

Multidiszciplináris eljárás a kábítószer-fogyasztás mérésére: a szennyvízelemzésen alapuló drogepidemiológia. Nemzetközi vizsgálatok és adatok*

Rózsa Dávid,

a KSH Könyvtár főigazgató-helyettese,

a Pécsi Tudományegyetem Demográfia és Szociológia Doktori Iskolájának PhD-hallgatója

E-mail: David.Rozsa@ksh.hu

A szennyvízelemzés a 2000-es évek közepe óta egyre növekvő jelentőséggel bír a kábítószer-fogyasztási szokások vizsgálatában. Ennek az ízigvérig multidiszciplináris módszernek a termékeny alkalmazásához egyaránt szükség van a bio- és az analitikai kémikusok, a fiziológusok, a vízellátási és a csatornázási mérnökök, az addiktológusok, valamint a statisztikusok szakismereteire. A szerző írása röviden összefoglalja a szennyvízelemzés tudománytörténetét és módszerét, majd ismerteti az utóbbi években Európában és más kontinenseken végzett felmérések néhány fontos eredményét.

TÁRGYSZÓ:

Kábítószer-fogyasztás.

Szennyvízelemzés.

Epidemiológia.

Nemzetközi összehasonlítás.

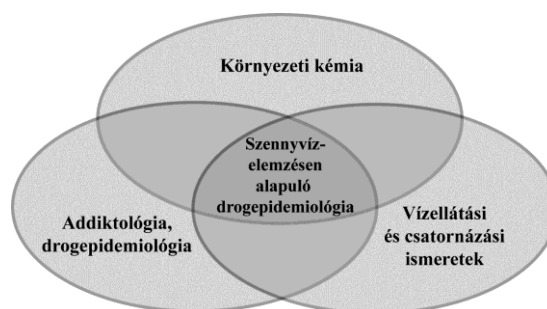
DOI: 10.20311/stat2017.07.hu0692

* A „szennyvízelemzésen alapuló drogepidemiológia” terminust az angol nyelvű szakirodalomban használatos wastewater-based epidemiology (wastewater analysis) és sewage-based (drug) epidemiology (sewage analysis) mintájára javasolom bevezetni.

Köszönöm *Kelemen Gábornak* (Pécsi Tudományegyetem) a kézirat első változatához fűzött jobbító észrevételeit, javaslatait, *Rácz Istvánnak* (Szent István Egyetem) a szennyvíz-mintavétel módjait illető kiegészítő tájékoztatását, valamint *Sara Castiglioninak*, *Emma Gracia-Lornak* (Istituto Di Ricerche Farmacologiche Mario Negri [Mario Negri Farmakológiai Kutatóintézet]) és *Alexander L. N. van Nuijsnek* (Universiteit Antwerpen [Antwerpeni Egyetem]) szíves szakirodalmi segítségét. A cikk esetleges hiányosságaiért, tévedéseiért kizárólag én vagyok felelős.

A UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime – Egyesült Nemzetek Szervezetének Kábítószer-ellenőrzési és Bűnmegelőzési Hivatala) számításai szerint a Föld 15–64 éves népességének tiltott szerhasználata évről évre folyamatosan emelkedik, és a 2006. évi 208 millióhoz képest 2014-ben már negyedmilliárd főt érintett. A fogyasztók 12 százalékánál kimutatható valamilyen erre visszavezethető betegség (UNODC [2016] 1. old.). Az EMCDDA (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction – Kábítószeres és Kábítószer-függőség Európai Megfigyelőközpontja) 2016-os jelentése szerint a kontinens 15 és 64 év közötti lakosságának több mint negyede kipróbálta már a drogfogyasztást¹ élete folyamán (EMCDDA [2016b] 37. old.). Világos tehát, hogy ennek a tömegjelenségnek a minél több tudományterület bevonásával történő, sok szempontú kutatása létfontosságú társadalmi kérdés.

1. ábra. A szennyvízelemzésen alapuló drogepidemiológia mint multidiszciplináris tudományterület



Forrás: Burgard–Banta–Green–Field [2014] 1363. old.

1. A szennyvízelemzésen alapuló drogepidemiológia története

A különféle anyagok (például a folyékony háztartási hulladékok) környezeti hatásának vizsgálata céljából végzett szennyvízelemzéseknek közel évszázados múltjuk

¹ A dolgozatomban említett különféle illegális pszichoaktív szereket és anyagcseretermékeiket (azaz metabolitjaikat) a szakirodalom által használt terminológiához igazodva egységesen kábítószerként vagy drogként említem. Bayer István ([2000] 14. old.) nyomán érdemes azonban rögzíteni, hogy a kábítószeres körét kijelölő 1961. évi New York-i és a pszichotrop (azaz a központi idegrendszeren keresztül ható különféle) anyagokat listázó 1971-es bécsi nemzetközi egyezmény között máig nem sikerült összhangot teremteni: míg például a cannabis a kábítószeres, fő pszichoaktív ágensét, a THC-t (tetrahidrokannabinolt) a pszichotrop anyagok közé sorolják.

van. Az Egyesült Államokban már 1933-ban megjelentették a szennyvizek vizsgálatának módszertani kézikönyvét. A kifejezetten gyógyszerekre és összetevőikre fókuszáló kutatások az 1970-es évek második fele óta ismeretesek. Szintén az Egyesült Államokban 1989-ben nyújtották be és 1990-ben fogadták el az első szabadalmi kérvényt egy drogfelderítésre szolgáló szennyvíz-mintavevő készülékre (*Burgard–Banta–Green–Field* [2014] 1362. old., *Daughton* [2016] 396., 401. old.).²

A szakirodalomban elsőként *Christian G. Daughton*, az EPA (United States Environmental Protection Agency – Amerikai Környezetvédelmi Hivatal) egyik vezető kutatója javasolta a szennyvízelemzés alkalmazását a kábítószer-fogyasztás mérésére. Meglátása szerint a hagyományos (rendőrségi, kórházi és drogteszteken, illetve kérdőíves felvételeken alapuló) adatforrások a vizsgálati minta nem reprezentatív volta miatt vagy jogi okokból szükségszerűen torzítanak, s így elégtelenek a jelenség kvantitatív megragadására. A szennyvízelemzés ezzel szemben időben és térben jóval komplexebb képet adhat, biztosítja az összehasonlíthatóságot és a szinte egyidejű epidemiológiai megfigyelés lehetőségét, ráadásul környezetbarát és teljességgel anonim (*Daughton* [2001] 354–357. old.). A szintén az EPA-ban dolgozó *Tammy Jones-Lepp* és csoportja vizsgálta elsőként az amfetaminszármazékok előfordulását kezelt szennyvízben (*Jones-Lepp et al.* [2004]).

Bár a gondolat amerikai elmékben fogant meg, a téma legtöbbet publikáló és legidézettebb szerzői európaiak. A milánói Mario Negri Farmakológiai Kutatóintézet *Ettore Zuccato* által vezetett kutatócsoportja volt az első, amely – a Póból vett mintákon végzett kokaintesztjeinek – mérési eredményei alapján következtetéseket vont le a fogyasztók számára vonatkozóan (*Zuccato et al.* [2005]). Ugyanők igen korán javaslatot tettek az egységesen alkalmazandó kutatási protokoll bevezetésére (*Zuccato et al.* [2008] 1032. old.). A milánói szakemberek azóta is több nélkülözhetetlen módszertani cikkel (*Castiglioni et al.* [2014], [2015], [2016a], [2016b]; *Gracia-Lor–Zuccato–Castiglioni* [2016]; *Zuccato et al.* [2011] stb.) járultak hozzá a diszciplína fejlődéséhez. Szintén megkerülhetetlen kutatóhely az Antwerpeni Egyetem Toxikológiai Központja, ahol 2007 óta elemzik a különböző szerek stabilitását a szennyvízben, valamint a kábítószer-fogyasztási szokásokat szennyvízmin-ták alapján.³ Számos témába vágó publikáció fűződik a Bathi Egyetem Vegyész-mérnöki Intézete, az oslói Norvég Vízkutatási Intézet, a Dán Műszaki Egyetem Környezetmérnöki Intézete, a svájci Szövetségi Víztudományi és -kutatási Intézet, valamint a Valencia autonóm közösségbeli kikötővárosban, Castellón de la Planában található I. Jakab Egyetem Növényvédőszer- és Vízkutató Intézete munkatársainak nevéhez is.

² A részletes szabadalmi dokumentáció elérhető a <http://www.freepatentsonline.com/4941360.html> oldalon.

³ A témával foglalkozik az egyetem és a *National Geographic Channel* koprodukciójában 2013-ban készült, ötrészes „Behind the Science” című ismeretterjesztő sorozat egyik kisfilmje is. A videó elérhetősége: <http://behindthescience.uantwerpen.be/eng/drugsewers/episode>.

Beszédes adat, hogy míg 2004-ben és 2005-ben még csak egy-egy, 2014-ben már negyvennél is több folyóirat-publikáció látott napvilágot a szennyvízelemzésen alapuló drog-epidemiológiai kutatásokról. Az elmúlt években mikroközösségek drogfogyasztási szokásait is vizsgálták börtönökben, iskolákban, kerületekben, sőt még repülőtéren is. Készültek cikkek ünnepnapokon, pihenő- és üdülőhelyeken, valamint zenei és sportrendezvényeken mért adatok alapján (*Castiglioni–Vandam* [2016] 45–48. old.). Európában és az Egyesült Államokban több doktori disszertáció (*Panawennage* [2012], *van Nuijs* [2012], *Béen* [2015], *Ramin–Plósz–Mikkelsen* [2016]) született a témában.

A nemzetközi együttműködésben, azonos módszertannal megvalósult kutatási programok közül kiemelendők a 2010 óta működő SCORE (Sewage Analysis CORE Group – Europe – Európai Szennyvízelemző Kutatócsoport)⁴ projektjei. Ezek közül elsőként, 2011 márciusában egy tizenkilenc európai városra kiterjedő vizsgálat zajlott le, amelynek eredményeként 2012-ben megjelenhetett az első regionális különbségeket feltáró cikk. A következő években folyamatosan nőtt a vizsgálatba bevont települések száma. A 2015-ös SCORE-projektben már huszonhét ország hatvanhét városában végeztek kutatásokat (*Castiglioni–Vandam* [2016] 46. old., *EMCDDA* [2016c] 1–2. old.). A SCORE eddig két alkalommal és helyszínen, 2014-ben Milánóban és 2015-ben Castellón de la Planában szervezett kétnapos szakmai továbbképző tanfolyamot.

Az EMCDDA külön oldalal szentel a szennyvízelemzésnek honlapján. Ezen szabadon hozzáférhető a legfrissebb adattárak és tanulmányok gyűjteménye, az európai kábítószer-fogyasztás interaktív adatbázisa, valamint a témában tartott tudományos tanácskozások összes anyaga. Az EMCDDA öt nagyobb találkozót, köztük két nemzetközi konferenciát rendezett („Testing the Waters” [Vizek tesztelése] címmel) a szennyvízelemzésről 2013-ban Lisszabonban és 2015-ben a svájci Asconában. A legközelebbire 2017 októberében, ismét Lisszabonban kerül sor.⁵

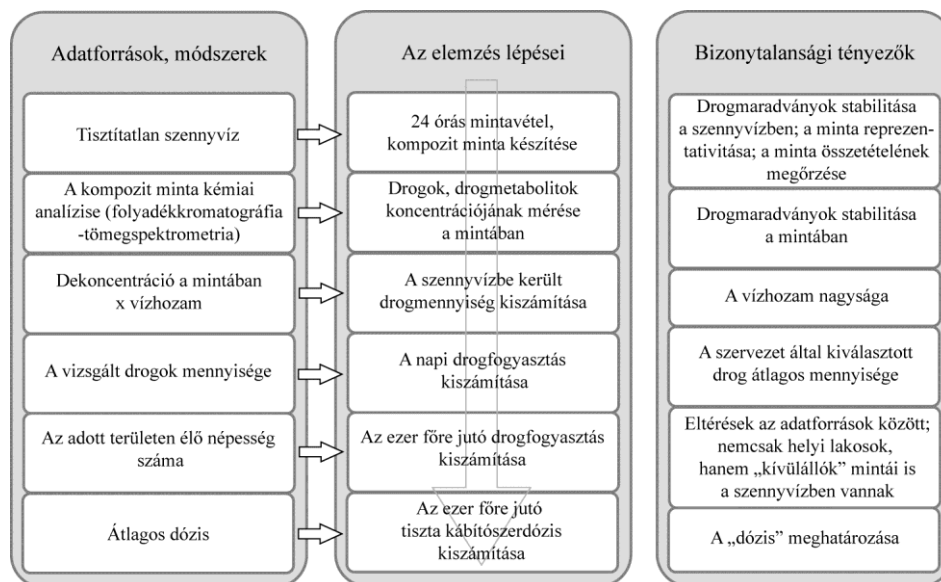
2. A szennyvízelemzés módszere és bizonytalansági tényezői

A szennyvízelemzés módszere azon a fiziológiai tényen alapul, hogy szinte mindennek, amit az ember elfogyaszt, megtalálhatók a nyomai a vizeletben vagy a székletben. A szennyvízbe került metabolitok koncentrációjából következtetni lehet a felhasznált drogok mennyiségére, végső soron pedig az adott szerrel élő népesség létszámára.

⁴ A SCORE honlapjának elérhetősége: <http://score-cost.eu/>.

⁵ A gyűjtőoldal elérhetősége: <http://www.emcdda.europa.eu/activities/wastewater-analysis>.

2. ábra. A szennyvízelemzés lépéseinek sematikus vázlata



Forrás: Saját szerkesztés Béen [2015] 20. old.; Castiglioni *et al.* [2014] 615. old., [2016a] 17–20. old.; EMCDDA [2016c] 5. old. és Zuccato–Castiglioni–Fanelli [2011] alapján.

Annak érdekében, hogy minimalizálják a módszer alkalmazása során felmerülő problémákat, és összehasonlíthatóvá tegyék a szennyvízelemzéssel nyert adatokat, a szakértők kidolgozták és 2010. december 4-én, a Dublini Városi Egyetemen tartott ülésükön elfogadták a módszer hivatalos eljárásrendjét. (Ezt azóta az Európa-szerte elvégzett vizsgálatok tapasztalatai alapján, analitikai kémikusok és csatornázási mérnökök bevonásával finomították.)

