

Marek Wiergowski¹
Ireneusz Sottyszewski²
Jacek Sein Anand^{3,4}

ANALIZA CHEMICZNA ŚCIEKÓW JAKO NOWY SPOSÓB MONITOROWANIA STOSOWANIA NARKOTYKÓW I LEKÓW W MIEJSCU PRACY

CHEMICAL ANALYSIS OF WASTEWATER AS A NEW WAY OF MONITORING DRUGS AND MEDICINES CONSUMPTION AT WORKPLACE

¹ Gdański Uniwersytet Medyczny / Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Medycyny Sądowej / Faculty of Medicine, Department of Forensic Medicine

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski / University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland
Wydział Prawa i Administracji, Katedra Kryminalistyki i Medycyny Sądowej / Faculty of Law and Administration, Department of Criminalistics and Forensic Medicine

³ Gdański Uniwersytet Medyczny / Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
Wydział Lekarski, Zakład Toksykologii Klinicznej / Faculty of Medicine, Department of Clinical Toxicology

⁴ Pomorskie Centrum Toksykologii / Pomeranian Toxicology Center, Gdańsk, Poland

STRESZCZENIE

Informacje, które można uzyskać na temat jakości i częstości stosowanych przez pracowników nielegalnych substancji psychoaktywnych lub leków używanych niezgodnie z ich przeznaczeniem, są najczęściej nieaktualne już w chwili ich opublikowania. Wynika to z intensywnego wprowadzania na czarny rynek nowych, syntetycznych narkotyków, zmiany trendów w rekreacyjnym stosowaniu leków oraz braku łatwo dostępnych i pewnych testów służących do ich szybkiej identyfikacji. Strategia wykrywania stosowania narkotyków i pozamedycznego stosowania psychoaktywnych leków w miejscu pracy powinna uwzględniać wszystkie możliwe źródła informacji. Do klasycznych źródeł informacji opisujących stosowanie substancji psychoaktywnych w miejscu pracy należą: dane statystyczne (ogólne informacje na temat trendów i wielkości zjawiska narkomanii i lekomanii gromadzone m.in. przez Komendę Główną Policji, Krajowe Biuro Do Spraw Przeciwdziałania Narkomanii oraz jednostki ratownictwa medycznego), badania ankietowe, testy psychomotoryczne oraz analizy jakościowe i ilościowe materiału biologicznego. Do nowych i obiecujących metod stosowanych w ostatnich latach na świecie należy analiza chemiczno-toksykologiczna wód powierzchniowych i ścieków. Zwiększenie zainteresowania wielu instytucji państwowych i naukowców badaniem ścieków komunalnych może w istotny sposób uzupełniać wiedzę o zjawisku narkomanii i lekomanii uzyskiwaną klasycznymi metodami. Wydaje się, że takie badanie może mieć istotne znaczenie w bieżącym monitorowaniu używania substancji psychoaktywnych i/lub leków przez wybrane subpopulacje ludzi (np. studentów, wojskowych, strażaków, policjantów itd.). *Med. Pr.* 2015;66(6):837–847

Słowa kluczowe: substancje psychoaktywne, używanie narkotyków, badanie w miejscu pracy, analiza ścieków, nadużywanie leków, analiza materiału biologicznego

ABSTRACT

The available information on the quality and frequency of illegal psychoactive substances used or medicines misused by workers, are often out of date at the time of its publication. This is due to the dynamic introduction of new synthetic drugs on the black market, changes in trends in the recreational use of medicines and the lack of readily available and reliable tests for fast identification. Strategy for detection of narcotic and non-medical psychoactive drugs use at workplace should embrace all possible sources of information. Classical sources of information on the use of psychoactive substances at the workplace include: statistical data (general information on trends and magnitude of drug and medicine addiction collected by the Polish National Police, the National Bureau for Drug Prevention and emergency medical services), surveys, psychomotor tests and qualitative and quantitative analyses of biological material. Of the new and promising methods, used throughout the world in recent years, chemical-toxicological analysis of surface water and wastewater deserve special mention. An increasing interest in the study of urban waste water can significantly complement the source of knowledge about drug and medicine addiction using obtainable conventional methods. In recent years, a municipal wastewater analysis has become a new and very promising way of collecting updated information on the use of psychoactive substances and medicines. It seems that this kind of study may play an important role in the ongoing monitoring of drug and/or medicines use by selected groups of population (e.g., students, military, firemen, policemen, etc.). *Med Pr* 2015;66(6):837–847

Key words: psychoactive substances, narcotics usage, workplace drug testing, sewage analysis, medicines misuse, biological material analysis

Autor do korespondencji / Corresponding author: Marek Wiergowski, Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, ul. Dębowa 23, 80-204 Gdańsk, e-mail: marwier@gumed.edu.pl
Nadesłano: 7 stycznia 2015, zatwierdzono: 19 października 2015

WSTĘP

Monitorowanie zjawiska używania środków psychoaktywnych w miejscu pracy nie jest procesem łatwym. Wynika to m.in. z intensywnego wprowadzania na rynek nowych substancji narkotycznych, zmiany profilu pozamedycznego używania leków wykazujących działanie psychoaktywne, trudności w prawidłowym przeprowadzeniu populacyjnych badań ankietowych, braku powszechnego dostępu do nowoczesnej aparatury laboratoryjnej (wynikającego z jej wysokiej ceny) oraz trudności technicznych związanych z szybką i miarodajną identyfikacją przyjętych substancji w większości laboratoriów toksykologicznych.

Choć badania dotyczące używania substancji psychoaktywnych na terenie krajów, regionów czy wielkich miast mają ogromną wartość diagnostyczną, to w ostatnim okresie coraz bardziej podkreśla się wagę analiz małych i wyselekcjonowanych populacji lub grup zawodowych, jak np. policja, wojsko i straż pożarna.

Monitorowanie stosowania w miejscu pracy środków narkotycznych i podobnie działających leków (workplace drug testing – WDT) dotyczy przede wszystkim substancji takich jak amfetamina i jej pochodne, kannabinoidy (haszysz, marihuana), kokaina, opiaty, benzodiazepiny i alkohol etylowy. W ostatnim czasie wskazuje się ponadto na konieczność ujednoczenia procedur stosowanych w badaniach WDT prowadzonych w różnych krajach – z jednoczesnym zachowaniem prawa do prywatności, praw pracowniczych, bezpieczeństwa i higieny pracy, a także akceptowalności dla pracodawców kosztów tego typu analiz [1].

Warto podkreślić, że warunkiem uzyskania miarodajnych oznaczeń WDT w próbkach biologicznych jest posiadanie przez laboratorium akredytacji w tym zakresie [2].

W polskim ustawodawstwie występuje wyraźna luka prawna związana z sytuacją, w której pracownik przystąpił do pracy pod wpływem substancji psychoaktywnych lub zażywał je w miejscu pracy. Ponadto nie określono, czy pracodawca ma prawo do wykonania badań na obecność środków odurzających w organizmie pracownika [3]. Jest to zupełnie niezrozumiałe, ponieważ w odniesieniu do alkoholu etylowego dopuszczono taką możliwość w Ustawie z dnia 20 września 2012 r.

o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi [4]. W Ustawie z dnia 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii [5] nie uwzględniono analogicznych przepisów.

