszacowania poziomu konsumpcji środków odurzających przez lokalną społeczność. Oznaczeń substancji odurzających w ściekach dokonano w Poznaniu w roku 2010 [14] oraz w Olsztynie w 2012 [13]. W Poznaniu, gdzie metodą badania zawartości narkotyków i ich metabolitów w ściekach zastosowano w Polsce po raz pierwszy, szacowane dzienne spożycie amfetaminy, metamfetaminy i ecstasy jest od 10-cio do 100-krotnie mniejsze niż w innych miastach Europy [14]. Autorka podkreśla, że użycie tej metody zawsze prowadzi do otrzymania wyników niedoszacowanych, lecz jest ona najbardziej obiektywnym rodzajem szacunków obrazujących poziom spożycia środków odurzających w społecznościach lokalnych, w porównaniu do innych metod. W badaniach w Olsztynie autorzy poświęcili szczególną uwagę miasteczku studenckiemu Kortowo

i dokonali poboru próbek podczas trwania imprezy masowej [13].

Autorzy pracy z 2012 [8] zwracają nawet uwagę na tak szybkie zmiany poziomu badanych substancji, jakim są dni tygodnia. W opracowaniu wyraźnie zaznacza się wzrost zawartości kokainy i ecstasy w ściekach w sobotę i niedzielę, w porównaniu do dni tygodnia między poniedziałkiem a piątkiem (ryc. 1). Zauważalny wzrost stężenia wynika ze stosowania tych narkotyków przede wszystkim w czasie weekendowych zabaw, dyskotek i imprez tanecznych. Zależność zwiększonego poziomu kokainy w ściekach w sobotę zaznacza również Zuccato i wsp. [6]. Zawartość w ściekach amfetaminy, metamfetaminy i THC-COOH nie wykazywały tendencji wzrostu w dni wolne, co jest zgodne z wzorcem niezależnego od dnia tygodnia zażywania tych substancji.



Ryc. 1. Wahania spożycia kokainy i ecstasy w zależności od dnia tygodnia – szacunkowe spożycie środków odurzających na podstawie analizy ścieków miejskich [8]

Fig. 1. Fluctuations in the use of cocaine and ecstasy, depending on the day of the week – the estimated intake of drugs based on the analysis of municipal waste water [8]

Poza analizami narkotyków i ich metabolitów w wodach ściekowych, ukazały się również prace dotyczące nielegalnych środków odurzających w osadach dennych oraz badano stopień ich eliminacji podczas procesów oczyszczania ścieków. Najszerszy przegląd dotychczas opublikowanych wyników przedstawili w swojej publikacji Pal i wsp. [18], dokonując przeglądu zawartości narkotyków i ich metabolitów (kokainy, morfiny, amfetaminy, ecstasy, kanabidoidów) w ściekach wlo-

towych i wylotowych, w wodach powierzchniowych, gruntowych i wodzie wodociągowej, oraz w powietrzu. Autorzy podkreślają, że chociaż stężenie nawet najbardziej popularnych narkotyków w środowisku wodnym jest niskie, to ze względu na ich dużą reaktywność farmakologiczną, obecność zwłaszcza morfiny, amfetaminy, czy MDMA w wodach może być toksyczna dla organizmów wodnych i może stanowić zagrożenie zdrowotne dla ludzi.

## ANALIZA CHEMICZNA

W celu zebrania jak najwyższego stężenia badanych substancji, miejscem pobierania próbek były najczęściej punkty wlotu ścieków do oczyszczalni. Pobrane ścieki muszą być tzw. ściekami surowymi, czyli nie poddanymi obróbce chemicznej i fizycznej, a analiza porównawcza wody na wlocie i wylocie pozwala uzyskać informację o skuteczności procesu oczyszczania ścieków.

Prawidłowy wybór metody analitycznej bezspornie związany jest z odpowiednim doбором analitów – macierzystych narkotyków i ich metabolitów, których stężenie oznaczone w ściekach będzie podstawą do obliczeń retrospektywnych i oszacowania spożycia środka odurzającego. Najczęściej badane substancje chemiczne zestawiono w tabeli II.