Mint bármely diszciplína mintavételre épülő kutatásában, a szennyvízelemzésben is maga a mintavétel a legfontosabb lépés, hiszen amennyiben az analízis nem megfelelő minőségű adatokon alapul, a legszofisztikáltabb elemzési módszerrel sem juthatunk megbízható eredményhez. A szennyvíz rendkívül gyorsan változó, heterogén közeg; térfogata, koncentrációja, sebessége pillanatról pillanatra módosulhat. Könnyen belátható, hogy egyetlen vagy akár néhány pont- vagy „kimarkolt” mintából (grab sample) ilyen feltételek mellett nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket. A reprezentativitást biztosító kifinomultabb módszerek több időt, energiát és persze pénzt igényelnek, de ahogy a szennyvíz-mintavétel útmutatójának megalkotójaként gyakorta hivatkozott Ort *et al.* [2010a] (6031. old.) fogalmaz, „a kémiai elemzésre és az azt követő adatértelmezésre szánt idő és pénz fényében kontraproduktív a mintavevő személyzetten és eszközökön spórolni”.

A kutatók számára kínálkozó három lehetőség az idő-, a vízhozam- és a térfogat-arányos metódus. Mindháromhoz a csatorna megfelelő pontján – általában a szennyvíztisztító telep beömlőnyílásánál – rögzített automata mintavevő készüléket használnak, az utóbbi kettőhöz áramlásmérőt is. Az időarányos mintavétel során azonos, a vízhozamarányosnál az áramlásmérő által jelzett szennyvízhozammal arányos mennyiségeket vesz ki a szerkezet a szennyvízből előre meghatározott időközönként (lehetőleg legalább ötpercenként). Térfogatarányos mintavételkor pedig megadott térfogatú szennyvíz elhaladásakor az áramlásmérő által kibocsátott jelre, eltérő időközönként, azonos mennyiségek kiemelésére kerül sor. A módszertani útmutató szerint a 24 órán keresztül gyűjtött szennyvízből napi kompozit minta⁶ készíthető, és a mintavételt hét egymást követő napon végre kell hajtani. A folyadékot a mintavétel időtartama alatt 4 °C-on, majd abban az esetben, ha nem sikerül tizenkét órán belül megvizsgálni, –20 °C-ra hűtve tárolják, a kémiai előkészítést követően pedig folyadékkromatográfiai-tömegspektrometriai eljárás alá vetik, és megállapítják a kijelölt drogok vagy drogmétabolitok koncentrációját (*Ort et al.* [2010a], [2010b]; *Miserez–van Nuijs* [2016] 356–358. old.).

1. táblázat

Kábítószeres és szennyvízből kimutatható összetevők

A kábítószer neve	Kimutatható összetevője	A szervezet által átlagosan kiválasztott mennyiség (%)*	Korrektíós érték	Stabilitása a szennyvízben**
Amfetamin (speed)	Amfetamin	30,00	3,30	változó
Cannabis	THC-COOH (11-karboxi-tetrahidrokannabinol)	0,60	152,00	változó
	Morfin	42,00	3,10	változó
Heroin	6-MAM (6-monoacetyl-morfin) vagy 6-AM (6-acetylmorfin)	1,30	86,90	alacsony
	Ketamin***	2,00	50,00	magas
Ketamin	Norketamin	1,60	65,00	magas
	Dehidronorketamin	16,00	6,25	–
Kodein		30,00	3,30	
	Kodein	63,80	1,60	magas
		70,00	1,40	

(A táblázat folytatása a következő oldalon.)

⁶ A kompozit minta ebben az esetben a meghatározott rend szerint gyűjtött egyedi minták egybeöntésével áll elő, máskor azonban jelentheti összekeveretlen, de csoportként kezelt és elemzett minták együttesét is (*Patil* [2013]).

(Folytatás.)

A kábítószer neve	Kimutatható összetevője	A szerkezet által átlagosan kiválasztott mennyiség (%)*	Korrekciós érték	Stabilitása a szennyvízben**
Kokain	Kokain	7,50	13,00	alacsony
		29,00	3,59	közepes-magas
	32,50	3,20		
	35,00	3,00		
	45,00	2,30		
MDMA (3,4-metiléndioxi-metamfetamin, ecstasy)	MDMA	15,00	6,70	magas
		20,00	5,00	
		26,00	3,90	
		65,00	1,50	
Metadon	Metadon	27,50	3,60	változó
		13,00	6,30	változó
	EDDP (2-etilidén-1,5-dimetil-3,3-difenilpirrolidin)	30,90	3,40	
		55,00	1,80	
Metamfetamin	Metamfetamin	33,00	4,06	magas
		39,00	2,60	
		43,00	2,30	

* A táblázatban a szakirodalomban leginkább elterjedt exkréciós (kiválasztási) arányszámokat tüntetem fel. Mivel a vizsgálati eredmények számos szer (összetevő) esetében eltérnek egymástól (a metabolizmust befolyásolja például a fogyasztás módja is), ebben és a következő oszlopban egy-egy anyaghoz több érték tartozhat.

** A *McCall et al.* [2016] által áttekintett cikkekben ismertetett esetekben, különböző tárolási idejű, hőmérsékletű és kémhatású minták vizsgálata alapján. Az alacsony stabilitás a szer vagy összetevője 60–100 százalékos, a közepes 20–60 százalékos, a magas 0–20 százalékos átalakulását jelenti a szennyvízben. A változó stabilitású vegyületek a körülményektől függően alacsony vagy magas értéket is felvehetnek.

*** *Yargeau et al.* ([2014] 724. old.) 30 százalékos közlése bizonytalan alapokon nyugszik. Erre hivatkozik – az adatot elgépelve – *Gracia-Lor-Zuccato-Castiglioni* [2016] is.

Megjegyzés. A cannabis fő hatóanyaga, a THC a szerkezetben 11-hidroxi-tetrahidrokannabinollá (11-OH-THC) alakul, ennek további bomlásterméke a THC-COOH.

Forrás: Saját szerkesztés *Castiglioni et al.* [2015] 5564. old., *Gracia-Lor-Zuccato-Castiglioni* [2016] 1651. old., *McCall et al.* [2016] 938–942. old., *Thai et al.* [2016] 310. old. és *Zuccato et al.* [2008] 1028. old. alapján.

A kapott eredmények, valamint a csatornarendszerről, a szennyvíztelepről és a vízgyűjtő területéről felvett részletes dokumentáció alapján az *i* drogból elfogyasztott napi mennyiség (*DCR*) a

$$DCR_i = \frac{C_i \cdot F \cdot \frac{R_i}{E_i}}{P} \quad /1/$$

képlet alapján számítható ki, ahol C a drogmaradvány (ng/l-ben kifejezett) koncentrációja a szennyvízben, F a mintavétel időszakában mért napi vízhozam, R a drog és a drogmetabolit moláris tömegének aránya, E az adott szer exkréciós arányszáma, P pedig az F -hez hozzájárult népesség becsült létszáma. Az egyes városokban kapott eredmények összehasonlíthatósága érdekében a fogyasztott szerek mennyiségét 1000 főre állapítják meg. Lehetőség szerint azt is felméri, hogy a kapott érték mekkora adag tiszta kábítószernek felelt meg (*Castiglioni et al.* [2016a] 20–23. old., *O'Brien et al.* [2014] 519. old., *Zuccato et al.* [2008]).

A 2. ábrából és az /1/ egyenletből is jól látható, hogy a fogyasztási adatok kalkulációja során számos bizonytalansági tényezőt kell figyelembe venni. Mindjárt az első a vizsgált anyagok farmakokinetikája (azaz viselkedése az emberi szervezetben) és stabilitása a szennyvízben. Hiába tudjuk, hogy egy adott drog metabolitja érzékenyebb (nagyobb mennyiségben választja ki a szervezet) és stabilabb a szennyvízben, mint a „szülő” maga, e tulajdonságok mértékéről – amint arra az 1. táblázat jó néhány példával szolgál – sokszor nem egyeznek a kutatói vélemények. Az MDMA, a metamfetamin és a ketamin sokféle, egymástól „drámaian különböző” szakirodalmi exkréciós értéke okozta számítási problémákat többen szóvá tették (*Du et al.* ([2015] 82. old., *Miserez-van Nuijs* [2016] 361–362. old.). A tucattjával feltűnő újabb és újabb szerek metabolizmusának és kiválasztási arányának ismeretlen volta ugyancsak nehezítő tényező, és nem biztos, hogy mindegyik esetben a szennyvízelemzés a kvantifikáció legadekvátabb módszere (*Castiglioni et al.* [2014] 616. old., *González-Mariño et al.* [2016] 10094. old.). A cannabisfogyasztás mérése azért rendkívüli kihívás a kutatók számára, mert a sérülékeny THC-COOH kimutatása a szennyvízből a többinél jóval bonyolultabb mintavételi és analitikai problémát jelent. A finn kutatók éppen ezért eltekintenek a cannabisadatok publikálásától, amelyeket az *EMCDDA* ([2016c] 2. old.) maga sem tett közzé 2015. évi jelentésében. A heroin egyetlen exkluzív metabolitja, a 6-MAM ugyancsak instabil a szennyvízben (*Miserez-van Nuijs* [2016] 362. old.).

A fogyasztott adagokra és a fogyasztók számára vonatkozó becsléseket eltérítetik a gyógyászatban, ellenőrzött körülmények között használt szerek, terápiás drogok (például a metadon) adatai is. Ennek problémáit ecseteli *Krizman et al.* ([2016] 460–461. old.) horvátországi tapasztalatok alapján. Esetenként legális szerekben is előfordulhat drogmaradvány: a metamfetamin például a Parkinson-kór kezelésében is használt, magyar fejlesztésű szelegilin és a figyelemhiányos hiperaktivitás-zavart gyógyító dextroamfetamin metabolitja, amely csak nagyon kis százalékban torzíthatja ugyan a mintát, de számolni kell vele (*Kim et al.* [2015] 443. old.). A visszszámítást bonyolíthatja az utcán kínált szerek tisztaságának változása is. *Zuccato et al.* ([2011] 468. old.) cikke szerint például a brit rendőrség által lefoglalt drogok átlagos tisztasága a 2007-es 32 százalékról 2009 első negyedévére 23 százalékra esett vissza.

Kiugró értékek esetén használhatatlanná válhat a minta. 2011-ben Utrechtben, 2012-ben és 2013-ban Eindhovenben ömlött nagy mennyiségű felhasználatlan ecstasy a csatornába, ami miatt ezeket az adatokat nem vették figyelembe az elemzések során (*Ort et al.* [2014] 1349. old.).

A bizonytalansági tényezők közé tartozik az érintett népesség száma is, hiszen a szennyvízgyűjtő területén sohasem csak azok tartózkodnak, akik a népszámlálás szerint életvitelszerűen ott élnek. A településrész elhelyezkedésétől, funkciójától és a vizsgálat időpontjától függően dolgozók, turisták, más jelenlevők is hozzájárulhatnak a felvett mintához. Az /1/ egyenlet P értékének kiszámítására nincs tehát egységes eljárás; esetről esetre kell megtalálni a legjobb megoldást, amint arra *Castiglioni et al.* ([2014] 617. old.) is felhívja a figyelmet. A census adatok, a csatornarendszerbe bekötött háztartások száma és a csatorna hidrokémiai jellemzői mellett a szennyvízbe került különféle biomarkerek (biológiai jelzőanyagok: gyógyszerek, étkezési kiegészítők, vegyszerek, égésgátlók stb. maradványai) bevonásával is kísérleteznek. Évek óta vizsgálják például az aceszulfám nevű édesítőszert, amely teljesen kiürül a szervezetből, és sokáig stabil marad a szennyvízben, így néhány másik anyaggal együtt alkalmasnak tűnik a nagyobb népességszámok visszafejtéséhez való felhasználásra. Ezt nemrég egy ausztrál kutatócsoport vizsgálatai is megerősítették, amelyek során a 2011-es népszámlálás napján vagy környékén gyűjtött mintákat elemezték és vetették egybe a censusból nyert adatokkal (*Gracia-Lor et al.* [2017], *O'Brien et al.* [2014]). Egy friss valenciai esettanulmányban (*Rico-Andrés-Costa-Picó* [2017]) pedig a minták koffein- és kotinintartalmának segítségével próbálták finomítani a népességszámra vonatkozó becslést. (A kotinin a nikotin metabolitja.)

Nagy kérdés, hogy a világ különböző tájain született eredmények alkalmasak-e az összehasonlításra, hiszen a mintavételi és az analitikai lehetőségek nem mindenhol azonosak. Ezért szorgalmazza a SCORE az egységes módszertan használata mellett a laboratóriumközi tesztek is. Fontos lenne ugyanakkor, hogy az egyes nemzeti kutatások lebonyolításában is mutakozzék koherencia. A következő fejezetben tárgyalt országos vizsgálatok mintavételeit általában helyszínenként más és más módszerrel végezték – többnyire éppen a legkevésbé ajánlott időarányos módszerrel, ráadásul az ajánlottól eltérő időközökkel.

A szennyvízelemzés etikai vonatkozásairól viszonylag kevesen írtak. A tíz- vagy százezres, esetleg milliós populációkkal kapcsolatos kutatások alkalmatlanok ugyan az egyének azonosítására, de mivel mégiscsak egyfajta kollektív drogteszt-ről van szó, joggal merülhet fel a közösségek megbélyegzésének kérdése. Hogy mennyire nem ételszerűtlen felvetésről van szó, azt az is bizonyítja, hogy egyes amerikai városok kormányzata a rossz hírbe keveredéstől tartva nem engedélyezte a szennyvízvizsgálatok elvégzését (*Burgard-Banta-Green-Field* [2014] 1365. old.). A kérdéskört elemző két tudóscsoport (*Hall et al.* [2012], *Prichard et al.*

[2014]) arra a következtetésre jutott, hogy a nagyobb népséget érintő, közegészségügyi célú – tehát a közjót szolgáló – kutatások morális szempontból kifogásolhatatlanok. Problémás lehet ugyanakkor a szórakozóhelyek és a börtönök vizsgálata, hiszen az esetleges hatósági válaszlépések azokat is közlőrl és kedvezőtlenül érinthetik, akik nem élnek illegális szerekkel. Az egyéb mikroközösségek, például az iskolák és a munkahelyek, de akár a néhány ezres települések kutatását is hasonló indokkal tartják kerülendőnek.