METODY PRZEGLĄDU

W niniejszej pracy przedstawiono klasyczne i nowoczesne sposoby monitorowania zjawiska narkomanii oraz nadużywania i pozamedycznego stosowania psychoaktywnych leków w miejscu pracy. Wśród nich najczęściej wykorzystywane są:

- badania ankietowe i dane statystyczne dostarczane przez organy ścigania i krajowe ośrodki powołane do walki z przestępczością narkotykową,
- testy psychomotoryczne i badania laboratoryjne próbek biologicznych (krwi, śliny lub moczu),
- analizy chemiczne ścieków komunalnych lub wód powierzchniowych zlokalizowanych w pobliżu miejsc pracy (np. jednostek Państwowej Straży Pożarnej, policji, wojska itd.).

Ponadto w niniejszej pracy dokonano przeglądu piśmiennictwa w zakresie wykrywania i oznaczania substancji psychoaktywnych, w tym leków, z wykorzystaniem zasobów bazy ScienceDirect należącej do wydawnictwa Elsevier [6].

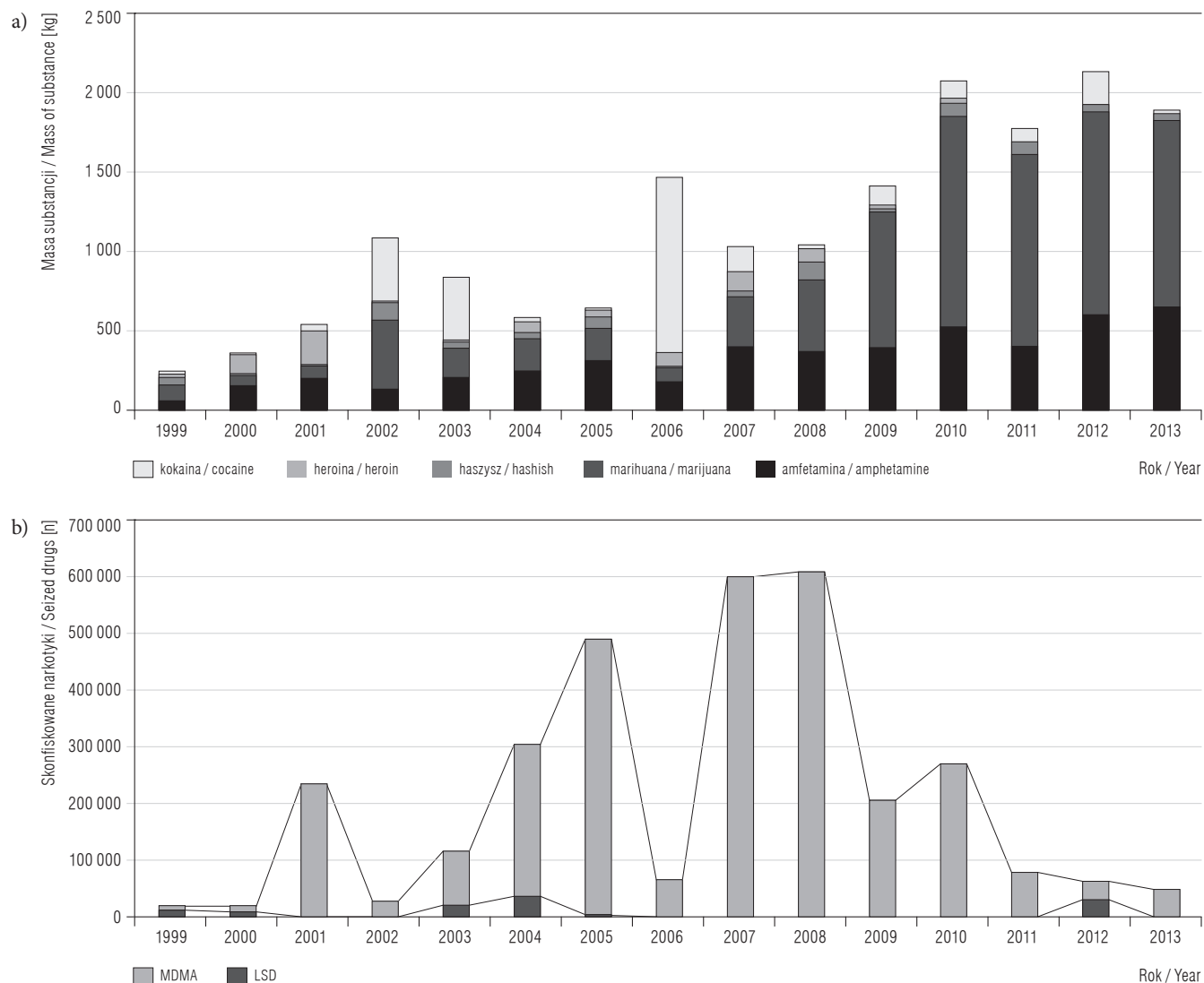
WYNIKI PRZEGLĄDU

Klasyczne metody badania zjawiska narkomanii i lekomanii

Badania ankietowe i dane statystyczne

Obecnie dostępne źródła informacji na temat skali i rodzaju zażywanych nielegalnych substancji psychoaktywnych pochodzą z danych statystycznych gromadzonych i publikowanych m.in. przez Komendę Główną Policji (ryc. 1).

Na ich podstawie można stwierdzić, że największy udział w masie skonfiskowanych klasycznych środków odurzających w Polsce ma marihuana i amfetamina. W skali kraju masa konfiskat tych substancji psychoaktywnych w latach 1999–2009 wzrastała, a w 2011–2013 ustabilizowała się. Porównując dane za lata 1999 i 2013, należy stwierdzić, że masa skonfiskowanej marihuany wzrosła 11-krotnie, a masa amfeta-



Dane za 2006 r. dotyczą narkotyków zabezpieczonych wyłącznie przez Centralne Biuro Śledcze Komendy Głównej Policji / Data for 2006 related to drugs secured only by the Central Bureau of Investigation of the Police Headquarters.

MDMA – 3,4-metyleniodioksymetamfetamina / 3,4-methylenedioxyamphetamine, LSD – dietyloamid kwasu lizergowego / lysergic acid diethylamide.

Ryc. 1. Rodzaj i ilość narkotyków skonfiskowanych przez policję w Polsce w latach 1999–2013 – a) masa substancji psychoaktywnej, b) liczba sztuk substancji psychoaktywnych

Fig. 1. Type and amount of drugs seized by the Police in Poland in the years 1999–2013 – a) the mass of psychoactive substance, b) the number of units of psychoactive substances

miny – 14-krotnie. W odniesieniu do ekstazy (3,4-metyleniodioksymetamfetaminy – MDMA) jej maksymalną masę skonfiskowano w latach 2007–2008, a wyraźny trend spadkowy dotyczył lat 2009–2013. W przypadku kokainy konfiskaty zabezpieczone przez policję zwykle nie przekraczały 100 kg tej substancji rocznie (wyjątkiem były lata 2002–2003, w których zabezpieczono odpowiednio: 398 kg i 401 kg kokainy, oraz rok 2006 – 1104 kg). Pozostałe klasyczne narkotyki (takie jak heroina, haszysz czy dietyloamid kwasu D-lizergowego – LSD) konfiskowano w niewielkiej ilości w porównaniu z amfetaminą i marihuaną [7].

