



**ASOCIÁCIA  
ČISTIARENSKÝCH  
EXPERTOV SR**

# **Správa**

**Monitoring psychoaktívnych zlúčenín v  
odpadových vodách Slovenska za rok 2024**

**Vypracovali: prof. Ing. Tomáš Mackuľak, PhD.**

**prof. Ing. Igor Bodík, PhD.**

**AČE SR**

**v Bratislave 30. 9. 2025**



# Obsah

1	Teoretická časť .....	0
1.1	Skúmané lokality Slovenska z hľadiska výskytu legálnych, ilegálnych drog.....	2
1.2	Možnosti monitoringu psychoaktívnych látok z odpadových vôd Slovenska.....	8
2	Popis analyzovaných psychoaktívnych látok v odpadových vodách SR.....	11
2.1	Podrobný popis vybraných psychoaktívnych látok.....	11
2.2	Podrobný popis nových typov vybraných psychoaktívnych látok (NPS).....	21
2.3	<i>Realizácia odberov vzoriek z odpadových vôd a ich analýza.....</i>	<i>32</i>
3	Výskyt vybraných psychoaktívnych zlúčenín v odpadových vodách z vybraných miest Slovenska	34
3.1	Amfetamín .....	35
3.2	Metamfetamín .....	35
3.3	Kokaín.....	36
3.4	Extáza (MDMA účinná zložka drogy).....	39
3.5	Marihuana - (monitoring sekundárneho metabolitu THC-COOH).....	40
4	Monitorovanie vybraných psychoaktívnych liečiv v odpadových vodách v 8 mestách Slovenska za 2024.....	42
4.1	Metadón a metabolit EDDP .....	42
5	Monitoring nových typov psychoaktívnych látok (NPS) v odpadových vodách Slovenska za rok 2024.....	43
6	Záver .....	44
7	Literatúra.....	47

## 1 Teoretická časť

Informácie o výskyte a spotrebe legálnych aj nelegálnych drog, vrátane nových psychoaktívnych substancií (NPS), sa v mestách a regiónoch tradične zbierajú dáta najmä prostredníctvom dotazníkov, zdravotníckych štatistík (počty liečených a úmrtí) a záznamov polície či colných orgánov. Takto zhromaždené, prevažne administratívne a prieskumové dáta poskytujú určitý obraz o dopyte, prítomnosti a spotrebe týchto látok v jednotlivých regiónoch Európy. Tento obraz sa však nemusí vždy presne zhodovať so skutočnosťou, keďže naň môžu vplývať oneskorenia vo vyhodnocovaní, rôzne druhy skreslení, chyby pri zbere a spracovaní údajov, ako aj ich následná interpretácia (Bodík, 2019; Bodík a kol., 2021; Brandeburová a kol., 2020; Castiglioni a kol., 2021; Mackuľak a kol., 2014; Klupczynska a kol., 2016).

**V správe za rok 2024** sa zameriavame podrobne na možnosť monitoringu výskytu a spotreby vybraných typov ilegálnych, legálnych drog či ich metabolitov z odpadových vôd viacerých miest SR. Moderné analytické prístupy umožňujú sledovať výskyt a spotrebu psychoaktívnych látok v rôznych časových mierkach.

Ide o sledovanie krátkodobých zmien počas dní a víkendov aj o dlhodobé trendové analýzy naprieč rokmi. Výsledky je možné normalizovať na 1 000 obyvateľov, aby boli porovnateľné medzi mestami. Takáto normalizácia podporuje porovnanie na národnej aj medzinárodnej úrovni. Kľúčovou platformou týchto prístupov je práve epidemiológia založená na odpadových vodách (WBE). Metóda vychádza z merania koncentrácií zvolených markerov či materských drog v odpadových vodách. Typický postup monitoringu zahŕňa plán odberu, laboratórnu analýzu a následné spätné prepočty s využitím vybraných faktorov. Zbierané vzorky sú zlievané 24 hodinové vzorky, ktoré zväčša zabezpečuje automatické zariadenie (vzorkovač). Takýto odber zmierňuje vplyv krátkodobej variability a náhodných výkyvov. V analytických postupoch dominuje LC-MS/MS. Cieľmi stanovenia sú materské látky aj stabilnejšie metabolity. Bežne sa sleduje benzoylecgonín (metabolit kokaínu), amfetamín, metamfetamín, MDMA a THC-COOH (sekundárny metabolit THC). V posledných rokoch sa panel rozširuje o markery nových psychoaktívnych látok (NPS). Výstupy sa uvádzajú ako denné hmotnostné toky prepočítané na 1 000 obyvateľov (mg/deň/1000 obyvateľov).

Takto vypočítané indikátory umožňujú porovnávať mestá s odlišnou veľkosťou populácie a infraštruktúrou. Súčasne sa sledujú neistoty, ktoré môžu výsledky ovplyvniť. K nim patrí rozklad látok v kanalizácii, teplota vody a hydraulická doba zdržania.