A módszer kriminalisztikai alkalmazhatósága, az illegális drogpia méretének és szerkezetének felderítésében játszott szerepe még vizsgálandó kérdéskör.⁷ Svájcól való az egyik ismert példa: 2014 őszén a neuchâtel rendőrség azzal a kéréssel fordult a kutatókhoz, hogy a szennyvízből nyert adatok alapján állapítsák meg, csökkent-e a fogyasztás mértéke egy kábítószer-kereskedő letartóztatása után (*Béen–Esseiva–Delémont* [2016] 218–220. old.). Az új-zélandi rendőrség 2016 decemberében bejelentette, hogy az ország két legnagyobb városában, Aucklandben és Christchurchben öt illegális szer elterjedtségét fogja felmérni egy egyéves szennyvízelemzési projekt keretében (*New Zealand Police* [2016]).

2. táblázat

A hagyományos epidemiológiai adatfelvételek és a szennyvízelemzés összehasonlítása

A nyújtott információk és a módszerek főbb jellemzői	Epidemiológiai adatfelvételek	Szennyvízelemzés
Droghasználatra vonatkozó információk		
A droghasználat gyakorisága	igen	nem
A droghasználat időbeli (napi, heti, havi) mintázatának változásai	nem	igen
A droghasználat módja, polidroghasználat	igen	igen / nem*
A droghasználók csoportjai (életkor, nem, nemzetiség stb. szerint)	igen	nem
A drog tisztasága és ára	igen	nem
A droghasználat változó trendjei, új drogok feltűnése	nem	igen
Módszertani jellemzők		
Nagy költségigény	igen	nem
Egyidejűség	nem	igen
A minták retrospektív elemzési lehetősége	nem	igen

* A kimutatható biomarkerek függvényében.

Forrás: Castiglioni et al. ([2014] 618. old.).

⁷ A szennyvízelemzést büntetőeljárás-jogi és kriminalisztikai kontextusban Jám bor ([2015] 155–161. old.) mutatta be Magyarországon. Tudomásom szerint eddig az övé az egyetlen részletes magyar nyelvű összefoglaló az eljárásról.

3. Nemzetközi kábítószer-fogyasztási körkép

Az UNODC adatai alapján a cannabis tekinthető kiemelkedően a legelterjedtebb drognak a világon: 2014-ben 183 millióan fogyasztották. Prevalenciája⁸ nemcsak Észak-Amerikában, Nyugat- és Közép-Európában nőtt az elmúlt években, hanem – kutatási eredmények híján helyi szakértői becslések szerint – Afrikában is. Szintén szilárd az amfetaminszármazékok piaca, amely – a kórházi esetszámok és a rendőrségi lefoglalások tükrében – Kelet- és Délkelet-Ázsiában is bővülő tendenciát mutat. Az ópiumszármazékok a maguk 33 millió becsült használójával és súlyos egészségkárosító hatásával a kiemelten veszélyes szerek közé sorolandók. A 18,8 millió főt ellátó globális kokainpiac stabilitását az sem rengette meg, hogy az utóbbi évtizedekben jelentősen visszaszorult a kokacserje termőterülete (a 2014-re becsült 132 300 hektár 40 százalékkal kisebb a 2000-es csúcserőtnél), és az előállított szer mennyisége is csak háromnegyede a 2007. évinek (UNODC [2016] 35–42. old.).

Az utóbbi néhány évtizedben sorra törnek be a piacra az új pszichoaktív szerek, amelyeket vagy a jogszabályok által nem ismert növényekből, növény származékokból készítenek, vagy – jellemzőbb esetben – a már régóta népszerű, de aktuálisan nem vagy csak kis tételben hozzáférhető, illetve rontott tisztaságú drogok helyettesítésére fejlesztik ki. (E szubsztituensek köznapi elnevezése a dizájnerdrog.) Egyre gyakoribb a szervváltás jelensége is például az intravénás opiátfüggők körében, akik a korábbinál kevésbé jó minőségű heroint cserélik le valamelyik új anyagra.

2008 és 2015 között 102 ország összesen 644 szintetikus drog feltűnéséről tájékoztatta a UNODC-t, azaz nem telt el hónap hat-hét kábítószer megjelenése nélkül. Az európai uniós információcseréért felelős hálózaton, az EWS-en (Early Warning System – Korai Jelzőrendszer) keresztül 2013-ban 81, 2014-ben 101, 2015-ben 98, 2016-ban 66 új anyagról érkezett tudósítás, így ma már összesen több mint 620-at kísérnek figyelemmel. Az Egyesült Államokban 2013-ra 1,2 százalékra nőtt az új pszichoaktív szerek élettartam-prevalenciája⁹ a 12–34 éves korcsoport körében, míg Angliában és Walesben 2014–2015 folyamán a 16–24 évesek 2,8 százaléka próbálta ki valamelyik anyagot. 2014-ben világszerte 34 tonnányi új fejlesztésű drogot foglaltak le, ami az előző évihez képest 18 százalékos növekedést jelent.

A legtöbb új pszichoaktív szer 2012 óta a szintetikus kannabinoidok közül kerül ki (számuk akkor még csak 30, míg 2014-ben már 134 volt), de 2015-ben felzárkóz-

⁸ A prevalencia „egy jelenség (például betegség) összes létező esete egy meghatározott időpontban a vizsgált populációban, függetlenül attól, hogy a jelenség mióta áll fenn” (Ádány [2011] 15. old.).

⁹ Az élettartam-prevalencia vagy – az epidemiológiai szakirodalomban (lásd például Demetrovics [2007a] 40. old.) szintén honos, de kevésbé szerencsés – életprevalencia (angolul lifetime prevalence) terminus „azon személyek összes számát jelenti egy populációban, akiknél a vizsgált jelenség az életük során valaha fennállt vagy jelenleg fennáll” (Ádány [2011] 79. old.).

tak melléjük a katinonok is.¹⁰ Ezek az anyagok különösen azért veszélyesek, mert tiltólistára kerülésükig általában legálisan hozhatók forgalomba,¹¹ miközben farmakokinetikájuk igen kevésbé ismert. Ez még az olyan szerekre is igaz, mint a mefedron, ami 2007 óta kapható Európában, és 2009–2010-ben rendkívül elterjedtnek számított az Egyesült Királyságban. Kirívóan ártalmasak a két-, három- vagy akár hétféle anyag összekeveréséből született termékek, amelyekből 2013-ban száznál is többet azonosítottak Európában (*Borova et al.* [2015] 592–595. old., *Castiglioni et al.* [2015] 5564–5565. old., *EMCDDA* [2017] 32–33. old., *Kapitány-Fövény-Urbán-Demetrovics* [2014] 174–176. old., *Mounteney et al.* [2015] 45. old., *UNODC* [2016] 56–61. old.).

A következő oldalakon bemutatom, hogy a szennyvízelemzésre épülő, egyre nagyobb számban rendelkezésre álló nemzetközi összehasonlító adatközlések és a legfrissebb országtanulmányok miként árnyalják ezt a képet.

3. táblázat

A cikkben szereplő fontosabb kábítószer

Jellemzési szempont	Jellemző
	Amfetamin
Gyógyászati alkalmazása	a narkolepszia és a figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar kezelése
Pszichoaktív hatása	stimuláns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	nyugtalanágérzet, energiával való telítettség érzete, eufória, beszédesség, a szenzoros érzékenység fokozódása, a másokkal való könnyebb kapcsolatteremtés, megnövekedett önbizalom, túlzott önértékelés, az éberségi szint növekedése, vérnyomás-emelkedés, izzadás, folyadékvesztés, fogcsikorgatás, vízvesztés, álmatlanság, fokozott libidó
nagyobb dózisban	fokozott nyugtalanág, pánikroham, szorongás, az idegrendszer fokozott izgalma, fokozott vérnyomás-emelkedés, erős szívdobogás, fokozott vízvesztés, remegés
Veszélyességi foka 100-as skálán*	23

(A táblázat folytatása a következő oldalon.)

¹⁰ A katinon az Északkelet-Afrikában és az Arab-félszigeten termesztett kacsérje leveleiben található, az amfetaminokéhoz hasonló kémiai felépítésű stimuláns. Szintetikus előállításával már az 1920-as években is kísérletezett a gyógyszeripar. A rekreációs célú katfogyasztás az 1990-es évek közepén terjedt el Európában és Észak-Amerikában az amfetaminszármazékok, illetve a kokain akkor még legális alternatívájaként (*González-Mariño et al.* [2016] 10089. old., *Ujváry-Demetrovics* [2009] 104–105. old.).

¹¹ Villámgyors elterjedésükben óriási szerepet játszik az e-kereskedelem, amelynek berkeiben ártalmatlan-nak tűnő álnevek alatt (gyógynövénykeverékként, illatosítóként, füstölöként vagy fürdősöként) értékesítik az újfajta szereket.

(Folytatás.)

Jellemzési szempont	Jellemző
Cannabis	
Gyógyászati alkalmazása	étvágyjavítás, hányingercsökkentés, a zöldhályog és a sclerosis multiplex tüneteinek enyhítése
Pszichoaktív hatása	depresszáns**
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	feldobottság, relaxáltság, jókedv, kellemes testérzetek, a vizuális, a hallási és a látási érzékek élénkülése, a gondolkodás, a logikai funkciók sérülése, megváltozása, szájszárazság, éhségérzet növekedése, jelentősen csökkent reflexek
nagyobb dózisban	hallucinációk, pánikroham, kellemetlen közérzet, a mentális funkciók lassulása, hányinger
Veszélyességi foka 100-as skálán*	20
Heroin	
Gyógyászati alkalmazása	fájdalomcsillapítás (diamorfinként)
Pszichoaktív hatása	depresszáns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	kellemes közérzet, relaxáltság, eufória, a szorongás csökkenése, túlzott önértékelés, bágyadság, csökkent reakciókészség, csökkent fájdalomérzet, pupillaszűkülés, csökkent vagy megszűnt szexuális vágy, az emésztőrendszer működésének lassulása
nagyobb dózisban	rosszullét, álmoság, légzési elégtelenség, keringési elégtelenség, általános görcsös állapot
Veszélyességi foka 100-as skálán*	55
Ketamin	
Gyógyászati alkalmazása	érzéstelenítés, fájdalomcsillapítás
Pszichoaktív hatása	hallucinogén
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	könnyedség, szédülés, eufória, véletlenszerű gondolatfutamok, különleges és zavaros ötletek, irreális vizuális és hanghatások
nagyobb dózisban	a mozgáskoordináció és a személyazonosság elvesztése, az elme és a test elválásának érzete, skizofrén gondolatok, hányinger, fokozott balesetveszély
Veszélyességi foka 100-as skálán*	15

(A táblázat folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás.)

Jellemzési szempont	Jellemző
Kodein	
Gyógyászati alkalmazása	köhögéscsillapítás
Pszichoaktív hatása	depresszáns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	
nagyobb dózisban	lásd a heroinnál
Veszélyességi foka 100-as skálán*	–
Kokain	
Gyógyászati alkalmazása	érzéstelenítés (nagyon ritkán)
Pszichoaktív hatása	stimuláns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	
nagyobb dózisban	lásd az amfetaminnál
Veszélyességi foka 100-as skálán*	27 54 (crack)***
MDMA	
Gyógyászati alkalmazása	–
Pszichoaktív hatása	stimuláns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	kellemes közérzet, eufória, beszédesség, nyitottság, barátságosság, empátia, fokozott önbizalom, az éberség és az érzékelés fokozódása, pupillatágulás, látászavarok, étvágycsökkenés, fokozott folyadékvesztés, szájszárazság, fogcsikorgatás, erős szívdobogás, nyugtalanság, ülésképtelenség, figyelem- és memóriazavarok
nagyobb dózisban	fokozott nyugtalanság, pánikroham, szorongás, az idegrendszer fokozott izgalmá, fokozott vérnyomás-emelkedés, erős szívdobogás, fokozott folyadékvesztés, remegés, pupillatágulás
Veszélyességi foka 100-as skálán*	9

(A táblázat folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás.)

Jellemzési szempont	Jellemző
Mefedron	
Gyógyászati alkalmazása	–
Pszichoaktív hatása	stimuláns
Akut hatásai	
alacsony vagy átlagos dózisban	kellemes hangulat, eufória, gondtalanság, beszédesség, másokhoz való közelség érzése, fokozott empátia, megnövekedett önbizalom, kiélesedett percepció, fokozott energikusság, étvágytalanság, remegés, szájszárazság, álmatlanság, magas vérnyomás, izzadás
nagyobb dózisban	szorongás, paranoia, depresszió, hőemelkedés, fokozott vérnyomás-emelkedés, erős szívdobogás, fokozott folyadékvesztés, légzési nehézségek
Veszélyességi foka 100-as skálán*	13

* *Nutt–King–Phillips* [2010] a fogyasztók és a társadalom számára okozott károk figyelembevételével, tizenhat kritérium (a függőségi potenciál, a szerspecifikus halandóság, a kedvezőtlen gazdasági hatás stb.) alapján húsz pszichoaktív szer besorolását végezte el. Az első helyre 72 ponttal az alkohol került. ** *Demetrovics* ([2007b] 52. old.) a hallucinogének közé osztja be. *** A crack a kokain szabad bázisú, égetés után szívható, igen addiktív változata.

Forrás: Saját szerkesztés *Demetrovics* [2007b] 51–66. old., a *Drugscience.org.uk* (<http://www.drugscience.org.uk/>), *Kapitány-Fővény–Urbán–Demetrovics* [2014] 177–182. old., *Nutt–King–Phillips* [2010] 1563. old. és *Ujváry–Demetrovics* [2009] 106–116., 118–128. old. alapján.