Uzupełnieniem statystyk policyjnych mogą okazać się dane medyczne, ponieważ zgodnie z art. 24 b Ustawy z dnia 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii [5] podmioty lecznicze prowadzące leczenie lub rehabilitację osób używających środków odurzających lub substancji psychotropowych mają obowiązek współpracy z Krajowym Biurem ds. Przeciwdziałania Narkomanii (KBdsPN) w zakresie gromadzenia i przekazywania informacji na temat chorych zgłaszających się do leczenia z ww. powodów. Działania profilaktyczne w zakresie przeciwdziałania narkomanii w Polsce zostały zawarte w Rozporządzeniu Rady Ministrów

z dnia 22 marca 2011 r. w sprawie Krajowego Programu Przeciwdziałania Narkomanii na lata 2011–2016 [8]. Głównym celem programu opisanego w rozporządzeniu jest zmniejszenie popytu na narkotyki w polskim społeczeństwie, przy czym w zakresie działań w miejscu pracy założono opracowanie i wdrożenie programu profilaktyki narkomanii (kierunek działań 1: „Wzmacnianie postaw społecznych sprzyjających ograniczaniu narkotyków w populacji ogólnej”, rodzaj działań 1.4: „Opracowanie założeń i metod wdrożenia programów uniwersalnej profilaktyki narkomanii w miejscu pracy”). Jako podmioty właściwe do podejmowania działań w tym zakresie wskazano KBdsPN, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy oraz inne jednostki organizacyjne wskazane przez właściwych ministrów [8].

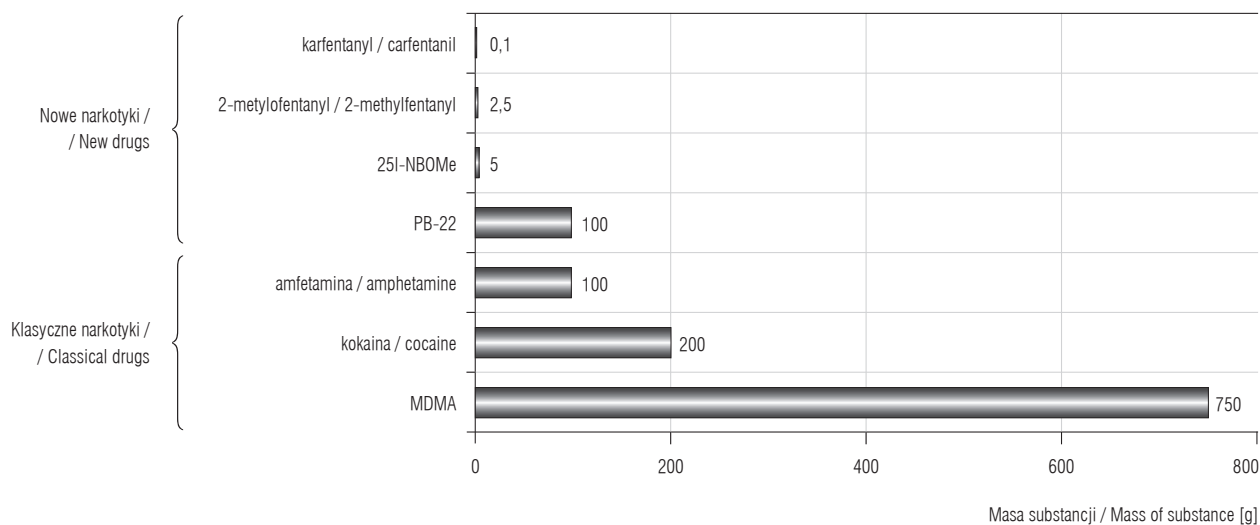
Z badań prowadzonych przez KBdsPN wynika, że liczba osób, które sięgają po substancje odurzające, a także poziom spożycia tego typu środków są często szacowane na podstawie ankiet wypełnianych przez samych pacjentów i osoby nadużywające substancji psychoaktywnych. Wyniki takich badań – na podstawie deklarowanych danych – mogą być więc subiektywne i nie oddawać stanu faktycznego, co wpływa na ich gorszą reprezentatywność [9].

Już w 1997 r. na poziomie europejskim – na mocy „Wspólnego działania dotyczącego Systemu Wczesnego Ostrzegania o Nowych Narkotykach Syntetycznych” – został powołany tzw. System Wczesnego Ostrzegania (Early Warning System – SWO) [10]. Centralną jed-

nostką systemu, odpowiedzialną za jego wdrożenie, stało się Europejskie Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii (European Monitoring Center for Drugs and Drugs Addiction – EMCDDA).

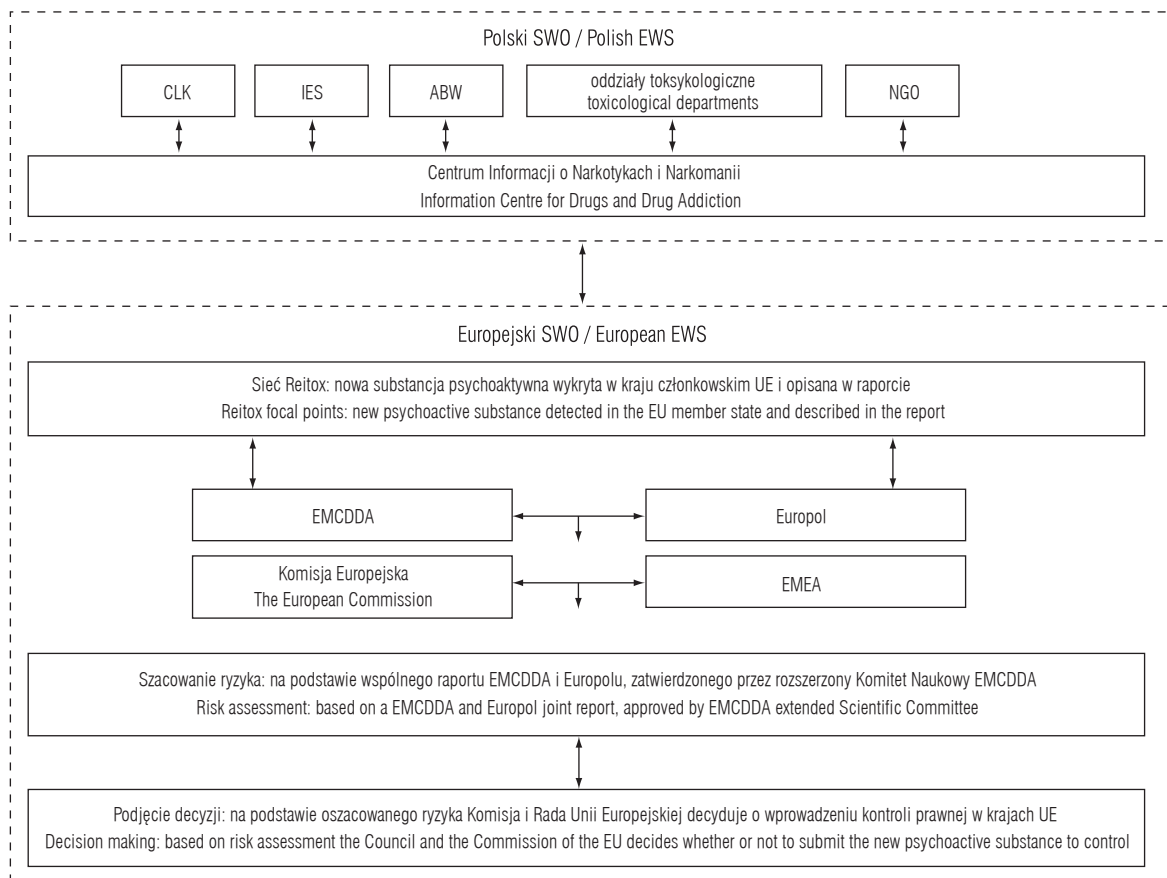
Głównym zadaniem EMCDDA jest zapewnienie Unii Europejskiej i jej państwom członkowskim wiarygodnego obrazu rynku narkotykowego oraz dostarczenie rzetelnych informacji naukowych dotyczących stosowania narkotyków i zjawiska narkomanii. Rzetelnym źródłem informacji na temat zażywania narkotyków w krajach Unii Europejskiej są coroczne raporty EMCDDA ukazujące skalę zjawiska narkomanii i nowe trendy obserwowane na terenie UE (ryc. 2) [11]. Centrum dostarcza także decydom dane potrzebne do przygotowywania odpowiednich rozwiązań legislacyjnych i długofalowych strategii antynarkotykowych.