Úhrnné zrážky, priesaky a priemyselné prítoky môžu spôsobiť riedenie alebo nárazové zmeny prietoku odpadovej vody. Na spresnenie odhadov sa využívajú často vybrané populačné biomarkery a údaje o prietoku. Aj po korekciách sa však prejavujú výrazné regionálne rozdiely vo vzorcoch užívania drog. V rôznych regiónoch EÚ a sveta sú preferované odlišné typy ilegálnych látok, čo sa premieta do profilov markerov v odpadových vodách (Bodík a kol., 2021; Castiglioni a kol., 2021; Mackuľak a kol., 2019; González-Mariño a kol., 2019). Niektoré mestá vykazujú zvýšené hladiny stimulantov, iné zase vyšší podiel kanabinoidných metabolitov. Víkendové nárasty MDMA sú typickým príkladom krátkodobého správania populácie. Tieto signály dokážu často doplniť ale aj vysvetliť informácie z dotazníkov, zdravotníckych štatistík a policajných záznamov. Integrované vyhodnotenie poskytuje plnší a rýchlejší obraz o spotrebe než samotné tradičné zdroje. Monitoring odpadových vôd sa dnes realizuje systematicky vo viacerých krajinách Európskej únie (Brandeburová a kol., 2020; Castiglioni a kol., 2021; González-Mariño a kol., 2019; Ort a kol., 2014). Široká sieť miest zapojených do monitorovacích kampaní umožňuje porovnateľnosť a sledovanie trendov v čase. Medzilaboratorne porovnania a harmonizované protokoly zvyšujú spoľahlivosť medzi jednotlivými štúdiami. Takto budované databázy prinášajú podklady pre verejnú politiku, prevenciu a ciele zásahy (Bodík a kol., 2021; Castiglioni a kol., 2021; Mackuľak a kol., 2019; González-Mariño a kol., 2019; Brandeburová a kol., 2020; Ort a kol., 2014).

V roku 2013 vznikla pod záštitou európskeho programu COST ES1307, aktivita zameraná na epidemiológiu a analýzu drog a liečiv v odpadových vodách. Program COST bol a je financovaný z rámcových programov EÚ, pričom v rokoch 2014–2020 nadväzoval na iniciatívu Horizon 2020. Aktivita postupne združila vedcov, analytikov, pracovníkov verejného zdravotníctva a prevádzkovateľov čistiarní odpadových vôd (ČOV) z viacerých krajín. Jej hlavným cieľom bolo postupne koordinovať výskum a vytvoriť spoločný jazyk medzi laboratóriami a používateľmi dát. Dôraz sa kládol aj na harmonizáciu protokolov odberu, prípravy vzoriek a analytických meraní. Nemenej dôležitá bola aj jednotná štatistická interpretácia a transparentná komunikácia neistôt. Sieť podporovala výmenu skúseností prostredníctvom workshopov a tematických pracovných skupín. Súčasťou boli tréningové školy pre mladých výskumníkov a krátkodobé vedecké stáže. Organizovali sa aj medzilaboratorne porovnávacie testy na zabezpečenie kvality. Výstupom aktivity boli často odporúčania, metodické príručky a zdieľané databázy pre porovnateľnosť výsledkov. COST Association v súčasnosti združuje vyše 40 členských krajín a prepája rôzne vedné disciplíny. Jej poslaním je uľahčiť medzinárodnú spoluprácu a urýchliť prenos poznatkov do praxe. COST

ES1307 vytvorila platformu pre celoeurópske kampane monitoringu odpadových vôd. Vďaka spoločným štandardom je možné porovnávať mestá na národnej aj medzinárodnej úrovni. Sieť významne prispela k mapovaniu regionálnych rozdielov vo výskyte a spotrebe drog. Získané informácie pomáhajú rýchlejšie identifikovať nové trendy a lokálne špecifiká. Dôležitou líniou spolupráce bola a je aj koordinácia s Európskym monitorovacím centrom pre drogy a drogovú závislosť (EMCDDA).

EMCDDA využíva spracované výstupy pri hodnotení nezákonného nakladania s omamnými a psychotropnými látkami v Európe. Spoločné iniciatívy posilnili prepojenie medzi výskumom, tvorbou politík a preventívnymi programami. Celkovo COST ES1307 položila základ modernej, prepojenej európskej siete pre epidemiológiu založenú na odpadových vodách čo sa následne v rokoch 2020-2023 prejavilo aj pri možnosti monitorovať šírenie pandémie COVID-19 v populácii rôznych krajín.