3.1. Európa

Ort et al. [2014] beszámolójából kitűnik, hogy 2011 és 2013 között Amszterdamban, Antwerpenben, Londonban és Zürichben fogyott a legtöbb, naponta és 1000 főre átlagosan 400–850 mg kokain. Egy-egy kiugró (200 és 550 mg közötti) értéket kimutattak Barcelonában, Bazelben, Genfben, Utrechtben és Eindhovenben is. A legalacsonyabb, 100 mg alatti napi adatok észak-, kelet- és dél-európai városokból származtak. (Ez a differencia Németországon belül is jól érzékelhető: a keleti Drezdában elhanyagolható, a nyugati Dortmundban a belga és a holland városokéval vetekedő fogyasztási adatokat mértek.) A belga, a cseh, a német, a svájci, a svéd, a szerb és a szlovák vizsgálatok egyaránt megerősítették azt a hipotézist, hogy a koka-inhasználat inkább a nagyvárosokra jellemző, mint a kisebbekre. Az amfetamin esetében Belgium, Hollandia, Észak-Európa és Nyugat-Németország, a metamfetaminéban Csehország, Szlovákia, Kelet-Németország és Észak-Európa produkált számottevő értékeket az említett időszakban. Nyugat és kelet eltérő fogyasztási szokásai tehát ezúttal is tetten érhetőek voltak, a városnagyság ugyanakkor

nem befolyásolta az eredményeket. Az MDMA-használat mintázata alapvetően a kokainét követte mind a kelet-nyugat, mind a kisváros-nagyváros viszonylatban. Egyedül a cannabisfogyasztás terén nem mutatkoztak regionális különbségek (sem európai, sem országos szinten): a vajdasági Újvidéken 2013-ban mért maximális 348 mg/nap/1000 fő érték felveszi a versenyt Amszterdam adataival.

Az EMCDDA ([2016c] 2–3. old.) már többször hivatkozott kutatási jelentése és interaktív adatbázisa szerint 2015-ben is Nyugat-Európában (Nagy-Britanniában, Belgiumban és Hollandiában) voltak a kontinens kokainfővárosai. Észak- és Dél-Európában is kitűnt egy-egy város, míg Kelet-Európában elhanyagolható jelentőségű maradt a kokain fogyasztása. 2016-ban az egészen kimagasló értéket produkáló Antwerpen és London mögött már Zürich és Barcelona is megjelent az „élmezőnyben”. Az amfetamin főként Belgiumban és Németországban, valamint az északi államokban hódít, a metamfetamin Norvégiában, Csehországban, Szlovákiában és – egyetlen német városként – a cseh határhoz közel fekvő Drezdában. Minden más helyszínen jelentéktelen mennyiséget észleltek. Az MDMA-koncentráció Belgium és Hollandia városain kívül mindenhol viszonylag alacsony szinten maradt. Az egyes országokon belüli különbségeket illetően továbbra is megállapítható, hogy a kokain és az MDMA 1000 főre jutó mennyisége nagyobb a nagy-, mint a kisvárosokban. (Az amfetaminról és a metamfetaminról ugyanez nem mondható el.) A hét napjai során szintén ez a minta érvényesül: a kokain és az MDMA koncentrációja hétfévégén (péntektől hétfőig) kiugró, míg az amfetaminé és a metamfetaminé egyenletes eloszlást mutat.

Tekintettel arra, hogy 2011 óta tucatnyi város vett részt legalább öt adatfelvételben, ezek esetében már trendvizsgálat is folytatható. A kokainhasználatban nem mutatkoznak nagy hullámzások: 2011 és 2016 között a legtöbb városban enyhén csökkent vagy stagnált a fogyasztás, számottevő növekedés csak Brüsszelben, Antwerpenben, Londonban és Barcelonában volt tapasztalható. Az MDMA piacán hagyományosan a holland és a belga városok állnak az élen. Itt Oslo előretörése nevezhető számottevőnek: a norvég főváros 94,8 mg/nap/1000 fő értéke alig marad el Antwerpenétől.

Az új pszichoaktív szerek használatának hasonlóan átfogó kutatása egyelőre várat magára. Egy 2014 és 2015 közötti teszt sorozat keretében Firenze, Bologna, Torino, Perugia, Milánó, Oslo, Santiago de Compostela és egy meg nem nevezett brit város szennyvizében keresték tizenhét szintetikus katinon nyomait. „Partidrogokról” lévén szó, a mintavétel során a brit város kivételével csak a hétfégi napokra, Milánó esetében pedig mindkét évben az őszi divathétre helyezték a hangsúlyt. A helyszíneken összesen hét vegyület, a mefedron, a metkatinon, az N,N-dimetilkatinon, a 4-FMC (4-fluor-metkatinon), a 4-metiletkatinon, az etilon és a MDPV (metiléndioxi-pirovaleron) jelenlétét tudták kimutatni. Az 1000 főre normalizált napi átlagos katinonfogyasztás (35 mg) a brit városban bizonyult messze a legmagasabbnak. Ott a

2010 óta tiltott mepredon 27, az etilon 5 és a 4-FMC 2 mg-os átlaga méltó említésre. Az olasz városok és Santiago de Compostela 4-4,5 mg-os összesített napi átlaga meglehetősen eltérő fogyasztási mintázatot sejtet, ahogy az a tény is, hogy Oslo szennyvizében egyik szert sem találtak meg (*González-Mariño et al.* [2016]).

4. táblázat

A kokain és a metamfetamin napi átlagfogyasztása
a tíz legnagyobb prevalenciájú európai városban, 2016 (mg/nap/1000 fő)

Kokain			Metamfetamin		
Város	Ország	Átlag-fogyasztás	Város	Ország	Átlag-fogyasztás
Antwerpen	Belgium	914,8	Pozsony	Szlovákia	671,8
London	Egyesült Királyság	894,9	Pöstyén	Szlovákia	310,2
Zürich	Svájc	722,5	České Budějovice	Csehország	261,9
Barcelona	Spanyolország	699,1	Drezda	Németország	136,7
Molina de Segura	Spanyolország	509,9	Espoo	Finnország	89,5
Eindhoven	Hollandia	497,9	Helsinki	Finnország	83,4
Genf	Svájc	484,7	Jyväskylä	Finnország	63,7
St. Gallen	Svájc	450,3	Oslo	Norvégia	58,3
Bázel	Svájc	435,2	Kuopio	Finnország	32,8
Dortmund	Németország	420,7	Turku	Finnország	27,0

Megjegyzés. A különböző országokban végrehajtott szennyvízvizsgálatok eredményeinek egyelőre nincs közös adatbázisuk. A leghasználhatóbb gyűjtőfelület a *UNODC* ([2016] Annex XXVII–XXIII.) éves jelentése, amely a 2011 és 2014 közötti adatokat foglalja táblázatba. Az EMCDDA adatbázisa alapvetően a SCORE-projektek adatanyagát tartalmazza, más európai szennyvízvizsgálatokét csak esetlegesen. A kutatásba bevont városok száma országonként eltérő, ami a tényleges „helyezések” szempontjából további torzításokat okoz. Az érintett országok köre ugyanakkor híven tükrözi a kétféle drog fogyasztásának kontinensen belüli térbeli különbségeit.

Forrás: Saját szerkesztés az EMCDDA adatbázisa (<http://www.emcdda.europa.eu/topics/pods/waste-water-analysis#panel2>) alapján.

Az európai nagy kép felvázolása után vizsgáljuk meg most tüzetesen a kontinens néhány országának droghasználati mutatóit!

A szennyvízelemzés „őshazájában”, Olaszországban 2010-ből és 2014-ből hét nagyváros (Bologna, Firenze, Milánó, Nápoly, Palermo, Róma és Torino), a 2011 és 2013 közötti időszakból a felsoroltak mellett további tíz közepes méretű és kisváros (Bari, Cagliari, Perugia, Pescara és Verona, illetve Gorizia, Merano, Nuoro, Potenza és Terni) kokain-, heroin-, cannabis-, metamfetamin- és MDMA-fogyasztási adatai állnak rendelkezésre. A 2011–2012-es kutatások szerint a nagyvárosok összesített,

1000 főre normalizált átlagfogyasztása a heroin kivételével mindegyik szer esetében megelőzte a közepesekét és a kisebbekét. Miközben 2013-ban mind a cannabis-, mind az MDMA-használati mutatók nőttek az előző évihez képest, az előbbi prevalenciája a közepes méretű városokban, az utóbbié a kisvárosokban haladta meg a nagyvárosi átlagot. A heroinfogyasztás terén a kisvárosok mindhárom évben az élen jártak; 2013-as, 100 százalék tiszta droggal számolva 120 mg/nap/1000 fő körüli középértékük a nagy- és a közepes méretű városok átlagánál egyaránt kétszer nagyobbak bizonyult. A földrajzi elhelyezkedés alapján még tagoltabb képet rajzolhatunk. A kokain prevalenciája Közép-Olaszországban, a metamfetaminé és az MDMA-é északon (de 2011–2012-ben a közép-olaszországihoz igen közeli értékkel), a heroiné 2011–2012-ben Közép-, 2013-ban Észak-Olaszországban, a cannabisé mindhárom évben máshol volt a legnagyobb. (Megjegyzendő, hogy a déli Nápoly 2011-es, több mint 700 mg/nap/1000 fős tiszta kokainfogyasztási mutatója kevéssel felülmúlta a közép-olaszországi átlagot, és majdnem elérte Rómáét is.) A kokain és az ecstasy használata hétvégenként tetőzött, a másik három szeré egyenletesen oszlott meg a hét napjai között (Zuccato et al. [2016]).

Németország, Svájc és Liechtenstein vonatkozásában nemrégiben *Frederic Béen et al.* [2016] publikált igényes, többféle adatforrást összehasonlító elemzést. A benzoilekgonin koncentrációjából visszakövetkeztethető kokainfogyasztás a német városok közül Dortmundban (243,3 mg/nap/1000 fő) és Berlinben (200 mg/nap/1000 fő), a svájciak közül Zürichben (598 mg/nap/1000 fő), Bázelen (453,4 mg/nap/1000 fő) és Genfben (447,6 mg/nap/1000 fő) a legelterjedtebb. (A bűnüldözési statisztikák szerint Münchennek „előkelőbb” helyen kellene szerepelnie a kokainpiacon, de a fogyasztási adatok ezt nem támasztják alá.) Valamivel homogénebb képet mutat a cannabis prevalenciája. Ez Németországban szintén Dortmundban és Berlinben a legnagyobb, ahol a máshol szokásos érték dupláját mérték (74,5 és 58,9 mg/nap/1000 fő a 30-cal szemben). Svájcban a luganói 59 és a neuchâteli 125 mg/nap/1000 fő közötti szórást mutattak ki. Az MDMA-használatban Berlin megelőzi Münchent, Dortmundot és Dülment (29,5, 18, 10,7 és 9,5 mg/nap/1000 fő), míg Svájcban Zürichben fegyvenként a legtöbb ecstasy (55,4 mg/nap/1000 fő). Az amfetaminfogyasztás terén 67,6 és 138,3 mg/nap/1000 fő közötti értékekkel szintén Berlin, Dortmund és Dülmen dominanciája látható Németországban. Svájc északi és keleti felében 8,9 és 25,6 mg/nap/1000 fő közötti, déli és nyugati országrészében 10,5 mg-os használatai átlag mutatható ki. A metamfetamin Drezdában (133 mg/nap/1000 fő) és Neuchâtelben (33,4 mg/nap/1000 fő) a legkedveltebb a német, illetve a svájci városok körében. A heroin 6-MAM nevű metabolitját csak a svájci mintákban elemezték. Zürichben, Winterthurban és St. Gallenben ezer főre számítva napi 17,7, 13,5, illetve 12,1 mg fogy. A százezresnél népesebb városok átlaga 6,7 és 10,9, a kisebbeké (Biel kivételével) 1,9 és 2,7 mg/nap/1000 fő között mozog. (A liechtensteini Bendern falu szennyvíztisztítójának adatai alapján abban a körzetben valamennyi drogfajtából

jelentéktelen mennyiséget fogyasztanak; heroinnyomokat egyáltalán nem találtak.) Mivel a svájci kutatás a lakosság 27 százalékának mintáit feleltette, két, az összes helyszínen előforduló szer, a kokain és az MDMA esetében a szakemberek kísérletet tettek a napi országos fogyasztási mennyiség meghatározására is. Számításaik szerint ez 8,8 kg tiszta kokaint és 0,347 kg tiszta MDMA-t jelent.

Finnország tíz városában – a legdélebben fekvő Helsinkitől a lappföldi Rovaniemiig – 2012-ben indították meg a szennyvízelemzéseket, majd 2014-ben folytatták, immár tizennégy településen. (2015-ben csak a négy legnagyobb városban végeztek vizsgálatokat.) Az ily módon látókörbe került területen él az ország népességének 45 százaléka, ami egyedülálló elemzési lehetőséget jelent a finn kutatók számára. A minták begyűjtését mindkét kampány évében egy-egy tavaszi, illetve őszi héten végezték. Az eredményeket itt is egybevetették egyéb forrásokkal: a kábítószeres befolyásoltság alatt történt járművezetések számával, a rendőrség és az adóhatóság által elkobzott kábítószeres statisztikájával, valamint a fogyasztási szokásokról készített mintavételes felvételek adataival. A vizsgálatok alapján a folyamatosan bővülő finn drogpiacon legfontosabb szereplője az amfetamin, amelynek prevalenciája az ország minden szegletében emelkedő tendenciát mutat. Ezt messze leszakadva az MDMA, majd a – csupán amfetaminpótlékként használt, stagnáló népszerűségű – metamfetamin és az egészen csekély jelentőségű kokain követi. (A heroinhasználat Finnországban elenyésző, a cannabis fogyasztásáról pedig nincs adat, mert mérésére a szennyvízelemzést nem tartják alkalmasnak.) Noha a kábítószer-kereskedelemnek kiépült a Svédország felől érkező északi útja is, a legnagyobb elosztóknak a déli-délnyugati kikötővárosok számítanak. Ettől aligha függetlenül a finn droghasználati mutatók nagyságát elsősorban a földrajzi elhelyezkedés, nem pedig a lakosságszám befolyásolja: az összesített szerhasználatot tekintve Helsinki a maga 620 mg/nap/1000 fő körüli mutatójával csak harmadik a sorban két kisváros, Lahti (több mint 800 mg/nap/1000 fő) és Kotka (közel 700 mg/nap/1000 fő) mögött. A mindkét kutatásban részt vett tíz városban a 2012-es 200 kg-ról 2014-ig több mint 300 kg-ra emelkedett az összes elfogyasztott kábítószer mennyisége (*Kankaanpää et al.* [2016]).