Tabela II. Najczęściej oznaczane w ściekach miejskich substancje chemiczne pochodzące ze spożycia środków odurzających  
Table II. The most common chemicals derived from the intake of drugs

Analit	Skrót	Numer CAS	Pochodzenie metaboliczne
Benzoilokgonina	BE	519-09-5	Kokaina
Kokaina	COC	50-36-2	Kokaina
Morfina <sup>A</sup>		57-27-2	Heroina, morfina
6-monoacetylmorfina		2784-73-8	Heroina, morfina
Amfetamina	AMP	300-62-9	Amfetamina
Metamfetamina	METH	537-46-2	Metamfetamina
Metylenodioksyamfetamina	MDA	4764-17-4	Ecstasy
Metylenodioksymetamfetamina	MDMA	42542-10-9	Ecstasy
Metylenodioksyetyloamfetamina	MDEA	82801-81-8	Ecstasy
kwas 11-nor-9-karboksy- $\Delta^9$ -tetrahydrokannabinolowy <sup>A</sup>	THC-COOH	64280-14-4	Konopie indyjskie

A – morfina i kwas THC-COOH są wydalane z moczem w postaci glukuronidów, lecz w ściekach pod wpływem działalności bakterii fekalnych występują w postaci wolnej (*morphine and acid THC-COOH are excreted with urine as glucuronides but in wastewater being influenced by fecal bacteria occur in the free form*)

Analizę zastosowaną w omawianych pracach najczęściej przeprowadzano z ekstrakcją w fazie stałej (SPE) za pomocą chromatografu cieczowego sprzężonego ze spektrometrią mas (HPLC-MS/MS). W czasie analizy dokonywano wzorcowania wewnętrznego substancji psychoaktywnych z zastosowaniem deuterowanych wzorców tych związków.

## OBLICZENIA RETROSPEKTYWNE

Oznaczanie w ściekach nie tylko narkotyków macierzystych ale i ich metabolitów niesie ze sobą pewne błędy pojawiające się w etapach szacowania retrospektywnego. Oznaczenie zawartości metabolitu daje możliwość oszacowania spożycia substancji macierzystej, ale po wzięciu pod uwagę współczynnika korekcyjnego, ustalonego dla każdego z badanych narkotyków [7]. Współczynnik uwzględnia stosunek masy molowej narkotyku i metabolitu,

oraz średni udział substancji wydalanej w moczu. Wyniki są szacunkowe, ponieważ należy również brać pod uwagę zmienność udziału procentowego wydalanego metabolitu, zależnego od wieku, płci, masy ciała, wydolności wątroby oraz nerek, interakcji z innymi substancjami, oraz swoistymi uwarunkowaniami genetycznymi organizmu. Ponadto, jeśli dany metabolit pojawia się w ściekach po zażyciu i innych substancji (np. zażywanie heroiny w celach narkotycznych, jak i morfiny i kodeiny w celach terapeutycznych – prowadzi do pojawienia się w ściekach morfiny), prowadzi to do powstania dodatkowego błędu prowadzącego do przeszacowania. Z drugiej strony, błędy niedoszacowania związane są z trudnymi do ustalenia stratami substancji w ściekach w czasie ich dotarcia do oczyszczalni, związane są również z ulewnymi deszczami, czy nieszczelnościami w systemie kanalizacji miejskiej.

Obliczenia retrospektywne obarczone są błędami, które trudno wyeliminować. Podstawowym proble-

mem pod względem analizy chemicznej jest mała i zależna od warunków środowiskowych stabilność związków chemicznych w taki zróżnicowanej mieszaninie, jaką jest woda ściekowa. Różnice w stężeniu związków w ściekach oznaczone bezpośrednio po pozyskaniu próbek oraz po 3 dniach przechowywania w temperaturze +4°C przedstawiono w tabeli III.

Tabela III. Stabilność badanych związków w ściekach. Procentowe różnice między początkowym i końcowym stężeniem każdej z substancji po trzech dniach przechowywania w temperaturze +4°C [4]

Table III. Stability of test compounds in the wastewater. Percentage difference between the initial and final concentration of each substance after three days of storage at +4°C [4]

Substancja oznaczona w ściekach	Oznaczone stężenie w ściekach (ng/l)	Różnica stężenia po 3 dniach ± odchylenie standardowe
Benzoilokogonina	5000	+13,9%±0,37%
Kokaina	2000	-36,1%±2,19%
Morfina	2000	+25,6%±1,45%
6-monoacetylmorfina	500	-4,0%±0,53%
3β-D-glukuronid morfiny	500	-96,3%±6,28%
Amfetamina	500	+4,9%±0,04%
Metamfetamina	500	+0,3%±0,01%
MDA	500	-4,4%±0,15%
MDMA	500	+0,8%±0,02%
MDEA	500	-2,5%±0,05%
THC-COOH	2000	-7,8%±0,17%