### **1.1 *Skúmané lokality Slovenska z hľadiska výskytu legálnych, ilegálnych drog***

V správe za rok 2024 sme sa sústredili na monitoring špecifických legálnych, ilegálnych drog, NPS (nových psychoaktívnych substancií) a ich primárnych, sekundárnych metabolitov (celkovo až 57 zlúčenín popísaných v tabuľke 1 - príloha) v odpadových vodách vo vybraných miestach Slovenska (tabuľka 2). Na základe jednotlivých dát o možnej drogovej problematike v rôznych regiónoch Slovensku bol monitoring v roku 2024 zameraný na 8 vybraných mestách Slovenska, celkovo na 8 čistiarnach odpadových vôd (ČOV). Jedna z čistiarní odpadových vôd je situovaná napr. v hlavnom meste Slovenska: čistiareň odpadových vôd Bratislava je umiestnená v mestskej časti Vrakuňa a odvádza odpadové vody zo širšieho centra Bratislavy (Lamač, Dúbravka, Ružinov, Podunajské Biskupice atď.) (v ďalšom texte ju označujeme ako ČOV Bratislava. Čistiarne Košice, Žilina, Prešov, Trenčín, Nové Mesto nad Váhom, Trnava a Piešťany čistia odpadovú vodu z jednotlivých miest Slovenska s počtom napojenej populácie okolo 1 mil. obyvateľov (tabuľka 2).

**Bratislava** je hlavným mestom Slovenskej republiky. Žije tu viac ako 450 000 obyvateľov a mesto je zároveň najbohatším slovenským regiónom s najnižšou mierou nezamestnanosti. Predstavuje významné administratívne, ekonomické a kultúrne centrum krajiny. V Bratislave pôsobí viacero vysokých škôl a univerzít, v ktorých študuje vyše 100 000 študentov. Každodenne sem za prácou, vzdelaním a službami prichádza odhadom viac ako 200 000 ľudí, čo počas dňa výrazne zvyšuje počet osôb v meste. Tento tlak sa premieta do nárokov na

dopravu, technickú infraštruktúru aj mestské služby. Odpadové vody vznikajúce najmä v centre Bratislavy sú odvádzané stokovou sieťou a následne čistené na čistiarni odpadových vôd vo Vrakuni. Kanalizačná sieť tvorí prepojenú sústavu napojenú na hlavnú stokovú vetvu smerujúcu k tejto čistiarni. Dĺžka jednotlivých kanalizačných úsekov sa podľa polohy a obsluhovaného územia líši približne od 2 do 30 km.

**Košice** sú najväčším mestom východného Slovenska. Počtom obyvateľov sú druhé najväčšie mesto SR (240 000 obyvateľov). Košice majú až 22 mestských častí. V meste sú tri univerzity, vyše 170 kaviarní, nočných klubov a diskotiek. Košice spolu s Bratislavou patria k mestám s najvyššou kriminalitou na Slovensku. Odpadová voda z mesta je čistená na čistiarni Košice, ktorá je z hľadiska počtu napojených obyvateľov po ČOV Bratislava druhou najväčšou na Slovensku. Dĺžka kanalizácie je 2 až 15 km. Užívanie návykových látok predstavuje v Košiciach podobne ako v iných veľkých mestách dlhodobú verejno-zdravotnú aj bezpečnostnú výzvu. Najčastejšie sa spomínajú alkohol a tabak, no v zábavných podnikoch a na festivaloch sa objavujú aj kanabis a syntetické stimulanty. Zraniteľné skupiny sa koncentrujú najmä v okolí centra, dopravných uzlov a v častiach s horšou sociálnou situáciou, kde je riziko problémového užívania vyššie. Mesto spolu s krajom, školami a neziskovými organizáciami realizuje preventívne programy pre žiakov a študentov, ktoré sa zameriavajú na zručnosti, nie iba na zákazové slogany. Zdravotnícke a poradenské služby v regióne poskytujú adiktologickú starostlivosť, krízovú intervenciu a dlhodobejšiu liečbu. V uliciach a parkoch sa priebežne rieši problém odhodnených injekčných striekačiek; mestské služby a terénni pracovníci sa starajú o ich bezpečný zber a edukáciu okolia. Pre políciu a mestskú políciu je drogová kriminalita prioritou, pričom sa zdôrazňuje kombinácia represie s podporou sociálnej práce.



**Obrázok 1a.** Mapa Slovenska a Bratislavy s okresmi. Zelené časti zhromažďujú odpadové vody v čistiarni odpadových vôd (ČOV) Bratislava—Centrum (Vrakuňa), ktorá má 450 000 obyvateľov

**Žilina** je krajské mesto na severnom Slovensku. Počtom obyvateľov viac ako 84 000 je štvrtým najväčším mestom na Slovensku. Je administratívnym, hospodárskym, dopravným a kultúrnym centrom severozápadného Slovenska. Odpadová voda z mesta je čistená na čistiarni Žilina, ktorá patrí z hľadiska počtu napojených obyvateľov k najväčším na Slovensku. Dĺžka kanalizácie je 1 až 10 km. Vďaka polohe na križovatke dôležitých ťahov má mesto silné regionálne aj medzinárodné napojenie. Rozvíja sa priemysel, služby aj vzdelávanie, čo sa odráža v stabilnej ponuke práce a občianskej vybavenosti. Čistiareň je dimenzovaná na kolísanie prítokov a využíva mechanický, biologický i dočist'ovací stupeň na dosiahnutie požadovanej kvality odtoku. Stoková sieť je vetvená; v historických častiach sa miestami nachádza jednotná sústava, kým v novších štvrtiach sa budujú oddelené splaškové a dažďové vetvy. Mesto zároveň podporuje opatrenia na zadržiavanie zrážok a znižovanie zaťaženia recipienta, čo prispieva k ochrane vodného prostredia.