A lengyel szintetikus drogpiacon az adminisztratív adatforrások alapján a helyben előállított amfetamin uralja, de az elmúlt évek hatósági lefoglalásai bizonyították, hogy immár a metamfetaminnal is számolni kell. Ezt a képet megerősítette az első regionális szennyvízvizsgálat, amelyre 2013–2014-ben, a Nagy-lengyelországi vajdaság kilenc városában (köztük a több mint félmillió lakosságú Poznańban) került sor. A begyűjtött mintákban az amfetamin 153 és 1222 ng/l közötti koncentrációban fordult elő, ami számos európai ország (Spanyolország, Franciaország, Svájc és Horvátország) átlagát meghaladja. A magas értékek azonban feltehetőleg nemcsak az emberi szervezetből kiürült, hanem a lengyel droglaborokból közvetlenül a szennyvízbe került kábítószer-maradványoknak is köszönhetők. A második legnagyobb

menyiségben a kokain metabolitját, a benzoilekgonint detektálták, a kapott 8,44 mg/nap/1000 fős fogyasztási átlagérték azonban csak a tizede az európainak. Az MDMA és a metamfetamin szintén kimutatható, de alacsony koncentrációban volt megtalálható a mintákban. A nagy-lengyelországi fogyasztási minták tehát általában illeszkednek az európaiakhoz, hiszen ahol magas az amfetamin prevalenciája, ott elhanyagolható a metamfetaminé (és fordítva), a kokain pedig északon és keleten jóval kevésbé népszerű, mint nyugaton és délen. Egyedül az MDMA csekély használata tér el a megszokott trendektől (*Klupczynska et al.* [2016]). A 2012-es krakkói szennyvízvizsgálat a Lengyelországban 2008 után meghonosodott új pszichoaktív szerek, a mefedron és a 4-MEC (4-metiletaninon) növekvő népszerűségére hívta fel a figyelmet (*Styszko–Dudarska–Zuba* [2016]).

A 2014 márciusa és novembere között Csehország és Szlovákia összesen tizenhét településén végrehajtott kutatás során huszonhatféle szer (tiltott drog, fájdalomcsillapító és gyógyhatású készítmény) előfordulását tesztelték a szennyvízben. (Megjegyzendő, hogy az adatfelvétel csak három cseh városra terjedt ki, amelyek között Prága nem szerepelt.) Mindkét ország az amfetaminszármazékok piacának jelentős szereplője; becslések szerint Csehország több száz illegális „metlaborjában” évente hattonnányi metamfetamint állítanak elő. A kórházi kezelésszámok és a hatósági adatok ismeretében az eredmények nem okoztak meglepetést: Dunaszerdahelyé a napi fogyasztási csúcserték (518 mg/1000 fő) és az összes mintavételen alapuló legnagyobb fogyasztási átlagérték (479 mg/nap/1000 fő) is. Nagyszombatban 354, Szereden 211, Pozsonyban 185, Pöstyénben 160 mg/nap/1000 fős átlagot számoltak. Az amfetamin prevalenciája a korábban említett „szabálynak” megfelelően alacsony, de a legmagasabb mért értékek (57, illetve 29 mg/nap/1000 fő) ismét Dunaszerdahelyhez és Nagyszombathoz kötődnek. Az MDMA-használat mértéke különösen hétvégéken, a diszkókban és a zenei rendezvényeken nő meg. A városi minták több mint felében szinte észlelhetetlen maradt; a legnagyobb fogyasztási adatot (9,7 mg/nap/1000 fő) Nagyszombat produkálta, ahol különösen magas a 24–34 éves korosztály létszáma. Az amfetaminokhoz képest igen drága kokain metabolitjának koncentrációja egyedül a leggazdagabb szlovák régióban fekvő Pozsonyligetfalu szennyvizében haladta meg a mérhető szintet. A sokkal olcsóbb cannabis nagy népszerűségnek örvend a fiatal korosztályok körében. Pöstyénben 80, Pozsonyban 45 mg/nap/1000 fő fogy átlagosan, ami a közép-európai nagyvárosok viszonylatában semmilyen irányban nem minősül kiugrónak (*Mackulák et al.* [2016]).

A horvát kutatások fokozott érdeklődésre tarthatnak számot, hiszen az ország a kábítószer-csempészet hírhedt balkáni útvonalán fekszik, amelynek forgalma igen gyorsan feléledt a délszláv háború elültével. Egy 2011-es országos adatfelvétel megállapította, hogy a 0,4 százalékos élettartam-prevalenciájú heroinon kívül az összes szer használatának mértéke elmarad az európai átlagtól. (Ezt a képet erősítette meg a

2009-es zágrábi szennyvízelemzés is, amely több európai városénál jelentősebb arányú heroinfogyasztást mutatott ki.) A 2013. évi országos szennyvízvizsgálat Belovár, Károlyváros (Karlovac), Varasd, Vinkovce, Zágráb és Zára droghasználati mutatóit volt hivatott felmérni. A kutatásba a kokain, a heroin, az amfetaminszármazékok és a cannabis mellett a gyógyhatású készítményekben is előforduló kodeint és metadont is bevonták. A mérések alapján a legnagyobb mennyiségben fogyó anyag a kodein (Belovárban 120, Károlyvárosban és Zágrábban több mint 90 mg/nap/1000 fő), majd a kokain (Zágrábban 72 mg/nap/1000 fő), a metadon és a cannabis (Zágrábban 60, illetve 59 mg/nap/1000 fő), az amfetamin (ugyancsak Zágrábban 13 mg/nap/1000 fő), az MDMA (Zágrábban és Vinkovcében 8,3 mg/nap/1000 fő), végül a heroin (Zágrábban 1,2 mg/nap/1000 fő) következik. Mindezeket fejenkénti adagokra átszámítva azt kapjuk, hogy 10–70 dózis/nap/1000 fővel a cannabis, 0,2–10,1 dózis/nap/1000 fővel a heroin és 0,2–8,7 dózis/nap/1000 fővel a kokain tekinthető a legnépszerűbb szernek. A heroinhasználatban ugyanakkor számottevő területi különbségek mutatkoznak: míg Zágrábban és Zarában 10,1, illetve 6,2 dózissal számolhatunk naponta és 1000 főre vetítve, a másik négy város értékei nem kúsznak 0,4 fölé. (Ha csak a hivatalos forrásból ismert, tehát gyógykezelés alatt álló vagy rehabilitációs programban részt vevő kábítószer-fogyasztók számát tekintjük, Zágráb és Zára sorrendje megfordul: az előbbiben 3, az utóbbiban majdnem 5 az 1000 lakosra jutó regisztrált drogfüggők száma.) A kokain, az amfetamin és az MDMA fogyasztási értékei csak Zágrábban szöktek fel hétvégéken a többi naphoz képest; meglepetésre a másik öt város adatait nem befolyásolta ez a tényező. A nyári főszezon droghasználatra gyakorolt hatása a turistákkal teli, tengerparti Zarában az MDMA-fogyasztás növekedésében, illetve itt és Zágrábban is a cannabisélvezet visszaszorulásában nyilvánult meg (*Krizman et al.* [2016]).

A görög szennyvízvizsgálatok kezdete egybeesik az ország gazdaságának világválság után bekövetkezett összeroskadásával. 2010-ben a kormány az Európai Unió segítségét kérte pénzügyi nehézségei leküzdéséhez, majd bevezette az első megszorító csomagot, radikálisan visszavágva az állami szektort és a közkiadásokat (köztük az egészségügyi és a szociális hozzájárulásokat). A 2008-ban a teljes népesség körében még csak 7,6 százalékos munkanélküliség 2012-ig 24,3 százalékra szaladt fel, az egy főre jutó GDP közel 28 százalékot zuhant, és 20 ezren veszítették el otthonukat (*Rachiotis et al.* [2015] 1–3. old.). A 2014-ig lefolytatott öt mintavételi kampány tékje tehát az volt, hogy sikerül-e kapcsolatot találni a hirtelen és általános elszegényedés, valamint a szerhasználati trendek alakulása között. A kutatássorozat folyamán 148 gyógykészítmény és illegális drog metabolitjainak előfordulását vizsgálták az Athén és környékének 3,7 millió lakosát (a görögországi népesség több mint egyharmadát) kiszolgáló szennyvíztisztító (a maga nemében a világ egyik legnagyobb kapacitású létesítménye) mintáiban. A mérések alapján négy év alatt harmincötzörösére emelkedett a felhasznált antipszichotikumok, tizenkilencszeresére a

benzodiazepinek (pszichoaktív vegyületek), tizenegyszeresére az antidepresszánsok, az egyéb gyógyszerek közül pedig tizenháromszorosára a vérnyomáscsökkentők és kétszeresére az antiepileptikumok mennyisége. Az illegális szerek prevalenciájára összességében kisebb mértékben, de szembetűnően hatottak a megszorítások. A kokainfogyasztás évekig a 2010-es heti 3,3 kg körül ingadozott, és csak 2014-ben érte el a 4,8 kg-ot. Ugyanebben az időszakban a felhasznált heroin mennyisége 6,2 kg-ról 9,2-re nőtt. Metadonból hétszer, MDMA-ból ötször, kodeinből és metamfetaminből kétszer annyi fogyott 2014-ben, mint 2010-ben. A metamfetamin prevalenciájának növekedése a szíza (σίσα) nevű olcsó, adagonként pár euróért kapható, az emberi szervezetre akár néhány hónapos intenzív használattal is pusztító hatást gyakorló pótszer utcai térnyerésének számlájára írható. Az amfetaminabúzus egyidejűleg a felére csökkent (Thomaidis et al. [2016]).¹²

A Kis-Ázsia nyugati partjához közel fekvő Lesbosz szigetének fővárosában, Mitilíniben, valamint két falujában és egyik egyetemi campusán 2015 februárjában-márciusában (tehát a turistaszezonon kívül) végeztek szennyvízméréseket, huszonnégy illegális szer és alkohol nyomai után kutatva. A drogok közül csak a kokain, az MDMA és a cannabis metabolitjai kerültek elő kimutatható mennyiségben. A kokain átlagos napi fogyasztási értéke Mitilíniben 9,5 mg/1000 fő (33 mg-os maximummal), ami messze elmarad Athén 2013-as 213 mg/1000 fős átlagától. Az MDMA használatában nem mutatkozott ekkora differencia: Mitilíni 1,2 mg/1000 fős napi átlaga és az athéni 3 mg/1000 fő között nincs nagyságrendi különbség. Cannabisból az összes helyszín átlagában naponta 1,5 g/1000 fő fogyott (3,4 g/1000 fő maximummal), de ezt az adatot árnyalja, hogy a campusról csak hétköznap, munkaidőben vettek mintát. A többihez képest ez tekinthető a legelterjedtebb szernek, amit alátámaszt a cannabis hivatalos jelentés szerinti 8,9 százalékos élettartam-prevalenciája is (Gatidou et al. [2016]).

3.2. Észak- és Dél-Amerika

Az Egyesült Államokban 2008-ban hajtották végre az első, mai értelemben vett szennyvízteszteket. Egy évvel később Oregon állam 96 településén vizsgálták meg a kokain-, a metamfetamin- és az MDMA-használatot. Míg a benzoilekgonin koncentrációja szignifikánsan magasabb volt a városokban, mint vidéken, ahol sokszor el sem érte az észlelési szintet, a metamfetamint mindenhol kimutatták. MDMA-t csak

¹² A görög tragédia másik tünete az öngyilkosságok riasztóan növekedő aránya. A telefonos adatfelvételek már 2011 tavaszán az öngyilkossági hajlandóság és a sikertelen öngyilkossági kísérletek számának emelkedéséről tanúskodtak. Míg 2007-ben 100 ezer főre 2,93 befejezett öngyilkosság jutott, 2012-ben már 4,56. A 20–59 éves dolgozó férfiak 2003 és 2010 közötti 6,58/100 ezer fős évi átlagos öngyilkossági rátája 2011–2012-re 8,81-ig futott fel (Economou et al. [2011], Rachiotis et al. [2015], Stuckler et al. [2011]).

a települések kevesebb mint felében fogyasztottak. (Ez a kutatás tehát megerősítette a jól ismert epidemiológiai mintákat.) A 2013 júliusában, New York állam fővárosa, Albany körzetében folytatott kutatás során a más amerikai államokban mért kokainkoncentráció négyszeresét, az európai átlagértéknek pedig a dupláját (2315 mg/nap/1000 fő) jegyezték fel. Az amfetamin mennyisége (244 mg/nap/1000 fő) az amerikai és az európai átlag közel háromszorosát, az MDMA-é (52 mg/nap/1000 fő) több mint négyszeresét tette ki. Ezzel szemben a metamfetamin fogyasztása messze elmaradt mind az amerikai, mind az európai átlagtól.

A Kanada városaiban végzett vizsgálatok alapján a legnépszerűbb drog a kokain. A fogyasztási minták általában az európaiakat követik, egyetlen kivétellel: az Egyesült Államokhoz hasonlóan itt is elterjedt az egyébként érzéstelenítőszerként funkcionáló ketamin illegális használata (*Castiglioni–Vandam* [2016] 48–50. old.).