Jeśli badany związek ulega szybkiemu rozkładowi, to obliczenia retrospektywne będą niedoszacowane, ze względu na straty ilościowe substancji wraz z upływem czasu, w który wlicza się czas przepływu ścieków od pojedynczego punktu sanitarnego do miejsca pobrania (wlot ścieków do oczyszczalni), oraz czas niezbędny na pobranie i dostarczenie próbek do analizy [19]. Jeśli zaś związek chemiczny jest stabilny, to obliczenia retrospektywne będą obarczone mniejszym błędem. Pojawia się wtedy problem obecności tych związków również w wodzie wylotowej z oczyszczalni, gdy proces oczyszczania ścieków nie usuwa ich z wody (dotyczy amfetaminy i THC-COOH) [13].

Wiergowski [20] i Postigo [11] zwracają uwagę na fakt, że zlokalizowanie punktów poboru próbek w ważnych miejscach szczególnych, skupiających dużą liczbę osób na małej powierzchni (koszary wojskowe, akademiki studenckie, szkoły, szpitale),

może stanowić bardzo cenne źródło informacji, nie tylko dla organów ścigania walczących z przestępczością narkotykową, lecz również dla wielu instytucji związanych ze zdrowiem publicznym.

Warto zauważyć, co zostało również podkreślone w opracowaniu Europejskiego Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii [7], że analiza ciągła ścieków (próbki pobierane codziennie przez cały rok) w celu oszacowania dziennego spożycia narkotyków, pozwoli określić zmienność w czasie łącznej ilości narkotyku spożywanego w badanym społeczeństwie. Jak wskazuje van Nuijs w krytycznej ocenie [21], najprawdopodobniej monitoring dziennego spożycia narkotyków metodą badania ścieków nigdy nie zastąpi klasycznych badań społeczno-epidemiologicznych, ale niezaprzeczalnie oferuje bardzo wartościowe informacje dla instytucji walczących z przestępczością narkotykową oraz służb prewencyjnych, wskazujące na wydajność działań, czy ewentualne pojawienie się nowych punktów nielegalnego wprowadzania narkotyków na rynek.

## WNIOSKI

Używanie substancji psychoaktywnych jest stale nasilającym się problemem w społeczeństwie. Analiza wód ściekowych pod kątem zawartości narkotyków i ich metabolitów okazuje się być cennym narzędziem w szacowaniu spożycia narkotyków w czasie rzeczywistym, a przy wieloletnich badaniach, ukazuje tendencje i zmiany na rynku narkotykowym. Wykorzystanie zawartości wydalanych narkotyków i ich metabolitów jako wskaźnika spożycia, umożliwi określenie stopnia narażenia lokalnych społeczności na nadużywanie narkotyków, pozwala ocenić skuteczność działań prewencyjnych ze strony służb do walki z przestępczością narkotykową. Poddanie ścieków badaniom monitorującym umożliwi stworzenie nieinwazyjnej metody kontroli spożycia środków odurzających w społeczeństwie, zarówno w skali lokalnej, jak i w skali całego państwa.

## WYKAZ PIŚMIENNICTWA

1. Daughton C.G.,: Illicit Drugs in Municipal Sewage: Proposed New Non-Intrusive Tool to Heighten Public Awareness of Societal Use of Illicit/Abused Drugs and Their Potential for Ecological Consequences (in:) Daughton C.G., Jones-Lepp T. (eds.): Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Scientific and Regulatory Issues, American Chemical Society, Washington, DC, 2001, pp. 348-364 <http://www.epa.gov/nerlesd1/bios/daughton/book-conclude.htm>