**Prešov** je krajským mestom ležiacim na východnom Slovensku. Počet obyvateľov je približne 92 000. Je tretie najväčšie mesto a zároveň metropola najväčšieho kraja na Slovensku. Z hľadiska kriminality je Prešov mierne nadpriemerným mestom. Odpadová voda z mesta je čistená na čistiarni Prešov. Dĺžka kanalizácie je 1 až 15 km. Historické jadro s pamiatkami a kultúrnymi inštitúciami dáva mestu osobitý ráz. Hospodárstvo stojí na prepojení priemyslu, služieb a školstva a vytvára pestrú štruktúru pracovných príležitostí. Verejná doprava a regionálne vlaky zlepšujú dostupnosť okolitých obcí a prinášajú do mesta denných dochádzajúcich. V oblasti bezpečnosti mesto posilňuje prevenciu, komunitné programy a prácu s mládežou s cieľom znižovať rizikové správanie.

**Trenčín** je jedno z najstarších miest Slovenska. Leží na západnom Slovensku a z hľadiska počtu obyvateľov (57 000) mu patrí deviate miesto. Patrí k mestám s najnižšou kriminalitou na Slovensku. V blízkosti mesta sa konajú viaceré hudobné festivaly. Odpadová voda z mesta je čistená na dvoch čistiarniach (ľavý breh a pravý breh); čistiareň Trenčín ľavý breh spracúva vodu od približne 47 000 obyvateľov. Dĺžka kanalizácie je 1–15 km. Trenčín je prirodzeným centrom služieb, vzdelávania a športu pre širší región. Veľké podujatia každoročne prinášajú tisíce návštevníkov a vyžadujú dočasné posilnenie dopravy a komunálnych služieb. Rozdelenie kanalizačnej sústavy na ľavobrežnú a pravobrežnú minimalizuje potrebu prečerpávania cez rieku a zvyšuje prevádzkovú spoľahlivosť.

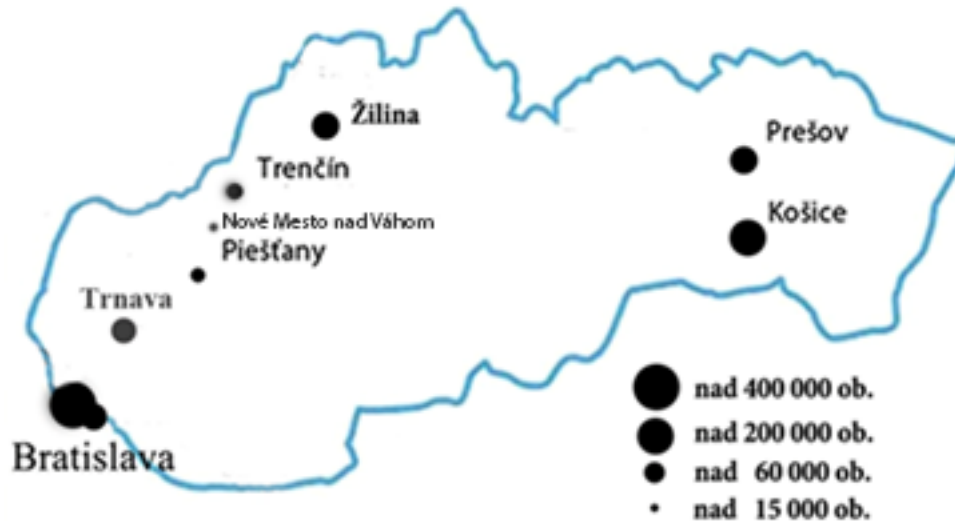
**Piešťany** sa nachádzajú severovýchodne od Bratislavy a sú najvýznamnejšie kúpeľné mesto Slovenska. Počet obyvateľov je približne 30 000. Odpadová voda sa čistí na čistiarni Piešťany.

Dĺžka kanalizácie je 1 až 10 km. Kúpeľníctvo zásadným spôsobom formuje ekonomiku a charakter mesta, ktoré je známe celoročnou ponukou liečebných a relaxačných služieb. Urbanistické riešenia uprednostňujú pešiu dostupnosť, parky a promenády, aby vyhovovali domácim aj návštevníkom. Ochrana liečivých zdrojov a termálnych vôd je dlhodobou prioritou, ktorá sa premieta do režimu ochranných pásiem a monitoringu. Prevádzka čistiarne zohľadňuje blízkosť kúpeľných zón a kladie dôraz na minimalizáciu hluku a zápachu. Mesto podporuje zelenú a modrú infraštruktúru, ktorá zadržiava dažďovú vodu a zlepšuje mikroklimu.