W 2005 r. został powołany Europejski System Wczesnego Ostrzegania Unii Europejskiej, którego celem jest szybka wymiana informacji, szacowanie ryzyka i kontrola substancji psychoaktywnych [12]. Wprowadzenie systemu w każdym z krajów członkowskich odbywało się na bazie istniejącej infrastruktury i lokalnych uwarunkowań, natomiast na poziomie UE system wczesnego ostrzegania był zbudowany z następujących instytucji: EMCDDA, Europejskiej Sieci Informacji o Narkotykach i Narkomanii (Réseau Européen d'Information sur les Drogues et les Toxicomanies – Reitox), Europolu (European Police Office – Europejski Urząd Policji) oraz Europejskiej Agencji Leków (European Medicines Agency – EMEA) (ryc. 3) [13].



MDMA – 3,4-metyleniodoksymetamfetamina / 3,4-methylenedioxyamphetamine, PB-22 – nowy syntetyczny kannabinoid, nazywany również QUPIC / new synthetic cannabinoid also called QUPIC, 25I-NBOMe – nowa psychoaktywna pochodna fenyletyloaminy / new psychoactive phenethylamine derivative.

Ryc. 2. Masa substancji potrzebnej do wyprodukowania 10 000 dawek psychoaktywnych klasycznych i nowych narkotyków [9]
Fig. 2. Comparison of substance amount needed to make 10 000 psychoactive doses of classical and new drugs [9]



CLK – Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji / Central Forensic Laboratory of the Police, IES – Instytut Ekspertyz Sądowych / Institute of Forensic Research, ABW – Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego / The Internal Security Agency, NGO – organizacje pozarządowe / non governmental organizations, sieć Reitox – Europejska Sieć Informacji o Narkotykach i Narkomanii / European Information Network on Drugs and Drug Addiction, EMCDDA – Europejskie Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii / European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, Europol – Europejski Urząd Policji / European Police Office, EMA – Europejska Agencja Leków / European Medicines Agency.

Ryc. 3. Etapy podejmowania decyzji i wymiany informacji w polskim i europejskim Systemie Wczesnego Ostrzegania (SWO) [11]
Fig. 3. Stages of decision-making and information exchange in Polish and European Early Warning System (EWS) [11]

Ze wstępnych założeń wynikało, że wymiana informacji w Europejskim Systemie Wczesnego Ostrzegania ma odbywać się szybko i efektywnie. W praktyce okazało się jednak, że każda z ww. instytucji dopuszcza 4–6-tygodniowy termin na udzielenie odpowiedzi i podjęcie decyzji, co powoduje, że końcowy werdykt zapada dopiero po kilku, a nawet kilkunastu miesiącach.

W Polsce System Wczesnego Ostrzegania stanowi integralną część Centrum Informacji o Narkotykach i Narkomanii. Jego partnerami są m.in. Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji – Instytut Badawczy (CLKP-IB), Instytut Ekspertyz Sądowych (IES), regionalne oddziały toksykologii klinicznej oraz organizacje pozarządowe pracujące z osobami eksperymentującymi i uzależnionymi.

Efektym działania tych instytucji jest wymiana między poszczególnymi krajami UE informacji o nowych substancjach psychoaktywnych i zagrożeniach, jakie

one stwarzają. Istotnym problemem polskiego systemu wczesnego ostrzegania jest brak odpowiedniego wyposażenia diagnostycznego oraz ścisłej współpracy i zaufania poszczególnych instytucji do wymiany informacji. Skutkuje to słabą wykrywalnością nowych substancji w laboratoriach, które działają w ramach systemu.

Testy psychomotoryczne

Testy oceniające sprawność psychomotoryczną – przeprowadzane zarówno przez funkcjonariuszy policji, jak i w trakcie badania lekarskiego – są obecnie stosowane w bardzo ograniczonym stopniu lub niemal wcale. Ponadto ich wartość diagnostyczna w stosunku do wyników analizy materiału biologicznego została oceniona bardzo krytycznie [14]. Przeprowadzanie tych testów jest relatywnie szybkie (kilka–kilkanaście minut), niemal bezkosztowe i można je traktować jako wstęp do dalszych działań pracodawców czy funkcjonariuszy policji.

Podejrzanie o przyjęcie (spożycie) przez pracownika środka odurzającego może wzbudzać m.in. jego nienaturalne zachowanie, sposób mówienia, nastrój, chód lub wygląd oczu (średnica źrenic i ich reakcja na światło). Coraz częściej pomocne okazują się również materiały z monitoringu pomieszczeń w miejscu pracy, na których może być zarejestrowane zaburzenie funkcji psychomotorycznych pracowników. Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że tego rodzaju materiał w niedalekiej przyszłości będzie na bieżąco analizowany i interpretowany przez oprogramowanie komputerowe, które wyselekcjonuje osoby podejrzane o przyjęcie substancji psychoaktywnych.

Analizy jakościowe i ilościowe

W przypadkach podejrzenia przyjęcia środka odurzającego policjanci w Polsce postępują zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 16 lipca 2014 r. w sprawie wykazu środków działających podobnie do alkoholu oraz warunków i sposobu przeprowadzania badań na ich obecność w organizmie [15], wypełniając lub nadzorując wypełnianie przez lekarzy i pielęgniarki protokołu badania śliny, krwi lub moczu.

Rozporządzenie zobowiązuje jednostki wykonujące analizę chemiczną i oznaczenie stężenia substancji psychoaktywnych do spełnienia kryteriów granic oznaczalności (limit of quantification – LOQ) dla próbek krwi: 10 ng/ml dla morfiny, 25 ng/ml dla amfetaminy i jej analogów (w tym MDMA), 10 ng/ml dla kokainy i 50 ng/ml dla jej metabolitu benzoiloeckgoniny oraz 1 ng/ml dla Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (THC). Klasyczna laboratoryjna ocena tzw. rekreacyjnego (poza-medycznego) stosowania leków i nadużywania narkotyków obejmuje badanie próbek biologicznych (krwi, śliny, moczu lub włosów) pobranych od osób podejrzanych o ich przyjmowanie.