Kolumbiában először 2015-ben végeztek szennyvízelemzést. Az ország két legnagyobb városában, Bogotában és Medellínben hét egymást követő napon összesen tizennégy mintát vettek. Annak fényében, hogy Kolumbia a világ egyik legnagyobb kokaintermelője,¹³ nem meglepő, hogy mindkét helyen a benzoilekgonint mutatták ki a legnagyobb mennyiségben: 1000 ng/l-t a fővárosban, 4000-et Medellínben. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a népességszámra vetített heti fogyasztási átlagérték 3022 mg/nap/1000 fő, amely messze meghaladja az európai városokét. (Amszterdamban és Antwerpenben 2000 mg/1000 főre becsülik a napi átlagfogyasztást.) A bogotái 742 mg/nap/1000 fő olyan európai városokkal mutat hasonlóságot, mint Brüsszel, Milánó, Párizs, Castellón és Santiago de Compostela, de elmarad Barcelonától és Londontól. A cannabisra utaló THC-COOH koncentrációja 200 ng/l, népességszám szerint normalizált fogyasztási értéke 33 mg/nap/1000 fő volt Bogotában, míg 300 ng/l, illetve 47 mg/nap/1000 fő Medellínben. Ez körülbelül megegyezik a pozsonyi, a milánói, a szarajevói és a zágrábi adatokkal, de nem éri el az antwerpenit, a barcelonait és az eindhovenit. Az MDMA valamennyi fővárosi mintában előfordult, 12 és 68 ng/l közötti koncentrációban, de a másik városban csak három alkalommal és elenyésző mennyiségben. A bogotái 1,5 és 4,4 mg/nap/1000 fő között szóródó fogyasztási mutató a kifejezetten alacsonyak közé tartozik. A ketamin az összes mintában jelen volt, de egyszer sem ért el 32 ng/l-nél magasabb értéket. Amfetamint és metamfetamint egyáltalán nem találtak. A 6-MAM hiánya a heroin csekély prevalenciáját valószínűsíti ugyan, de ez a következtetés a metabolit instabilitása miatt fenntartásokkal kezelendő (*Bijlsma et al.* [2016]).

¹³ Az ország kokaiültvényei 2014-ben 69 ezer hektáron nyúltak el (ez egyébként a világ akkori kokainövény-termőterületének 52 százalékát tette ki), ami az előző évihez képest 44 százalékos növekedést jelentett. 2015-ben – újabb 39 százalékos emelkedéssel – 96 ezer hektárra ugrott a termőterület nagysága. A kokacserje terjeszkedése 1999–2000-ben tetőzött, amikor több mint 150 ezer hektáron termesztették (*UNODC* [2016] 35–36. old., *UNODC–Gobierno de Colombia* [2016] 11. old.).

3.3. Ázsia

Ázsiában először Tajvan fővárosában, Tajpejben kísérleteztek a szennyvízelemzéssel. A mintákból morfint, kodeint, metamfetamint és ketamint mutattak ki számottevő dózisban. 2011 áprilisában Hongkongban zajlott le egy kilencnapos próbadatfelvétel, amelynek során kokain-, ketamin-, metamfetamin- és MDMA-nyomokat kerestek egy 3,5 millió lakost kiszolgáló szennyvíztisztító vízében. Az eredmények sajátos szerhasználati szokásokról tanúskodnak: a 270 és 300 mg/nap/1000 fő közötti értékeket jelző ketamint 60–70 mg-mal követte a metamfetamin és 50–60 mg-mal a kokain, míg az MDMA-t nem lehetett kimutatni.

Az 1,4 milliárd lakosú Kínában 2008 és 2013 között több mint kétszeresére, 2,5 millió före, majd 2014-ig újabb 20 százalékos emelkedéssel 3 millió före nőtt a regisztrált kábítószer-használók száma. S míg 2004-ben még csak 1,7 százaléka élt valamilyen amfetaminszármazékkal, 2014-ben egyedül a metamfetaminhasználók aránya elérte körükben a 40,3 százalékot. Mindeközben 2011-től 2014-ig megduplázódott (28,8 tonnáról 52,3-ra) a rendőrség által lefoglalt drogok mennyisége. Ezek 80 százalékát a metamfetamin és a ketamin tette ki. Utóbbiról érdemes tudni, hogy a UNODC nomenklatúrája szerint az új pszichoaktív szerek közé tartozik ugyan, ám széles körű kínai elterjedtsége miatt itt korántsem minősül „újnak” (*Du et al.* [2015] 76. old., *Gao et al.* [2017] 964. old., *Pei et al.* [2016] 1. old.). Mivel az ország nagyobb népsűrűségű területeinek túlnyomó részén már kiépült a csatornahálózat, a becslések szerint naponta keletkező 280 milliárd liternyi kommunális szennyvíz többsége eljut a több mint 3000 belföldi tisztító valamelyikébe. A szennyvízelemzésben rejtlő potenciált erősíti az is, hogy Kínában kétszáz, folyadékkromatográfiai-tömegspektrometriai vizsgálatok elvégzésére alkalmas eszközökkel felszerelt laboratórium található (*Gao et al.* [2015] 76–77. old.).

2012. szeptemberben-októberben a kontinentális Kína négy megavárosában, Pekingben, Kantonban, Sencsenben és Sanghajban hajtottak végre egy 11,4 millió főről adatot gyűjtő szennyvízfelmérést. Ennek alapján a helybeliek nem élnek cannabisszal, heroinnal és olyan új pszichoaktív szerekkel, mint a mepredon és az MDPV. Az MDMA és a kokain fogyasztása elenyészőnek mondható (Pekingben és Sanghaj egyes részein egyáltalán nem bukkantak az utóbbi nyomára), a ketaminé (230 mg/nap/1000 fős mediánértékkel), a metamfetaminé (109 mg/nap/1000 fővel) és az amfetaminé (42 mg/nap/1000 fővel) annál jelentősebbnek. Az elfogyasztott mennyiségek alapján érdekes földrajzi mintázat rajzolódik ki: a délen (Sencsenben és Kantonban) mért értékek konvergálnak a hongkongiakhoz, és jóval magasabbak, mint az északiak (azaz a pekingiek és a sanghajiak). A kutatás eredményei általánosságban megegyeztek a UNODC 2013-ban publikált jelentésében foglaltakkal (*Castiglioni-Vandam* [2016] 51. old.). 2014 júliusától októberig tizennyolc központi jelentőségű (tartományi székhelyként szolgáló, altartományi, illetve prefektúraszintű) város ösz-

szesen harminchat szennyvíztisztítójának mintáit vizsgálták meg ketamin- és metamfetaminnyomokat keresve. (A városok az ország mind a nyolc földrajzi régióját reprezentálták.) Míg a ketamint egyértelműen elterjedtebbnek találták Dél-Kínában, mint északon, a metamfetamin fogyasztásában nem észleltek karakteres regionális eltéréseket. Az összehasonlítás céljából rendelkezésre álló pekingi, sanghaji és sencseni adatok alapján megállapították, hogy 2012 és 2014 között szignifikánsan nőtt a metamfetamin prevalenciája (*Du et al.* [2015]). 2014 augusztusában és szeptemberében, majd 2015 májusa és szeptembere között ismét tizenhármas szerepkört betöltő, de az előzőktől javarészt különböző nagyvárosban keresték öt új pszichoaktív szer maradványait a szennyvízben. Három (köztük a korábban említett mefedron) valamennyi mintában kimutathatatlan volt. Az MDPV csak nagyon kis mennyiségben fordult elő a mérési pontok egyharmadában. A – 2009 januárja óta Magyarországon betiltott – BZP (benzilpiperazin) nevű stimuláns nyomait valamennyi mintában megtalálták ugyan, de ez a Kínában legálisan kapható szerekből is származhat (*Gao et al.* [2017]).

Az ország felszíni vizeinek vizsgálata az eddig ismertettekkel összhangban levő eredményeket hozott. 2014 szeptembere és júliusa között negyvenkilenc tóból, 2015 májusában és júliusában pedig négy folyóból, a Jangcéből, a Sárga-folyóból, az északi Amur mellékfolyójából, a Szunghuából és a déli Gyöngy-folyóból vettek pontmintákat egy-egy jelentős város közelében. A legmagasabb előfordulási arányt a metamfetamin és a ketamin, illetve ennek metabolitja, a norketamin érte el. A metamfetamint kilenc tóban és mind a négy folyóban (a legnagyobb koncentrációban a Gyöngy-folyóban), míg az utóbbiakat tizenhét déli és négy északi, illetve tizenhat déli és három északi tóban, továbbá a Jangcében és a Gyöngy-folyóban észlelték. Az előfordulási arányok erőteljes eltolódása dél felé a térség jelentékeny kábítószer-előállítói kapacitásáról is tanúskodik (*Li et al.* [2016]).

A Pekingre fókuszáló vizsgálatok közül kettőről számolok be. 2013 nyarán és novemberében kifejezetten az amfetaminszármazékok prevalenciáját elemezte egy kutatócsoport tizenhárom szennyvíztisztító mintái alapján. Adataik megerősítették azt a feltételezésüket, hogy a metamfetamin jóval elterjedtebb az amfetaminnál, és fogyasztása erős korrelációt mutat a városokban elérhető szórakozási lehetőségekkel. A kutatás magasabb értékeket mutatott ki a nyári, mint a téli időszakban. A hétköznapi és a hétvégi használatban csak télen mutatkozott szignifikáns különbség. A 21,15 milliós fővárosban egy, a fogyasztás módját is számba vevő modell szerint a teljes lakosság 0,48, a 15–64 éves népesség 0,58 százalékát jelentő 101 ezer fő összesen 963 kg metamfetaminnal élt az év folyamán (*Castiglioni–Vandam* [2016] 51–52. old., *Pei et al.* [2016] 4. old.). Peking legfrissebb kábítószer-fogyasztási adatait a főváros hét folyójának harmincnégy pontján elhelyezett mérőeszközök segítségével számították ki. A 2015 szeptemberétől 2016 júliusáig négy ütemben, évszakonként egyszer megismételt vizsgálat alapján a mintákban található drogmennyiség 49–92

százalékával az efedrin tekinthető domináns szernek, amely azonban egyszersmind az asztma és a hörghurut kezelésére alkalmazott hagyományos kínai gyógyászati termékek legális hatóanyaga is. A szintén jelentős mennyiségben előforduló metamfetamin és ketamin koncentrációja a belváros körzetében a legnagyobb (*Zhang et al.* [2017]).

Dél-Koreában híresen alacsony a drogok prevalenciája. Ezt bizonyította az ország öt városában (a 3,5 millió lakosú Puszanban, a világ legnagyobb autógyárának, a Hyundai ipartelepének helyet adó, több mint egymillió Ulszanban, valamint a Dél-Kjongszang tartományban található egymillió Cshangvonban, a félmillió Kimhében és a százezres Mirjangban) 2012–2013 fordulóján elvégzett kutatás is, amely során tizenhét vizsgált szer közül csak a metamfetamin, az amfetamin és a kodein nyomait tudták kimutatni a szennyvízben. (Ez nem okoz meglepetést annak ismeretében, hogy Dél-Koreában az illegális kábítószerrel kapcsolatos bűncselekmények 80 százaléka a metamfetaminhoz és egyéb amfetaminszármazékokhoz kötődik.) A metamfetamin becsült napi fogyasztása 2,6 és 67,9 mg/1000 fő között szóródott, és éppen a legkisebb, csak felerésztt városiasodott településen, Mirjangban mutatta a legmagasabb értéket. Nemzetközi összehasonlításban ezek az adatok általában jóval az észak- és a kelet-európaiak, az észak-amerikaiak, az ausztrálok, a hongkongiak és a dél-kínaiak alatt maradtak (*Kim et al.* [2015]).

3.4. Ausztrália

Ausztráliában először 2009 áprilisa és októbere között végeztek elemzést Dél-Ausztrália állam nagyvárosi és kisebb közösségeket kiszolgáló szennyvíztisztítóinál. Ez a kutatás az eddig ismertettekétől eltérő eredményekkel szolgált. A benzoilekgonin fogyasztott mennyisége 5 és 10 mg/nap/1000 fő között szóródott, azaz jóval elmaradt a máshol megszokottól. A metamfetamin- és az MDMA-értékek az ismerős mintákhoz idomultak ugyan, de az MDMA-t inkább a kistelepüléseken fogyasztották előszeretettel, nem a városokban. Egy másik, Queensland állambeli szennyvízanalízis során mérték először a cannabisfogyasztást. Az adatok szerint ez volt a legnépszerűbb drog a metamfetamint, a kokaint és az MDMA-t megelőzve. Egy 2009 és 2011 között futott, adelaide-i projekt keretében a szintetikus stimulánsok előfordulását vizsgálták, amivel az ausztrálok úttörőnek számítanak ebben a műfajban. A kutatók az MDMA-fogyasztás folyamatos visszaesését és új szerek megjelenését regisztrálták (*Castiglioni–Vandam* [2016] 50–51. old.).

A Queensland délkeleti területén 2009 és 2015 között végzett analízisek a kokain- és az MDMA piacának stagnálása mellett a metamfetaminabúzus példátlan növekedését mutatták ki: az 1000 főre normalizált napi városi átlagfogyasztás az ötszörösére, 1126 mg-ra, a vidéki a háromszorosára, 398 mg-ra emelkedett. Nyugtalanító jelenség,

hogy eközben a szer tisztasága is jelentősen nőtt: a 2009-es 20–30 százalékos érték 2014-re 50–70 százalékra ugrott (*Lai et al.* [2016a]).