**Trnava** je krajské mesto na západe Slovenska a siedme najväčšie mesto v krajine s približne 66 000 obyvateľmi. Patrí k mestám s vyššou kriminalitou spojenou s drogami ako amfetamín a najmä metamfetamín. Odpadová voda z mesta je čistená na komunálnej čistiarni Trnava. Dĺžka kanalizácie je 2 až 15 km. Trnava je významným priemyselným aj univerzitným centrom, čo priťahuje denných dochádzajúcich a študentov z celého regiónu. V drogovej politike sa uplatňuje kombinácia prevencie v školách, terénnej sociálnej práce a dostupnej liečby závislostí. Analýzy odpadových vôd môžu doplniť dáta o trendoch užívania látok a umožniť mestským službám rýchlejšie reagovať. Mestská polícia a komunitné programy cieľia na lokality s vyšším rizikom, pričom dôraz je na bezpečnosť a poriadok vo verejnom priestore. V spolupráci s prevádzkovateľom sa kladie dôraz na modernizáciu čistiarne, aby zvládala kolísanie prietokov s menšou energetickou náročnosťou a nižším environmentálnym zaťažením.

**Nové Mesto nad Váhom** je okresné mesto v Trenčianskom kraji na Považí, ležiace na rieke Váh pod výbežkami Bielych Karpát. K 31. 12. 2024 malo 19 337 obyvateľov. Rozloha mesta je 32,58 km<sup>2</sup> a prvá písomná zmienka pochádza z roku 1253. Mesto je dôležitým dopravným bodom s výjazdom na diaľnicu D1 a železničnou stanicou na hlavnej trati Bratislava–Žilina. K obľúbeným rekreačným miestam patrí areál Zelená voda pri diaľnici, kde sa v lete konajú podujatia a festivaly. Nové Mesto nad Váhom má infraštruktúru čistenia odpadových vôd vhodnú na moderné monitorovanie drogovej situácie. Mestská čistiareň odpadových vôd (ČOV) zabezpečuje mechanicko-biologické čistenie a zhromažďuje odpadové vody z väčšiny územia. To umožňuje aplikovať tzv. epidemiológiu založenú na odpadových vodách.

**Celkový počet monitorovaných obyvateľov v našej štúdii za rok 2024 je približne 1 mil., z toho počet obyvateľov monitorovaných počas vybraných piatich festivaloch (Pohoda, Grape, Lovestream, Uprising, Lodenica) je vyše 150 000 (tab. 2 - príloha).**



**Obrázok 1b.** Mapa zobrazujúca vybrané monitorované miesta Slovenska počas roka 2024

### *Odpadové vody a monitorované vybraných festivalov*

Analýzy odpadových vôd, ktoré zachytávajú prítomnosť drog a ich metabolitov, možno využiť na monitoring ich spotreby aj na priebežných bodových zdrojoch (napr. pravidelné diskotéky a tanečné kluby) či na bodovo ohraničených podujatiach (hudobné festivaly). Aby bol monitoring konkrétneho festivalu metodicky relevantný, podujatie musí byť pripojené na verejnú kanalizáciu alebo sa musí zabezpečiť odvoz fekálnych vôd na monitorovanú čistiareň odpadových vôd. Na hudobných festivaloch sa často používajú prenosné toalety; ich obsah sa po dovoze na ČOV spravidla riedi surovou pritekajúcou odpadovou vodou. Dôvodom je vyšší obsah biocídnych prípravkov, ktoré vo vyšších koncentráciách môžu inhibovať biologický stupeň ČOV. Štúdie zamerané na analýzu odpadových vôd počas hudobných podujatí predstavujú užitočnú a jedinečnú doplňujúcu metódu monitorovania užívania legálnych aj nelegálnych psychoaktívnych látok u špecifických skupín populácie (Mackuľak a kol., 2019).



**Obrázok 2a.** Prenosné toalety používané na hudobných festivaloch

V správe za rok 2024 bola na základe analýz odpadových vôd z festivalov, monitorovaný výskyt a spotreba vyše 50 vybraných psychoaktívnych zlúčenín a ich metabolitov medzi ktorými sú aj vybrané nové psychoaktívne substancie označované skratkou NPS (príloha – tabuľka 1 a 5).

### Monitorované festivaly:

**Grape Festival** – multižánrový festival so silným zastúpením **elektroniky a tanečných žánrov**. Ročník 2024 sa uskutočnil 9.–10. augusta 2024 na Letisku Trenčín. Festival navštívilo takmer 30-tisíc ľudí, čo zodpovedá aj deklarovanej kapacite areálu - približne 30 000 osôb.