W Polsce procedura wykrywania i oznaczania alkoholu w powietrzu wydychanym i we krwi, a w znacznie mniejszym stopniu wykrywania środków odurzających i leków psychoaktywnych w ślinie, krwi lub moczu, została szczegółowo opisana przez Komendanta Głównego Policji [16]. Immunochemiczne badania śliny lub moczu (będące rodzajem analizy jakościowej) w przypadku uzyskania wyniku dodatniego dają podstawę do pobrania próbki krwi i potwierdzenia wyniku metodami ilościowymi. Przykładowo badanie immunochemiczne śliny testerem Rapid STAT pozwala na wykrycie klasycznych substancji psychoaktywnych do ok. kilkunastu godzin od jej przyjęcia, w stężeniach powyżej granicy wykrywalności (limit of detection – LOD): 25 ng/ml

dla amfetaminy, 25 ng/ml dla benzodiazepin, 12 ng/ml dla kokainy, 15 ng/ml dla metadonu, 25 ng/ml dla metamfetaminy, 50 ng/ml dla MDMA, 25 ng/ml dla opiatów i 15 ng/ml dla THC [17].

Badanie immunochemiczne próbki moczu pobranej od osoby podejrzanej o przyjęcie zabronionego środka odurzającego daje możliwość wykrycia substancji psychoaktywnych w dłuższym okresie (zwykle do kilku dni) i zazwyczaj przy wyższych stężeniach, np. dla testera Rapid TOX wartości LOD wynoszą: 1000 ng/ml dla amfetaminy, 300 ng/ml dla benzodiazepin, 300 ng/ml dla kokainy, 300 ng/ml dla metadonu, 1000 ng/ml dla metamfetaminy, 1000 ng/ml dla MDMA, 300–1000 ng/ml dla opiatów i 50 ng/ml dla kannabinoidów [18].

Wstępne dodatnie wyniki badań jakościowych próbek śliny lub moczu są podstawą do wykonania dalszych badań jakościowych i ilościowych technikami bardziej selektywnymi i czułymi, np. z wykorzystaniem chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas [19]. W Australii tego rodzaju potwierdzenie dla badań w miejscu pracy może być wykonywane wyłącznie przez laboratoria akredytowane.

Klasyczna analiza krwi, śliny, moczu i włosów jest badaniem wymagającym zgody i współpracy badanego, a ich przeprowadzanie w miejscu pracy wiąże się z wysokimi kosztami i podważaniem zaufania do pracowników. W praktyce pracodawca decyduje się na tego rodzaju badania, kiedy wymaga tego charakter pracy (np. zakłady zbrojeniowe) lub okoliczności.

Analiza danych statystycznych gromadzonych przez pracodawców w USA potwierdza hipotezę, że częste badania (w sposób losowy i niezapowiedziany) w kierunku obecności narkotyków i alkoholu zniechęcają pracowników do ich stosowania, co obniża ryzyko wypadków w miejscu pracy [20,21]. Efekt ten jest silniejszy i skuteczniejszy u tzw. pracowników umysłowych (white-collar professionals) niż w przypadku szeroko rozumianej grupy pracowników fizycznych (operation and technical worker) [22]. Efektywność wykonywanych badań w miejscu pracy została potwierdzona jedynie w przypadku losowego i częstego badania kierowców zawodowych w kierunku obecności alkoholu etylowego, co znacząco ograniczyło liczbę wypadków śmiertelnych w transporcie samochodowym [23]. Efektywność tego rodzaju badań w odniesieniu do innych grup zawodowych w powiązaniu z wypadkowością w miejscu pracy nie została dobrze udowodniona.

Strategia wyboru materiału biologicznego do badań w miejscu pracy jest trudnym zagadnieniem, jednak decydującymi czynnikami są szybkość i koszt ana-

lize oraz tzw. okno detekcji, czyli czas wykrywania substancji od chwili jej zażycia. Materiałem biologicznym rekomendowanym do badań w miejscu pracy są mocz, ślina, włosy i pot. Można je pobierać w sposób nieinwazyjny – przed zatrudnieniem do pracy, losowo, po wypadku w miejscu pracy, w przypadku podejrzenia przyjmowania i nadużywania substancji psychoaktywnych, powrotu do pracy czy kontynuowania pracy w ramach badań okresowych [24]. Najnowsze wytyczne wprowadzone we Włoszech zakładają 2-etapową strategię przeprowadzania badań w kierunku obecności narkotyków w miejscu pracy [25]. W pierwszym etapie badany jest jakościowo mocz metodami przesiewowymi immunochemicznymi (np. techniką immunoenzymatyczną EMIT – enzyme multiplied immunoassay technique). W przypadku uzyskania wyniku pozytywnego w drugim etapie przeprowadzana jest analiza potwierdzająca próbek moczu i włosów, metodami bardziej selektywnymi i czułymi (np. techniką chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas – gas chromatography / mass spectrometry – GC/MS) [25].

Należy zwrócić uwagę, że każdy rodzaj materiału biologicznego ma swoje zalety oraz ograniczenia metodyczne i interpretacyjne dotyczące uzyskanych wyników. Dla przykładu Tsanaclis i wsp. stwierdzili, że w miejscu pracy w równoległych badaniach próbek moczu i włosów narkotyki są statystycznie 2-krotnie częściej wykrywane we włosach niż w moczu [26]. Badanie moczu nie pozwala więc na ujawnienie dużej części pracowników, którzy stosowali środki odurzające w okresie kilku ostatnich miesięcy.

Nowe sposoby badania zjawiska narkomanii i lekomanii

Analiza wód powierzchniowych i ścieków

Nowym sposobem na uzyskiwanie aktualnych informacji na temat pojawiających się na rynku klasycznych i nowych narkotyków oraz leków stosowanych w społecznościach lokalnych jest analiza wód powierzchniowych i ścieków komunalnych. W tabeli 1. przedstawiono charakterystykę klasycznych próbek biologicznych i środowiskowych wód pochodzących z rzek i jezior oraz ścieków komunalnych.

Tego typu analiza jest przedmiotem zainteresowania wielu ośrodków naukowo-badawczych związanych nie tylko z ekotoksykologią, ale również szeroko rozumianą sferą ochrony zdrowia publicznego. Liczba publikacji z zakresu oznaczania substancji psychoaktywnych i farmakologicznie czynnych w ściekach i wodach powierzchniowych narasta lawinowo od 2008 r. (ryc. 4).

Do autorów o największym doświadczeniu i dorobku w tym zakresie należą Zuccato [27] i Castiglioni [28,29] z Mario Negri Institute for Pharmacological Research we Włoszech czy Kasprzyk-Hordern z University of Bath w Wielkiej Brytani [30–32].

Szacowanie ilości i rodzaju substancji psychoaktywnych opiera się na pomiarze stężenia narkotyków i leków oraz produktów ich metabolizmu i rozpadu w ściekach bytowych, które są przenoszone systemem kanalizacji ściekowej do oczyszczalni komunalnych [33]. Systemy te są skomplikowanym układem obejmującym podłączenia domowe, włączy do kanałów, zasadnicze kanały ściekowe i zbiorniki retencyjne. System zazwyczaj uzupełniony jest oczyszczalnią ścieków. Poprzez badanie ścieków z gospodarstw domowych i podmiotów takich, jak zakłady pracy, koszary, jednostki Straży Pożarnej itd. możliwa stała się obserwacja trendów dotyczących rodzaju i ilości zażywanych środków farmakologicznych. Coraz częściej zauważa się, że analiza ścieków komunalnych może okazać się ważnym źródłem informacji o nowych substancjach psychoaktywnych [34].