A korábban említett felmérések mind egy-egy régióra összpontosítottak. 2015 márciusa és májusa között sor került az első országos szennyvízkutatásra négy szövetségi állam (Queensland, Új-Dél-Wales, Victoria, Nyugat-Ausztrália) és két szövetségi terület (Ausztrál Fővárosi Terület, Északi Terület) összesen tizennégy településén. A vizsgálatba bevont szennyvíztisztítók a kontinens lakosságának mintegy 40 százalékát szolgálták ki. A kokainfogyasztás jóval elterjedtebbnek bizonyult a városokban, mint vidéken; Új-Dél-Wales városainak 460 mg/nap/1000 fős átlaga például majdnem kétszerese a 250 mg/nap/1000 fő ausztrál átlagnak. Hétvégén jelentős növekedés volt tapasztalható a szer használatában. A metamfetamin fogyasztásában Victoria, Nyugat-Ausztrália és Queensland egy-egy városi körzete járt élen, sorrendben 1200, 1160 és 1060 mg/nap/1000 fős értékkel. A többi adat között nem mutatkozott szignifikáns különbség, ahogyan a hét egyes napjain mért számok között sem. Az MDMA átlagos fogyasztása 30 és 680 mg/nap/1000 fő között szóródott. A városokban itt megint magasabb értékeket mértek, mint vidéken. Új-Dél-Wales pedig az országos 240 mg/nap/1000 fő fogyasztási átlaghoz képest ismét majdnem kétszeresen teljesített (410 mg/nap/1000 fő). Ezek az eredmények részben megerősítik, részben megkérdőjelezzik a háromévente nagy mintán elvégzett országos kérdőíves kutatásokból nyert információkat. Vitathatatlan például, hogy a vizsgált drogok közül a kokain prevalenciája a legnagyobb, a kérdőíves felmérések azon állítását azonban, hogy a metamfetamin fogyasztása elsősorban vidéki jelenség volna, a szennyvízanalízis nem támasztja alá. Szintén figyelemre méltó, hogy a bemutatott értékek alapján konzervatív (azaz a nagyobb fesztiválok, rendezvények idején megugró használatot figyelmen kívül hagyó) becsléssel kiszámított éves fogyasztás huszonötszörös többséget mutat a hatóságok által elkobzott kokain és negyvenöt-negyvenötszöröst a lefoglalt metamfetamin és MDMA mennyiségéhez képest (*Lai et al.* [2016b]).

4. Összefoglalás

A szennyvízelemzésnek a drogabúzus kvantitatív vizsgálatába történt bevezetése az utóbbi évtizedek egyik legizgalmasabb innovációja a természet- és a társadalomtudományi eljárásokat ötvöző diszciplínák körében. Nem szorítja ki a kvalitatív módszereket, de új léptéket emel a kábítószer-kutatás elemzési terébe, hiszen ezen az igen kényes területen módot ad az anonim (és környezetbarát) nagymintás adatgyűjtésre, valamint a szinte szimultán eredményt biztosító (és különleges műszerparkot nem igénylő) adatelemzésre. A 2. táblázatból kiviláglik, hogy elsőrangú komplemen-

ter eszköz; egy 2014-es belga tesztprojekt bizonyította, hogy kiválóan alkalmazható a kérdőíves felvételekkel egyidejűleg (Wel *et al.* [2016]). A szennyvízelemzés sikerét és könnyű adaptálhatóságát bizonyítja, hogy – Afrika kivételével – immár a Föld valamennyi lakott kontinensén alkalmazzák a drogepidemiológiában. Folyamatosan fejlesztett, egységes módszertana révén az átfogó nemzetközi projektek, a szakpolitikai diskurzusok, a tényalapú döntéshozatal és forrásallokációk, valamint a drogintervenciós programok alapja lehet. Mindezek fényében bizonyára jelentős társadalmi-gazdasági haszonnal járna, ha – a közép-európai térség több államához hasonlóan – Magyarországon is megindulnának a szennyvízkutatások.

Irodalom

- ÁDÁNY R. [2011]: *Megelőző orvostan és népegészségtan*. Debreceni Egyetem. Debrecen. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Megelozo_orvostan_es_nepegeszsegtan/0019_1A_Megelozo_orvostan_es_nepegeszsegtan.pdf
- BAYER J. [2000]: *A drogok történelme. A kábítószeres története az ókortól napjainkig*. Aranyhal Könyvkiadó. Budapest.
- BÉEN, F. – BIJLSMA, L. – BENAGLIA, L. – BERSSET, J. D. – BOTERO-COY, A. M. – CASTIGLIONI, S. – KRAUS, L. – ZOBEL, F. – SCHAUB, M. P. – BÜCHELLI, A. – HERNÁNDEZ, F. – DELÉMONT, O. – ESSEIVA, P. – ORT, C. [2016]: Assessing geographical differences in illicit drug consumption – A comparison of results from epidemiological and wastewater data in Germany and Switzerland. *Drug and Alcohol Dependence*. Vol. 161. April. pp. 189–199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.02.002>
- BÉEN, F. – ESSEIVA, P. – DELÉMONT, O. [2016]: Analysis of illicit drugs in wastewater – Is there an added value for law enforcement? *Forensic Science International*. Vol. 266. September. pp. 215–221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.032>
- BÉEN, F. [2015]: *Assessing the added value of wastewater-based epidemiology to monitor illicit drug use*. PhD Thesis. Université de Lausanne. Lausanne. https://www.unil.ch/esc/files/live/sites/esc/files/Fichiers%202016/The%cc%80se_Be%cc%81en.pdf
- BIJLSMA, L. – BOTERO-COY, A. M. – ORTIZ, R. K. R. – HERNANDEZ, F. [2016]: Estimation of illicit drug use in the main cities of Colombia by means of urban wastewater analysis. *Science of The Total Environment*. Vol. 565. May. pp. 984–993. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.078>
- BOROVA, V. L. – GAGO-FERRERO, P. – PISTOS, C. L. – THOMAIDIS, N. S. [2015]: Multi-residue determination of 10 selected new psychoactive substances in wastewater samples by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Talanta*. Vol. 144. November. pp. 592–603. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2015.06.080>
- BURGARD, D. A. – BANTA-GREEN, C. – FIELD, J. A. [2014]: Working upstream: How far can you go with sewage-based drug epidemiology? *Environmental Science & Technology*. Vol. 48. Issue 3. pp. 1362–1368. <http://dx.doi.org/10.1021/es4044648>
- CASTIGLIONI, S. – BIJLSMA, L. – COVACI, A. – EMKE, E. – HARMAN, C. – HERNANDEZ, F. – KASPRZYK-HORDERN, B. – ORT, C. – VAN NUIJS, A. – DE VOOGT, P. – ZUCCATO, E. [2016a]: Es-

- timating community drug use through wastewater-based epidemiology. In: *Castiglioni, S.* (ed.): *Assessing Illicit Drugs in Wastewater*. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Luxembourg. pp. 17–33. <http://dx.doi.org/10.2810/017397>
- CASTIGLIONI, S. – BORSOTTI, A. – SENTA, I. – ZUCCATO, E. [2015]: Wastewater analysis to monitor spatial and temporal patterns of use of two synthetic recreational drugs, ketamine and mephedrone, in Italy. *Environmental Science & Technology*. Vol. 49. Issue 9. pp. 5563–5570. <http://dx.doi.org/10.1021/es5060429>
- CASTIGLIONI, S. – THOMAS, K. V. – KASPRZYK-HORDERN, B. – VANDAM, L. – GRIFFITHS, P. [2014]: Testing wastewater to detect illicit drugs: State of the art, potential and research needs. *Science of The Total Environment*. Vol. 487. July. pp. 613–620. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.034>
- CASTIGLIONI, S. – VANDAM, L. [2016]: A global overview of wastewater-based epidemiology. In: *Castiglioni, S.* (ed.): *Assessing Illicit Drugs in Wastewater*. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Luxembourg. pp. 45–54. <http://dx.doi.org/10.2810/017397>
- CASTIGLIONI, S. – ZUCCATO, E. – THOMAS, K. – REID, M. [2016b]: Integrating wastewater analysis with conventional approaches for measuring illicit drug use. In: *Castiglioni, S.* (ed.): *Assessing Illicit Drugs in Wastewater*. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Luxembourg. pp. 67–73. <http://dx.doi.org/10.2810/017397>
- DAUGHTON, C. G. [2001]: Illicit drugs in municipal sewage. Proposed new nonintrusive 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*. American Chemical Society. Washington, D.C. pp. 348–364. https://www.researchgate.net/profile/Christian_Daughton/publication/281222355_Illicit_drugs_in_municipal_sewage_Proposed_new_non-intrusive_tool_to_heighten_public_awareness_of_societal_use_of_illicitabused_drugs_and_their_potential_for_ecological_consequences/links/57e8fbc908ae113df5204503.pdf
- DAUGHTON, C. G. [2016]: Pharmaceuticals and the environment (PiE): Evolution and impact of the published literature revealed by bibliometric analysis. *Science of The Total Environment*. Vol. 562. August. pp. 391–426. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.109>
- DEMETROVICS ZS. [2007a]: Az addiktológia alapjai. In: *Demetrovics Zs.* (szerk.): *Az addiktológia alapjai I*. ELTE Eötvös Kiadó. Budapest. 27–45. old.
- DEMETROVICS ZS. [2007b]: Pszichoaktív szerek. In: *Demetrovics Zs.* (szerk.): *Az addiktológia alapjai I*. ELTE Eötvös Kiadó. Budapest. 47–71. old.
- DU, P. – LI, K. – LI, J. – XU, Z. – FU, X. – YANG, J. – ZHANG, H. – LI, X. [2015]: Methamphetamine and ketamine use in major Chinese cities, a nationwide reconnaissance through sewage-based epidemiology. *Water Research*. Vol. 84. November. pp. 76–84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2015.07.025>
- ECONOMOU, M. – MADIANOS, M. – THELERITIS, CH. – PEPOU, L. E. – STEFANIS, C. N. [2011]: Increased suicidality amid economic crisis in Greece. *The Lancet*. Vol. 378. No. 9801. p. 1459. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61638-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61638-3)
- EMCDDA (EUROPEAN MONITORING CENTRE FOR DRUGS AND DRUG ADDICTION) [2016a]: *Assessing Illicit Drugs in Wastewater. Advances in Wastewater-Based Drug Epidemiology*. Publications Office of the European Union. Luxembourg. <http://dx.doi.org/10.2810/017397>

- EMCDDA [2016b]: *European Drug Report 2016. Trends and Developments*. Publications Office of the European Union. Luxembourg. <http://dx.doi.org/10.2810/04312>
- EMCDDA [2016c]: *Perspectives on Drugs. Wastewater Analysis and Drugs: A European Multi-City Study*. Lisbon. <http://www.emcdda.europa.eu/publications/pods/waste-water-analysis>
- EMCDDA [2017]: *European Drug Report 2017. Trends and Developments*. Publications Office of the European Union. Luxembourg. <http://dx.doi.org/10.2810/610791>
- GAO, J. – O'BRIEN, J. – LAI, F. Y. – VAN NUIJS, A. L. N. – HE, J. – MUELLER, J. F. – XU, J. – THAI, PH. K. [2015]: Could wastewater analysis be a useful tool for China? – A review. *Journal of Environmental Sciences*. Vol. 27. January. pp. 70–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2014.09.025>
- GAO, T. – DU, P. – XU, Z. – LI, X. [2017]: Occurrence of new psychoactive substances in wastewater of major Chinese cities. *Science of The Total Environment*. Vol. 575. January. pp. 963–969. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.152>
- GATIDOU, G. – KINYUA, J. – VAN NUIJS, A. L. N. – GRACIA-LOR, E. – CASTIGLIONI, S. – COVACI, A. – STASINAKIS, A. S. [2016]: Drugs of abuse and alcohol consumption among different groups of population on the Greek Island of Lesbos through sewage-based epidemiology. *Science of The Total Environment*. Vols. 563–564. September. pp. 633–640. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.130>
- GONZÁLEZ-MARIÑO, I. – GRACIA-LOR, E. – ROUSIS, N. I. – CASTRIGNANÒ, E. – THOMAS, K. V. – QUINTANA, J. B. – KASPRZYK-HORDERN, B. – ZUCCATO, E. – CASTIGLIONI, S. [2016]: Wastewater-based epidemiology to monitor synthetic cathinones use in different European countries. *Environmental Science & Technology*. Vol. 50. Issue 18. pp. 10089–10096. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b02644>
- GRACIA-LOR, E. – CASTIGLIONI, S. – BADE, R. – BÉEN, F. – CASTRIGNANÒ, E. – COVACI, A. – GONZÁLEZ-MARIÑO, I. – HAPESHI, E. – KASPRZYK-HORDERN, B. – KINYUA, J. – LAI, F. Y. – LETZEL, TH. – LOPARDO, L. – MEYER, M. R. – O'BRIEN, J. – RAMIN, P. – ROUSIS, N. I. – RYDEVIK, A. – RYU, Y. – SANTOS, M. M. – SENTRA, I. – THOMAIDIS, N. S. – VELUTSOU, S. – YANG, ZH. – ZUCCATO, E. – BIJLSMA, L. [2017]: Measuring biomarkers in wastewater as a new source of epidemiological information: Current state and future perspectives. *Environment International*. Vol. 99. February. pp. 131–150. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2016.12.016>
- GRACIA-LOR, E. – ZUCCATO, E. – CASTIGLIONI, S. [2016]: Refining correction factors for back-calculation of illicit drug use. *Science of The Total Environment*. Vol. 573. December. pp. 1648–1659. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.179>
- HALL, W. – PRICHARD, J. – KIRKBRIDE, P. – BRUNO, R. – THAI, P. K. – GARTNER, C. – LAI, F. Y. – ORT, C. – MUELLER, J. F. [2012]: An analysis of ethical issues in using wastewater analysis to monitor illicit drug use. *Addiction*. Vol. 107. Issue 10. pp. 1767–1773. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1360-0443.2012.03887.x>
- JÁMBOR G. [2015]: Az új pszichoaktív anyagok megjelenése, elterjedése és az új jelenséggel szembeni lehetséges büntetőeljárási és kriminalisztikai válaszleptések II. *Themis*. 1. sz. 141–165. old. http://epa.oszk.hu/02300/02363/00023/pdf/EPA02363_THEMIS_2015_jun_141-165.pdf
- JONES-LEPP, T. L. – ALVAREZ, D. A. – PETTY, J. D. – HUCKINS, J. N. [2004]: Polar organic chemical integrative sampling and liquid chromatography–electrospray/ion-trap mass spectrometry for assessing selected prescription and illicit drugs in treated sewage effluents. *Archives of Envi-*