**Uprising** – festival zameraný najmä na **reggae** žánre. V roku 2024 sa festival konal 30.–31. augusta 2024 v areáli Zlaté piesky v Bratislave; program prebiehal na viacerých pódiových s takmer stovkou vystúpení. Z hľadiska WBE je dôležité, že odpadové vody z danej lokality sú odvádzané do verejnej kanalizácie smerujúcej na ČOV Bratislava – Vrakuňa.

**Country Lodenica** – tradičný **country/folk/bluegrass** festival. Ročník 2024 sa uskutočnil 22.–24. augusta 2024 v areáli Zelená Voda - Nové Mesto nad Váhom. Line-up a formát potvrdzovali tri pódia a desiatky účinkujúcich. Počet účastníkov bol okolo 10 000 až 15 000.

**LOVESTREAM (Bratislava – Vajnory)** – mainstreamový **pop/rock/dance** festival. V roku 2024 prebehol 16.–18. augusta 2024 na starom letisku Vajnory v Bratislave. Areál vo Vajnoroch spadá do pravobrežného bratislavského kanalizačného systému - ČOV Bratislava Vrakuňa. Počet návštevníkov sa pohyboval okolo 20 000 denne.

**Pohoda 2024 (Trenčín – Letisko)** – multižánrový kultúrny festival plánovaný na 11.–13. júla 2024 na Letisku Trenčín. Program bol v roku 2024 však predčasne ukončený po silnej búrke (12. 7.), ktorá spôsobila pád veľkého stanu. Organizátori následne 13. 7. 2024 zvyšok ročníka zrušili. Počet účastníkov okolo 30 000.



Obrázok 2b. Festival Pohoda

## **1.2 Možnosti monitoringu psychoaktívnych látok z odpadových vôd Slovenska**

Odpadové vody okrem všeobecného chemického (tuky, cukry, bielkoviny) a biologického znečistenia (napr. RNA/DNA fragmenty a samotné patogény) či tuhých nečistôt obsahujú aj rôzne typy špecifických organických zlúčenín, ktorých koncentrácie sú často pod hodnoty mg/l. Jedná sa o širokú skupinu polutantov/mikropolutantov a ich metabolitov či rozkladných fragmentov. Medzi mikropolutanty vyskytujúce sa v odpadových vodách zaradíme kontrastné a biocídne látky, pesticídy, hormóny, umelé sladidlá, antibiotiká a ďalšie typy liečiv a ich primárnych alebo sekundárnych metabolitov, legálne a ilegálne drogy (Buerge a kol., 2003; Bodík a kol. 2021; Karolak a kol., 2010; Mackuľak a kol., 2016; Pal a kol., 2013; Zuccato a kol., 2005).

Zdrojom NPS, legálnych a ilegálnych drog a ich primárnych či sekundárnych metabolitov v odpadových vodách Slovenska sú najmä ich užívatelia, v menšej miere možní nelegálni výrobcovia. Drogy a ich metabolity sa od užívateľov do kanalizácie dostávajú prevažne v forme exkrementov (vyskytujú sa najmä v moči, v stolici a v niektorých prípadoch v pote) a pri sprchovaní, umývaní a tiež procesom prania oblečenia (Mackuľak a kol. 2020). V kanalizácii sa postupne môžu tieto typy zlúčenín rôzne bioticky aj abioticky štiepiť či sa sorbovať na tuhé častice a povrch kanalizácie. Na ich postupný rozklad vplýva viacero rôznych chemických a fyzikálno-chemických faktorov akým sú: zdržná doba v kanalizácii, pH odpadovej vody, obsah kyslíka či sulfidov, teplota, mikrobiálne spoločenstvo, v menšej miere prítomnosť svetla (možná fotodegradácia), a v neposlednej rade aj samotná chemická štruktúra zlúčeniny (Mackuľak a kol. 2014; Mackuľak a kol. 2019; Fedorova a kol., 2013; Krizman-Matasic a kol., 2019).

Na základe týchto poznatkov sa postupne začali publikovať od roku 2005 rozsiahle národné štúdie z jednotlivých krajín sveta, ktoré poukazovali na rozdielnu dominanciu rôznych typov NPS či ilegálnych drog v rôznych regiónoch sveta (Castiglioni a kol., 2011; Castiglioni a kol., 2021; Irvine a kol., 2011; Mackuľak a kol. 2020; Mercan a kol., 2019; Reid a kol., 2011; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024).