Podstawowym problemem analitycznym ścieków jest bardzo skomplikowana matryca (obecność wielu związków chemicznych należących do różnych grup). Związana jest z tym również obecność nie tylko pierwotnych substancji psychoaktywnych lub leków, ale także ich metabolitów. Warto podkreślić, że mimo rozwoju technik analitycznych – zwłaszcza technik chromatograficznych sprzężonych z tandemową spektrometrią mas, które dały możliwość wykrywania substancji na coraz niższych poziomach stężeń (LOD od 1 ng/l do kilku µg/l) – w przypadku analizy ścieków konieczne jest stosowanie zaawansowanych technik ekstrakcyjnych do izolacji i wzbogacania analitów, np. ekstrakcji do fazy stałej (solid phase extraction – SPE) oraz przyspieszonej ekstrakcji rozpuszczalnikowej (accelerated solvent extraction – ASE).

Należy również pamiętać, że nowe substancje psychoaktywne mają bardzo często budowę izomeryczną w porównaniu z klasycznymi i nowymi narkotykami, co sprawia, że możliwość potwierdzenia ich struktury i identyfikacji wymaga stosowania bardzo kosztownej tandemowej spektrometrii mas oraz posiadania wysoko wyspecjalizowanych analityków [35].

Wyniki obliczeń retrospektywnych odnoszących się do liczby zażywanych substancji psychoaktywnych w danej społeczności są bardziej wiarygodne, kiedy uzyskuje się je na podstawie analizy ścieków surowych. Najczęściej wykrywane są w tych przypadkach następujące narkotyki i ich metabolity:

Tabela 1. Charakterystyka próbek biologicznych i środowiskowych stosowanych do oceny nadużywania substancji psychoaktywnych
Table 1. Characteristics of biological and environmental samples used to assess substance abuse

Próbka (okno detekcji*) Sample (detection window*)	Zalety Advantages	Wady Disadvantages
Krew (1 dzień) / / Blood (1 day)	możliwość wykrycia substancji pierwotnej i interpretacji wyników ilościowych u konkretnej osoby / the ability to detect the parent material and quantitative interpretation of the results in a particular person	ograniczona objętość materiału, wymaga pobrania inwazyjnego za zgodą osoby badanej; wysoki koszt analizy / limited volume, require invasive sampling with the consent of the studied person; high cost of analysis
Ślina (1 dzień) / / Saliva (1 day)	nieinwazyjny sposób pobrania, możliwa szybka jakościowa analiza dla wielu substancji psychoaktywnych; niski koszt analizy przesiewowej / non-invasive way of sampling, fast qualitative analysis possible for many psychoactive substances; low cost of screening analysis	mała użyteczność materiału dla interpretacji ilościowej, niskie stężenia wielu analitów, różna zawartość metabolitów poszczególnych substancji w ślinie, krwi lub moczu / limited utility for quantitative interpretation, small concentrations for many analytes, different concentration of metabolites in saliva, blood or urine
Mocz (2–3 dni) / / Urine (2–3 days)	często duża objętość próbki i wysokie stężenie wielu substancji psychoaktywnych i ich metabolitów; niski koszt analizy przesiewowej / often large volume of sample and high concentrations of many psychoactive substances and their metabolites; low cost of screening analysis	nie zawsze dostępny materiał, ilościowe wyniki pojedynczej próbki moczu często nie są użyteczne, wymaga pobrania za zgodą osoby badanej; próbkę pobieraną bez dozoru łatwo można zafalszować (np. przez rozcieńczenie) / not always available, quantitative results of single sample are often not useful, needs to obtain the consent of a studied person; the sample can be easily falsified (e.g., by dilution)
Włosy (tygodnie–miesiące) / / Hair (weeks–months)	materiał zwykle dostępny i łatwy do przechowywania w temperaturze pokojowej; daje możliwość interpretacji wyników w skali dni, tygodni lub miesięcy / usually available, material is easy to store at room temperature; possible to interpret the results on a scale of days, weeks or months	wymagana jest wysoka czułość metod analitycznych; interpretacja ilościowa jest ograniczona, a jakościowa możliwa u osób długotrwale przyjmujących substancje; nie wszystkie substancje wbudowują się w strukturę włosów; wysoki koszt analizy / require high sensitivity of analytical methods; quantitative interpretation is limited, qualitative interpretation is possible in the long-term administration of substances; not all substances are incorporated into the structure of the hair; high cost of analysis
Rzeki i jeziora (1 dzień – kilka tygodni) / Rivers and lakes (1 day – several weeks)	możliwość określenia rodzaju i stopnia degradacji substancji psychoaktywnych w środowisku wodnym / the ability to assess the type and degree of degradation of psychoactive substances in the aquatic environment	wymagana jest wysoka czułość i selektywność metod analitycznych; degradacja analitów w wodach ogranicza wykrywalność substancji; wysoki koszt analizy / analyses require high sensitivity and selectivity of methods; the degradation of analytes in waters limits the detection of the substance; the high cost of analysis
Ścieki (1 dzień – kilka dni) / / Wastewater (1 day – several days)	możliwość oceny ilościowej i jakościowej substancji psychoaktywnych stosowanych w określonych miastach, dzielnicach i zakładach pracy / the ability to assess the quantitative and qualitative psychoactive substances consumption in a specified cities, districts and workplaces	wymagana jest wysoka czułość i selektywność metod analitycznych; degradacja analitów w ściekach ogranicza wykrywalność i możliwość interpretacji ilościowej; wysoki koszt analizy / require high sensitivity and selectivity of analytical methods; the degradation of the analytes in wastewater limits the detection and possibility of quantitative interpretation; the high cost of analysis

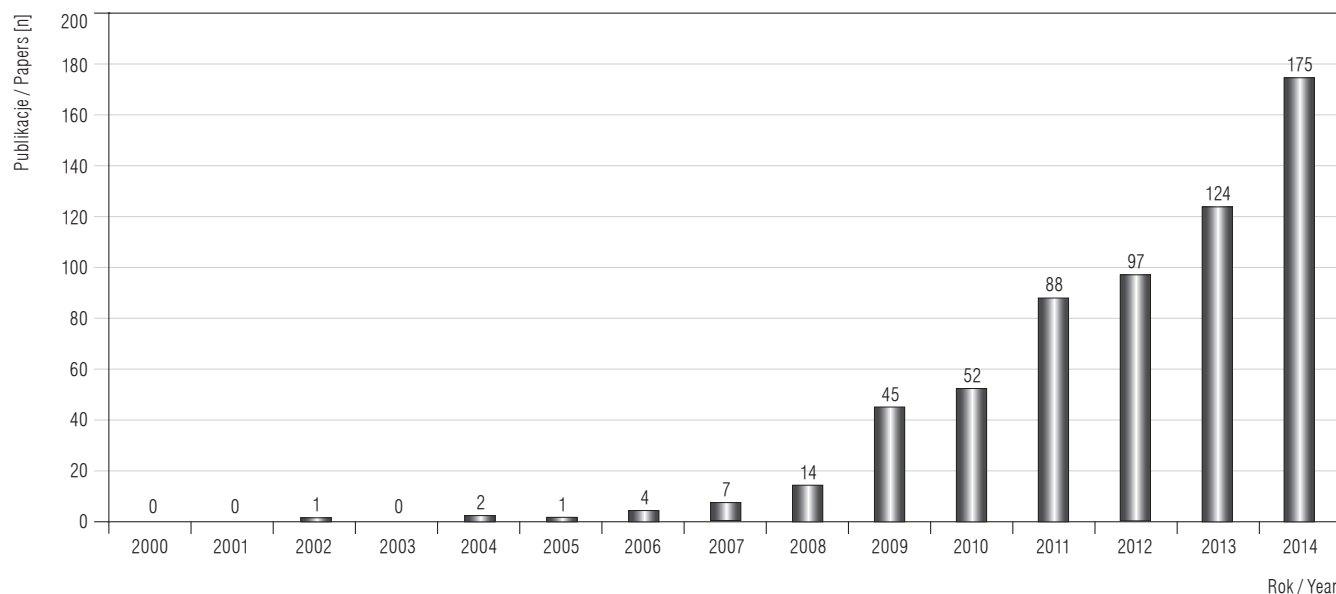
* Okno detekcji – średni czas od chwili zażycia substancji psychoaktywnej do wykrycia analitu w próbce / Detection window – the average time of taking psychoactive substances until the detection of an analyte in a sample.