- ronmental Contamination and Toxicology*. Vol. 47. Issue 4. pp. 427–439. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-004-3146-6>
- KANKAANPÄÄ, A. ET AL. [2016]: Current trends in Finnish drug abuse: Wastewater based epidemiology combined with other national indicators. *Science of The Total Environment*. Vol. 568. October. pp. 864–874. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.060>
- KAPITÁNY-FÖVÉNY M. – URBÁN R. – DEMETROVICS Zs. [2014]: A mefedron szubjektív hatásainak elemzése. In: Szász A. – Kirzsa F. (szerk.): *A kultúra rejtelmei. Kapitány Ágnes köszöntése*. Magyar Kulturális Antropológiai Társaság. Budapest. 174–185. old.
- KIM, K. Y. – LAI, F. Y. – KIM, H.-Y. – THAI, PH. K. – MUELLER, J. F. – OH, J.-E. [2015]: The first application of wastewater-based drug epidemiology in five South Korean cities. *Science of The Total Environment*. Vols. 524–525. August. pp. 440–446. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.065>
- KLUPCZYNSKA, A. – DEREZIŃSKI, P. – KRYSZTOFIK, J. – KOKOT, Z. J. [2016]: Estimation of drug abuse in 9 Polish cities by wastewater analysis. *Forensic Science International*. Vol. 260. March. pp. 14–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.12.042>
- KRIZMAN, I. – SENTA, I. – AHEL, M. – SENKA, T. [2016]: Wastewater-based assessment of regional and temporal consumption patterns of illicit drugs and therapeutic opioids in Croatia. *Science of The Total Environment*. Vols. 566–567. October. pp. 454–462. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.075>
- LAI, F. Y. – O'BRIEN, J. – BRUNO, R. – HALL, W. – PRICHARD, J. – KIRKBRIDE, P. – GARTNER, C. – THAI, PH. – CARTER, S. – LLOYD, B. – BURNS, L. – MUELLER, J. [2016b]: Spatial variations in the consumption of illicit stimulant drugs across Australia: A nationwide application of wastewater-based epidemiology. *Science of the Total Environment*. Vol. 568. October. pp. 810–818. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.207>
- LAI, F. Y. – O'BRIEN, J. W. – THAI, PH. K. – HALL, W. – CHAN, G. – BRUNO, R. – ORT, CH. – PRICHARD, J. – CARTER, S. – ANUJ, SH. – KIRKBRIDE, K. P. – GARTNER, C. – HUMPHRIES, M. – MUELLER, J. F. [2016a]: Cocaine, MDMA and methamphetamine residues in wastewater: Consumption trends (2009–2015) in South East Queensland, Australia. *Science of The Total Environment*. Vol. 568. October. pp. 803–809. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.181>
- LI, K. – DU, P. – XU, Z. – GAO, T. – LI, X. [2016]: Occurrence of illicit drugs in surface waters in China. *Environmental Pollution*. Vol. 213. June. pp. 395–402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.02.036>
- MACKUEAK, T. – BODIK, I. – HASAN, J. – GRABIC, R. – GOLOVKO, O. – VOJS-STANOVA, A. – GÁL, M. – NAUMOWICZ, M. – TICHÝ, J. – BRANDEBUROVÁ, P. – HÍVEŠ, J. [2016]: Dominant psychoactive drugs in the Central European region: A wastewater study. *Forensic Science International*. Vol. 267. October. pp. 42–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.08.016>
- MCCALL, A.-K. – BADE, R. – KINYUA, J. – LAI, F. Y. – THAI, PH. K. – COVACI, A. – BIJLSMA, L. – VAN NUIJS, A. L. N. – ORT, C. [2016]: Critical review on the stability of illicit drugs in sewers and wastewater samples. *Water Research*. Vol. 88. January. pp. 933–947. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2015.10.040>
- MISEREZ, B. – VAN NUIJS, A. L. N. [2016]: Wastewater analysis for the measurement of population level drug use: Sewage-based epidemiology. In: Wolff, K. – White, J. – Karch, S. (eds.): *The SAGE Handbook of Drug & Alcohol Studies. Biological Approaches*. SAGE Publishing. Los

- Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington, D.C., Melbourne. pp. 356–367. <http://dx.doi.org/10.4135/9781473922143.n21>
- MOUNTENEY, J. – GRIFFITHS, P. – SEDEFOV, R. – NOOR, A. – VICENTE, J. – SIMON, R. [2015]: The drug situation in Europe: An overview of data available on illicit drugs and new psychoactive substances from European monitoring in 2015. *Addiction*. Vol. 111. Issue 1. pp. 34–48. <http://dx.doi.org/10.1111/add.13056/pdf>
- NEW ZEALAND POLICE [2016]: *Wastewater testing for drugs to commence in Auckland and Christchurch*. 19 December. <http://www.police.govt.nz/news/release/wastewater-testing-drugs-commence-auckland-and-christchurch>
- NUTT, D. J. – KING, L. A. – PHILLIPS, L. D. [2010]: Drug harms in the UK: A multicriteria decision analysis. *The Lancet*. Vol. 376. No. 9752. pp. 1558–1565. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61462-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61462-6)
- O'BRIEN, J. W. – PHONG, TH. KH. – EAGLESHAM, G. K. – MUELLER, J. [2014]: A model to estimate the population contributing to the wastewater using samples collected on census day. *Environmental Science & Technology*. Vol. 48. Issue 1. pp. 517–525. <http://dx.doi.org/10.1021/es403251g>
- ORT, C. – LAWRENCE, M. G. – REUNGOAT, J. – MUELLER, J. F. [2010b]: Sampling for PPCPs in wastewater systems: Comparison of different sampling modes and optimization strategies. *Environmental Science & Technology*. Vol. 44. Issue 16. pp. 6289–6296. <http://dx.doi.org/10.1021/es100778d>
- ORT, C. – LAWRENCE, M. G. – RIECKERMANN, J. – JOSS, A. [2010a]: Sampling for pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) and illicit drugs in wastewater systems: Are your conclusions valid? A critical review. *Environmental Science & Technology*. Vol. 44. Issue 16. pp. 6024–6035. <http://dx.doi.org/10.1021/es100779n>
- ORT, C. – VAN NUJIS, A. L. N. – BERSSET, J.-D. – BIJLSMA, L. – CASTIGLIONI, S. – COVACI, A. – DE VOOGT, P. – EMKE, E. – FATTA-KASSINOS, D. – GRIFFITHS, P. – HERNÁNDEZ, F. – GONZÁLEZ-MARIÑO, I. – GRABIC, R. – KASPRZYK-HORDERN, B. – MASTROIANNI, N. – MEIERJOHANN, A. – NEFAU, TH. – ÖSTMAN, M. – PICO, Y. – RACAMONDE, I. – REID, M. – SLOBODNIK, J. – TERZIC, S. – THOMAIDIS, N. – THOMAS, K. V. [2014]: Spatial differences and temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis. *Addiction*. Vol. 109. Issue 8. pp. 1338–1352. <http://dx.doi.org/10.1111/add.12570>
- PANAWENNAGE, D. P. [2012]: *Analysis of Illicit Drugs, Their Metabolites and Other Micropollutants in Water by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry*. Theses and Dissertation. Loyola University Chicago. Chicago. http://ecommons.luc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1375&context=luc_diss
- PATIL, G. P. [2013]: Composite sampling. In: *El-Shaarawi, A. H. – Piegorsch, W. W.* (eds-in-chief): *Encyclopedia of Environmetrics*. John Wiley & Sons. pp. 477–480. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470057339.vac039.pub2/full>
- PEI, W. – ZHAN, Q. X. – YAN, Z. Y. – GE, L. K. – ZHANG, P. – WANG, Z. – WANG, D. G. [2016]: Using Monte Carlo simulation to assess uncertainty and variability of methamphetamine use and prevalence from wastewater analysis. *International Journal of Drug Policy*. Vol. 36. October. pp. 1–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugpo.2016.06.013>
- PRICHARD, J. – HALL, W. – DE VOOGT, P. – ZUCCATO, E. [2014]: Sewage epidemiology and illicit drug research: The development of ethical research guidelines. *Science of the Total Environment*. Vol. 472. February. pp. 550–555. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.039>

- RACHIOTIS, G. – STUCKLER, D. – MCKEE, M. – HADJICHRISTODOULOU, CH. [2015]: What has happened to suicides during the Greek economic crisis? Findings from an ecological study of suicides and their determinants (2003–2012). *BMJ Open*. Vol. 5. Issue 3. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007295>
- RAMIN, P. – PLÓSZ, B. G. – MIKKELSEN, P. S. [2016]: *Modelling Illicit Drug Fate in Sewers for Wastewater-Based Epidemiology*. Technical University of Denmark. Kongens Lyngby. http://orbit.dtu.dk/files/127586405/Thesis_online_version_Pedram_Ramin.pdf
- RICO, M. – ANDRÉS-COSTA, M. J. – PICÓ, Y. [2017]: Estimating population size in wastewater-based epidemiology. Valencia metropolitan area as a case study. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 323. Part A. pp. 156–165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.05.079>
- STUCKLER, D. – BASU, S. – SUHRCKE, M. – COUTTS, A. – MCKEE, M. [2011]: Effects of the 2008 recession on health: A first look at European data. *The Lancet*. Vol. 378. No. 9786. pp. 124–125. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61079-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61079-9)
- STYSZKO, K. – DUDARSKA, A. – ZUBA, D. [2016]: The presence of stimulant drugs in wastewater from Krakow (Poland): A snapshot. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 97. Issue 3. pp. 310–315. <http://dx.doi.org/10.1007/s00128-016-1869-5>
- THAI, P. K. – LAI, F. Y. – BRUNO, R. – VAN DYKEN, E. – HALL, W. – O'BRIEN, J. – PRICHARD, J. – MUELLER, J. F. [2016]: Refining the excretion factors of methadone and codeine for wastewater analysis – Combining data from pharmacokinetic and wastewater studies. *Environment International*. Vol. 94. September. pp. 307–314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.033>
- THOMAIDIS, N. S. – GAGO-FERRERO, P. – ORT, CH. – MARAGOU, N. C. – ALYGIZAKIS, N. A. – BOROVA, V. K. – DASENAKI, M. E. [2016]: Reflection of socioeconomic changes in wastewater: Licit and illicit drug use patterns. *Environmental Science & Technology*. Vol. 50. Issue 18. pp. 10065–10072. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b02417>
- UJVÁRY I. – DEMETROVICS ZS. [2009]: Az amfetamin típusú és rokon hatású pszichostimuláns szerek. In: *Demetrovics Zs. (szerk.): Az addiktológia alapjai II*. ELTE Eötvös Kiadó. Budapest. 101–150. old.
- UNODC (UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME) [2016]: *World Drug Report 2016*. New York. https://www.unodc.org/doc/wdr2016/WORLD_DRUG_REPORT_2016_web.pdf
- UNODC – GOBIERNO DE COLOMBIA [2016]: *Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2015*. UNODC, Gobierno de Colombia. Julio. http://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Monitoreo_Cultivos_ilicitos_2015.pdf
- VAN NUUS, A. [2012]: *Wastewater Analysis as Complementary Approach for Estimating Illicit Drug Consumption in the General Population*. Universiteit Antwerpen. Antwerpen.
- WEL, J. H. P. VAN – KINYUA, J. – VAN NUUS, A. L. – SALVATORE, S. – BRAMNESS, J. G. – COVACI, A. – VAN HAL, G. [2016]: A comparison between wastewater-based drug data and an illicit drug use survey in a selected community. *International Journal of Drug Policy*. Vol. 34. August. pp. 20–26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugpo.2016.04.003>
- YARGEAU, V. – TAYLOR, B. – LI, H. – RODAYAN, A. – METCALFE, CH. D. [2014]: Analysis of drugs of abuse in wastewater from two Canadian cities. *Science of The Total Environment*. Vol. 487. July. pp. 722–730. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.094>
- ZHANG, Y. – ZHANG, T. – GUO, CH. – XU, J. [2017]: Drugs of abuse and their metabolites in the urban rivers of Beijing, China: Occurrence, distribution, and potential environmental risk. *Sci-*

- ence of The Total Environment*. Vol. 579. November. pp. 305–313. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.101>
- ZUCCATO, E. – CASTIGLIONI, S. – FANELLI, R. [2011]: *Wastewater analysis to estimate community illicit drug use*. Mario Negri Institute. http://www.emcdda.europa.eu/attachements.cfm/att_125521_EN_1.2_Ettore_Zuccato_IT.pdf
- ZUCCATO, E. – CASTIGLIONI, S. – SENTA, I. – BORSOTTI, A. – GENETTI, B. – ANDREOTTI, A. – PIERETTI, G. – SERPELLONI, G. [2016]: Population surveys compared with wastewater analysis for monitoring illicit drug consumption in Italy in 2010–2014. *Drug and Alcohol Dependence*. Vol. 161. April. pp. 178–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.02.003>
- ZUCCATO, E. – CASTIGLIONI, S. – TETTAMANTI, M. – OLANDESE, R. – BAGNATI, R. – MELIS, M. – FANELLI, R. [2011]: Changes in illicit drug consumption patterns in 2009 detected by wastewater analysis. *Drug and Alcohol Dependence*. Vol. 118. Nos. 2–3. pp. 464–469. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2011.05.007>
- ZUCCATO, E. – CHIABRANDO, CH. – CASTIGLIONI, S. – BAGNATI, R. – FANELLI, R. [2008]: Estimating community drug abuse by wastewater analysis. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 116. Issue 8. pp. 1027–1032. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11022>
- ZUCCATO, E. – CHIABRANDO, CH. – CASTIGLIONI, S. – CALAMARI, D. – BAGNATI, R. – SCHIAREA, S. – FANELLI, R. [2005]: Cocaine in surface waters: A new evidence-based tool to monitor community drug abuse. *Environmental Health*. Vol. 4. August. pp. 14–21. <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069X-4-14>

Summary

WBE (wastewater-based epidemiology) has become a more than promising tool of the assessment of drug consumption during the last decade. Its introduction into the quantitative analysis of drug abuse is one of the most exciting innovations in the multidisciplinary field. WBE constitutes anonymous, non-intrusive large-scale data collection and provides almost instant results. Nevertheless, being an excellent complementary tool, it does not supersede qualitative methods at all. Through its continuously elaborated and standardized methodology and comparability, WBE can be the base of national and international drug policy discourses, evidence-based decision-making and resource allocations, and drug intervention programs. In the light of these advantages, it would have a significant socio-economic benefit, if, as in some states in the Central European region, WBE was a common tool in drug epidemiology in Hungary as well.

This paper briefly summarizes history, methodology and limitations of WBE and presents the main results of WBE-related studies from Europe, the Americas, Asia and Australia.