Možnosť monitorovania spotreby ilegálnych drog či niektorých liečiv na základe analýz odpadových vôd bola prvý raz vyslovená Daughtonom a Ternesom už v roku 1999 na konferencii v New Yorku. Vývoj nových analytických postupov viedol k tomu, že sa v odborných kruhoch začal postupne udomáňovať pojem „sewage epidemiology“, teda epidemiológia odpadových vôd alebo „WBE„. Od roku 2005 bolo zistené, že na základe analýzy danej drogy či dominantného metabolitu je možné odhadnúť aj počet použitých dávok

vo vybranej odkanalizovanej lokalite. Viaceré odborné štúdie následne začali publikovať možnosti monitoringu rôznych druhov legálnych a ilegálnych drog či NPS z odpadových vôd (Brandeburová a kol. 2020; Mackuľak a kol., 2015; Mackuľak a kol., 2016; Ort. A kol., 2014; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024). Postupne sa zistilo, že nielen koncentrácia pôvodnej drogy v odpadovej vode môže byť zdrojom informácii o spotrebe v danom meste či regióne, ale aj výskyt dominantného metabolitu (Castiglioni a kol., 2006; Castiglioni a kol., 2011; Brandeburová a kol. 2020). Z hľadiska prepočtu spotreby ilegálnych drog sa často využíva napríklad stabilnejší metabolit ako samotná droga kokaín – benzoylekognín (Ort. A kol., 2014; Thomas a kol., 2012; Irvine a kol., 2011; Van Nuijs a kol., 2012).

Po 20 rokoch od prvej štúdie je možné skonštatovať, že sa táto vedná oblasť stále rýchlo vyvíja najmä v oblasti biochémie/genetiky/analytickej chémie a hľadania nových skupín biomarkerov. Svedčia o tom aj najnovšie práce z roku 2024/2025, ktoré popisujú možnosti monitorovania rôznych skupín biomarkerov endogénneho ľudského metabolizmu, nových typov drog a psychoaktívnych látok (NPS) (Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024). Na základe kvantitatívneho merania špecifických biomarkerov v odpadových vodách z rôznych regiónov a miest je tiež možné následne hodnotiť životný štýl populácie v danom meste alebo regióne, výskyt a rozšírenie niektorých typov ochorení, ako aj negatívny či pozitívny vplyv životného prostredia na jej zdravie (Van Nuijs a kol., 2012; Bodík a kol., 2019; Mackuľak a kol. 2020).

Predkladaná tabuľka 1. v správe popisuje navrhnuté koeficienty, ktoré sa používajú pri prepočte spotreby napr. ilegálnych drog a vybraných psychoaktívnych zlúčenín. Pokiaľ je pôvodná zlúčenina v odpadovej vode a počas doby odberu stabilná, využíva sa priamo na jej samotný prepočet spotreby (napríklad MDMA). Ak je v kanalizácii droga štrukturálne nestabilná (napr. nikotín alebo kokaín) a podlieha rýchlo rôznym degradačným procesom, je nutné nájsť či využiť jej stabilný metabolit a počítať tak spotrebu na základe jej metabolického koeficientu (Mackuľak a kol. 2020; Ort. A kol., 2014; Thomas a kol., 2012).

**Tabuľka 1.** popisuje v prvom stĺpci analyzované zlúčeniny v odpadových vodách, ktoré sú následne pomocou koeficientu prepočítané na spotreby im prislúchajúcej droge

<b>Analyzovaná zlúčenina v odpadovej vode</b>	<b>Prepočítavací koeficient</b>	<b>Droga</b>
MDMA	1,5	MDMA
THC-COOH	152	Marihuana/THC

Benzoylchgonín (BE)	2,77	Kokaín
Metamfetamín	3,3	Metamfetamín
Amfetamín	3,3	Amfetamín
EDDP	6,3	Metadón

Získavanie dát analýzou odpadových vôd pomocou LC-MS/MS metód a následne vyhodnotenie realizovaného monitoringu vybraných zlúčenín pomocou jednotiek mg/deň/1000obyv., je v dnešnej dobe zrovnateľnou hodnotou s ostatnými štúdiami v tejto vednej oblasti. Na výpočet množstva spomínanej jednotky mg/deň/1000obyv je potrebné poznať počet pripojených obyvateľov na monitorovanú stokovú sieť a denný prietok odpadovej vody prichádzajúci na čistiareň. Z aktuálnej dennej koncentrácie a prisluhujúceho denného prietoku získame denné množstvo monitorovanej zlúčeniny, ktorá v daný deň vstupuje do kanalizácie (mg/deň) a na základe známeho (odhadnutého) počtu pripojených (prítomných) obyvateľov v daný deň v monitorovanej lokalite môžeme vypočítať špecifickú produkciu drogy v daný deň vzhľadom na 1000 obyvateľov označovanú ako mg/deň/1000 obyvateľov) (Bodík a kol, 2021; Mackuľak a kol., 2015; Fedorova a kol., 2013; Škubák a kol., 2014).

Popisovaná metóda má aj určité nevýhody a obmedzenia. Napríklad možným obmedzením je doposiaľ neschopnosť metódy identifikovať pohlavie či vekové skupiny užívateľov psychoaktívnych zlúčenín, analýza je taktiež obmedzená len na miesta a regióny s centralizovanou stokovou sieťou a niektoré ďalšie obmedzenia (na Slovensku je odkanalizovaných len niečo okolo 70 % obyvateľstva). Výskum v tejto oblasti sa veľmi rýchlo rozvíja a teda sa riešia aj možné nedostatky tejto analyticky náročnej metodiky monitorovania užívateľov drog (Bodík a kol., 2014; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024).