- kokaina i jej metabolit – benzoilokogonina,
- 6-monoacetylmorfina (metabolit heroiny),
- morfina i 3β-D-glukuronid morfiny,
- amfetamina i metamfetamina,
- 3,4-metylendioksyamfetamina (MDA),
- 3,4-metylenodioksymetamfetamina (MDMA),
- 3,4-metylenodioksyetyloamfetamina (MDEA),
- kwas 11-nor-9-karboksy-Δ⁹-THC.

Źródłami niepewności obliczeń retrospektywnych, które wpływają na ostateczny wynik i interpretację

analiz, mogą być różnice osobnicze zażywających narkotyki (tj. wiek, płeć, masa ciała, czynności nerek i wątroby), interakcje z innymi lekami, historia stosowania narkotyków i zmienność genetyczna, a ponadto szybkość degradowania się substancji w ściekach [36–38].

Problemy analityczne dotyczące ścieków powodują, że wiarygodność uzyskanych wyników jest w dużej mierze uzależniona od kompetencji laboratorium wykonującego badania ścieków komunalnych. Jedynym sposobem na potwierdzenie kompetencji jest uży-



Ryc. 4. Publikacje dotyczące oznaczania narkotyków i leków w ściekach w latach 2000–2014 (na podstawie bazy danych ScienceDirect [6])

Fig. 4. Papers regarding the determination of drugs and medications in wastewater between 2000 and 2014 (based on the database of ScienceDirect [6])

skanie akredytacji dla określonych procedur stosowanych w laboratorium oraz wykazanie, że laboratorium pracuje zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005 (laboratoria badawcze i wzorujące) [39] lub PN-EN ISO 15189:2013-05 (laboratoria medyczne) [40] oraz innymi normami i/lub metodami wymaganymi prawem. Jednym z najważniejszych elementów systemu zarządzania jakością jest udział w badaniach biegłości i porównaniach międzylaboratoryjnych. Akredytacja jest potwierdzeniem przez niezależną instytucję (w Polsce – przez Polskie Centrum Akredytacji) kompetencji i wiarygodności akredytowanego laboratorium, a przede wszystkim zapewnia o uzyskiwaniu w tej jednostce badawczej wyników miarodajnych dla akredytowanej metody [41].

Generalnie w Polsce w dalszym ciągu jedynym kryterium zlecenia badań w systemie diagnostyki toksykologicznej (sądowej i klinicznej) decydującą rolę odgrywają cena i termin wykonania badań, natomiast kompetencje personelu, wyposażenie laboratorium i doświadczenie diagnostów są brane pod uwagę w bardzo ograniczonym zakresie.

WNIOSKI

Strategia wykrywania stosowania narkotyków i pozamedycznego używania leków psychoaktywnych w miejscu pracy powinna uwzględniać uzyskiwanie informa-

cji ze wszystkich możliwych źródeł, w tym danych statystycznych (ogólnych informacji na temat trendów i wielkości zjawiska narkomanii i lekomanii), korzystanie z klasycznych testów psychomotorycznych oraz analiz jakościowych i ilościowych w miejscu pracy materiału biologicznego (szczegółowe informacje na temat nadużywania przez poszczególnych pracowników w miejscu pracy). Zwiększenie zainteresowania pracodawców badaniem ścieków komunalnych może w istotny sposób uzupełniać ich wiedzę o zjawisku narkomanii i lekomanii uzyskiwaną klasycznymi metodami. Badania ścieków mogą mieć istotne znaczenie, szczególnie w monitorowaniu zakładów pracy, ale także ośrodków zajmujących się leczeniem uzależnień, zakładów karnych, jednostek wojskowych i kampusów akademickich.

PIŚMIENNICTWO

1. Verstraete A.G., Pierce A.: Workplace drug testing in Europe. *Forensic Sci. Int.* 2001;121:2–6, [http://dx.doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00445-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00445-5)
2. Lillsunde P., Haavanlammi K., Partinen R., Mukala K., Lamberg M.: Finnish guidelines for workplace drug testing. *Forensic Sci. Int.* 2008;174:99–102, <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2007.03.006>
3. Goszczyńska E.: Regulacje prawne dotyczące konsumpcji alkoholu i narkotyków w pracy. *Med. Pr.* 2013;64(4): 593–608

4. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 20 września 2012 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi. DzU z 2012 r., poz. 1356
5. Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii. DzU z 2005 r. nr 179, poz. 1485
6. Baza czasopism i książek ScienceDirect [Internet]: Elsevier B.V. [cytowany 30 grudnia 2014]. Adres: <http://www.sciencedirect.com/>
7. Statystyka [Internet]: Przestępczość narkotykowa. Komenda Główna Policji, Warszawa [cytowany 30 grudnia 2014]. Adres: <http://statystyka.policja.pl/st/wybrane-statystyki/przestepczosc-narkotyk/50892,Przestepczosc-narkotykowa.html>
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 22 marca 2011 r. w sprawie Krajowego Programu Przeciwdziałania Narkomanii na lata 2011–2016. DzU z 2011 r. nr 78, poz. 428
9. Centrum Informacji o Narkotykach i Narkomanii Krajowego Biura ds. Przeciwdziałania Narkomanii [Internet]: 2014 National Drug Report (2013 data) to the EMCDDA by the Polish REITOX Focal Point [cytowany 3 stycznia 2014]. Adres: <http://www.cinn.gov.pl/portal?id=105923>
10. Joint Action of 16 June 1997 adopted by the Council on the basis of Article K.3 of the Treaty on European Union, concerning the information exchange, risk assessment and the control of new synthetic drugs. Off. J. Eur. Commun. L 167 (25 czerwca 1997)
11. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction: European drug report 2014: Trends and developments [Internet]: Centre, Lizbona 2014 [cytowany 30 grudnia 2014]. Adres: <http://www.emcdda.europa.eu/publications/edr/trends-developments/2014>
12. Decyzja Rady 2005/387/WSiSW z dnia 10 maja 2005 r. w sprawie wymiany informacji, oceny ryzyka i kontroli nowych substancji psychoaktywnych. DzU UE z 2005 r. nr 127, poz. 32
13. King L.A., Sedefov R., European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, Europol: Early-warning system on new psychoactive substances – Operating guidelines [Internet]: Centre, Lizbona 2007 [cytowany 30 grudnia 2014]. Adres: <http://www.emcdda.europa.eu/html.cfm/index52448EN.html>
14. Korczyńska M., Kulikowska J., Celiński R., Nowicka J., Rojek S., Uttecht-Pudełko A.: Stan „pod wpływem substancji odurzających lub psychotropowych” – porównanie wyników badań toksykologicznych z oceną lekarską w materiałach Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Arch. Med. Sąd. Krym. 2011;LXI:35–42
15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 lipca 2014 r. w sprawie wykazu środków działających podobnie do alkoholu oraz warunków i sposobu przeprowadzania badań na ich obecność w organizmie. DzU z 2014 r., poz. 948
16. Zarządzenie Komendanta Głównego Policji nr 496 z dnia 25 maja 2004 r. w sprawie badań na zawartość w organizmie alkoholu lub środka działającego podobnie do alkoholu. DzU KGP z 2004 r. nr 9, poz. 40 wraz z zarządzeniem z 2011 r. nr 738 zmieniające zarządzenie w sprawie badań na zawartość w organizmie alkoholu lub środka działającego podobnie do alkoholu. DzU KGP z 2011 r. nr 5, poz. 34
17. Mavand solutions GmbH [Internet]: Rapid STAT [cytowany 27 maja 2015]. Adres: http://www.mavand.de/fileadmin/redaktion/rapid-stat/Flyer_Rapid_STAT_TRANSPARNET_1112-MV-0602-04.pdf
18. Mavand solutions GmbH [Internet]: Rapid TOX [cytowany 27 maja 2015]. Adres: http://www.mavand.de/fileadmin/redaktion/rapid-tox/Flyer_Rapid_TOX-Urintest-_english.pdf
19. Hall A.-J., Warner J.V., Henman M.G., Ferguson W.E.: Recovery of drugs of abuse from Dräger DCD5000 oral fluid collection device in Australia. J. Anal. Toxicol. 2015;39:140–143, <http://dx.doi.org/10.1093/jat/bku123>
20. French M.T., Roebuck M.Ch., Alexandre P.K.: To test or not to test: Do workplace drug testing programs discourage employee drug use? Soc. Sci. Res. 2004;33:45–63, [http://dx.doi.org/10.1016/S0049-089X\(03\)00038-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0049-089X(03)00038-3)
21. Carpenter C.S.: Workplace drug testing and worker drug use. Health Serv. Res. 2007;42:795–810, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-6773.2006.00632.x>
22. Marques P.H., Jesus V., Olea S.A., Vairinhos V., Jacinto C.: The effect of alcohol and drug testing at the workplace on individual's occupational accident risk. Saf. Sci. 2014;68:108–120, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.03.007>
23. Pidd K., Roche A.M.: How effective is drug testing as a workplace safety strategy? A systematic review of the evidence. Accid. Anal. Prev. 2014;71:154–165, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.05.012>
24. Caplan Y.H., Goldberger B.A.: Alternative specimens for workplace drug testing. J. Anal. Toxicol. 2001;25:396–399, <http://dx.doi.org/10.1093/jat/25.5.396>
25. Vignali C., Stramesi C., Morini L., Bartolomeo P.S., Groppi A.: Workplace drug testing in Italy: Findings about second-stage testing. Drug Test. Anal. 2015;7:173–177, <http://dx.doi.org/10.1002/dta.1640>

26. Tsanaclis L.M., Wicks J.F.C., Chasin A.A.M.: Workplace drug testing, different matrices different objectives. *Drug Test. Anal.* 2012;4:83–88, <http://dx.doi.org/10.1002/dta.399>
27. Zuccato E., Chiabrando C., Castiglioni S., Bagnati R., Fanelli R.: Estimating community drug abuse by wastewater analysis. *Environ. Health Perspect.* 2008;116(8):1027–1032, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11022>
28. Castiglioni S., Thomas K.V., Kasprzyk-Hordern B., Vandam L., Griffiths P.: Testing wastewater to detect illicit drugs: State of the art, potential and research needs. *Sci. Total Environ.* 2014;487:613–620, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.034>
29. Castiglioni S., Bijlsma L., Covaci A., Emke E., Hernandez F., Reid M. i wsp.: Evaluation of uncertainties associated with the determination of community drug use through the measurement of sewage drug biomarkers. *Environ. Sci. Technol.* 2013;47(3):1452–1460, <http://dx.doi.org/10.1021/es302722f>
30. Kasprzyk-Hordern B., Bijlsma L., Castiglioni S., Covaci A., de Voogt P., Emke E. i wsp.: Wastewater-based epidemiology for public health monitoring. *Water Sewerage J.* 2014;4:25
31. Kasprzyk-Hordern B., Baker D.R.: Estimation of community-wide drugs use via stereoselective profiling of sewage. *Sci. Total Environ.* 2012;423:142–150, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.019>
32. Kasprzyk-Hordern B., Baker D.R.: Enantiomeric profiling of chiral drugs in wastewater and receiving waters. *Environ. Sci. Technol.* 2012;46(3):1681–1691, <http://dx.doi.org/10.1021/es203113y>
33. Zuccato E., Chiabrando C., Castiglioni S., Bagnati R., Fanelli R.: Estimating community drug abuse by wastewater analysis. *Environ. Health Perspect.* 2008;116:1027–1032, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11022>
34. Frost N., Griffiths P., European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction: Assessing illicit drugs in wastewater. Potential and limitations of a new monitoring approach [Internet]: Centre, Lizbona 2007 [cytowany 30 grudnia 2014]. Adres: <http://www.emcdda.europa.eu/publications/insights/wastewater>
35. Wiergowski M., Sołtyszewski I., Szymańska U., Zębek U., Jankowski Z., Sein Anand J.: Oszacowanie stosowania środków odurzających w kampusie akademickim na podstawie wyników analizy chemicznej ścieków komunalnych. *Przegl. Lek.* 2012;69(8):439–443
36. Castiglioni S., Bagnati R., Melis M., Panawennage D., Chiarelli P., Fanelli R. i wsp.: Identification of cocaine and its metabolites in urban wastewater and comparison with the human excretion profile in urine. *Water Res.* 2011;45:5141–5150, <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2011.07.017>
37. Castiglioni S., Zuccato E., Chiabrando C., Fanelli R., Bagnati R.: Mass spectrometric analysis of illicit drug in wastewater and surface water. *Mass Spectrom. Rev.* 2008;27:378–394, <http://dx.doi.org/10.1002/mas.20168>
38. Zuccato E., Castiglioni S., Bagnati R., Chiabrando C., Grassi P., Fanelli R.: Illicit drugs, a novel group of environmental contaminants. *Water Res.* 2008;42:961–968, <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2007.09.010>
39. PN-EN ISO/IEC 17025:2005: Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005
40. PN-EN ISO 15189:2013-05: Laboratoria medyczne – wymagania dotyczące jakości i kompetencji. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2015
41. Bednarek T.: Akredytacja laboratoriów wydających opinie kryminalistyczne. *Prokuratura Prawo* 2012;1:137–153