2. Jones-Lepp T.L., Alvarez D.A., Petty J.D. et al.: Polar Organic Chemical Integrative Sampling (POCIS) and LC-ES/ITMS for assessing selected prescription and illicit drugs in treated sewage effluents. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2004, v. 42: 427-439.
3. Zuccato, E., Chiabrando C., Castiglioni S. et al.: Cocaine in surface waters: New evidence-based tool to monitor community drug abuse. Environmental Health: A Global Access Science Source, 2005, 4(14): 7.
4. Castiglioni, S., Zuccato E., Crisci E. et al.: Identification and measurement of illicit drugs and their metabolites in urban wastewater by liquid chromatography - tandem mass spectrometry. Anal. Chem., 2006, 78(24): 8421-8429.
5. Zuccato E., Chiabrando C., Castiglioni S. et al.: Estimating community drug abuse by wastewater analysis; . Environ. Health Persp., 2008, 116: 1027-1032.
6. Zuccato E., Castiglioni S., Tettamanti M. et al.: Changes in illicit drug consumption patterns in 2009 detected by wastewater analysis. Drug and Alcohol Dependence, 2011, 118: 464-469.
7. Frost N., Griffiths P.,; Assessing illicit drugs in wastewater. Potential and limitations of a new monitoring approach. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2008 <http://www.emcdda.europa.eu/publications/insights/wastewater>
8. Thomas K.V., Bijlsma L., Castiglioni S. et al.: Comparing illicit drug use in 19 European cities through sewage analysis. Science of the Total Environment, 2012, 432: 432-439.
9. Banta-Green C.J., Field J.A., Chiaia A.C et al.: The spatial epidemiology of cocaine, methamphetamine and 3,4-methylenedioxyamphetamine (MDMA) use: a demonstration using a population measure of community drug load derived from municipal sewage. Addiction, 2009, 104: 1874-1880.
10. van Nuijs A.L.N., Pecceu B., Theunis L. et al.: Cocaine and metabolites in waste and surface water across Belgium. Environ. Pollut., 2009, 157(6): 1968-1969.
11. Postigo C., de Alda M.L., Barcelo D.: Evaluation of drugs of abuse use and trends in a prison through wastewater analysis. Environment International, 2011, 37: 49-55.
12. Bones J., Thomas K.V., Paull B. Using environmental analytical data to estimate levels of community consumption of illicit drugs and abused pharmaceuticals. J. Environ. Monit., 2007, 9: 701-7.
13. Wiergowski M., Sołtyszewski I., Szymańska U. i in.: Oszacowanie stosowania środków odurzających w kampusie akademickim na podstawie wyników analizy chemicznej ścieków komunalnych. Estimation of the usage psychoactive substances in academic campus based on analysis of municipal waste water. Przegląd Lekarski, 2012, 69, 8: 439-443.
14. Kłos J., Nowicki P., Żaba C. i in.: Szacowanie spożycia środków odurzających z grupy amfetamin przez mieszkańców miasta Poznania. Nowiny lekarskie, 2010, 79, 5: 351-355.
15. Kłos J., Nowicki P. Oszacowanie liczby osób zażywających substancje odurzające w oparciu o badania środowiskowe zanieczyszczenia wód w Poznaniu. Badania wykonane na zlecenie Biura do Spraw Przeciwdziałania Narkomanii w Warszawie wg projektu w latach 2009/2011. Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, 2011.
16. Kinyua J.M.S., Anderson T.A.: Temporal Analysis of the Cocaine Metabolite Benzoylcegonine in Wastewater to Estimate Community Drug Use. J. Forensic. Sci., 2012, 57, 5: 1349-1353.
17. Kasprzyk-Hordern B., Dinsdale R.M., Guwy A.J.: Illicit drugs and pharmaceuticals in the environment - forensic applications of environmental data. Part 1: estimation of the usage of drugs in local communities. Environ. Pollut., 2009, 157: 1773-1777.
18. Pal R., Megharaj M., Kirkbride K. P. et al.: Illicit drugs and the environment – A review. Science of the Total Environment, 2013, 463-464: 1079-1092.
19. van Nuijs A.L.N., Abdellati K., Bervoets L. et al.: The stability of illicit drugs and metabolites in wastewater, an important issue for sewage epidemiology? Journal of Hazardous Materials, 2012, 239-240: 19-23.
20. Wiergowski M., Szpiech B., Reguła K., i in.: Municipal sewage as a source of current information on psychoactive substances used in urban communities. Problems of Forensic Sciences, 2009, vol. LXXIX: 327-337.
21. van Nuijs A.L.N., Castiglioni S., Tarcomnicu I. et al.: Illicit drug consumption estimations derived from wastewater analysis: A critical review. Science of the Total Environment, 2011, 409: 3564-3577.

*Adres do korespondencji:*

*dr n. med. Marta Boroń  
Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego  
ul. Kościelna 13, 41-200 Sosnowiec  
tel. 32 266 08 85, wew. 295  
m.boron@imp.sosnowiec.pl*