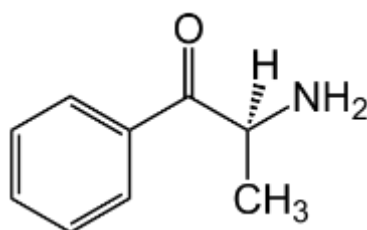
**Obrázok 3.** Čistiareň odpadových vôd (Poprad – Matejovce)

## 2 Popis analyzovaných psychoaktívnych látok v odpadových vodách SR

Cieľom štúdie realizovanej v roku 2024 bolo podrobne analyzovať 57 vybraných psychoaktívnych zlúčenín a ich metabolitov (tabuľka 1 Príloha) v odpadových vodách z vybraných miest po celom Slovensku. V samotnej Bratislave boli analyzované odpadové vody z čistiarne – ČOV Bratislava -Vrakuňa.

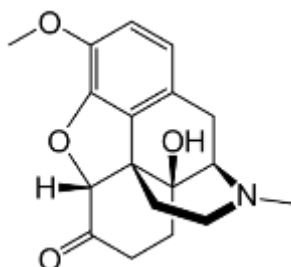
### 2.1 Podrobný popis vybraných psychoaktívnych látok

**Katinón** (benzoylethanamin) je chemicky podobný efedrínu, kathinu a ďalším amfetamínom. Účinky látky sú často popisované ako niečo medzi extázou (MDMA) a metamfetamínom. Oproti metamfetamínu sú účinky menej intenzívne a viac euforické. Fyzicky návykovým nie je, ale psychická závislosť môže byť veľmi silná. Vedľajšie príznaky sú skôr podobné amfetamínu a MDMA (extáza).



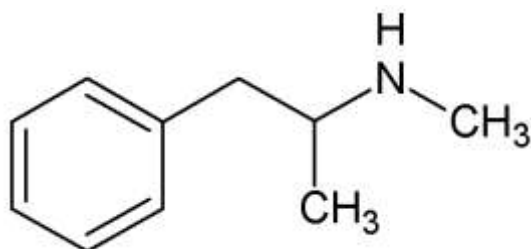
Obrázok 4. Katinón

**Oxykodón** je narkotické liečivo používané proti bolesti. V 90. rokoch 20. storočia bol používaný aj ako analgetikum. Svojou silou účinku spadá medzi morfin a kodeín. Oxykodón sa stal vďaka svojim euforickým vlastnostiam na mozog tiež často najmä v USA zneužívanou drogou. Príznaky sú podobné ako u heroínu. Oxykodón je značne návykový a vďaka jeho vlastnostiam hrozí aj ľahko predávkovanie.



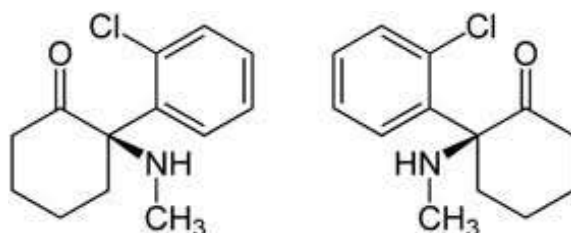
Obrázok 5. Oxykodón

**Metamfetamín** je syntetická stimulačná droga, ktorá sa vyrába na Slovensku prevažne z efedrínu, resp. v súčasnosti z pseudoefedrínu redukciou jodovodíkom za prítomnosti fosforu. Využíval sa aj v medicíne, ale v dnešnej dobe sa predovšetkým zneužíva ako ilegálna droga. Metamfetamín vyvoláva silnú eufóriu a psychickú závislosť.



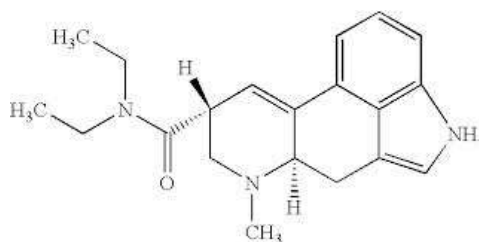
**Obrázok 6.** Metamfetamín

**Ketamín** je liečivo používané v humánnej i veterinárnej medicíne ako anestetikum, napr. pod obchodnými názvami Ketanest, Ketaset, Ketalar, Narkamon a Calypsol. Okrem anestetického účinku spôsobuje halucinácie a hypertenziu. Ketamín sa často predáva aj na internete ako zmes obidvoch izomérov. Látka sa zneužíva najmä ako rekreačná droga. Aplikuje sa injekčne, šnupaním a fajčením. Ketamín je metabolizovaný v pečeni cytochrómom P450 na hydroxynorketamín a **norketamín**, ktorý je farmakologicky aktívny a prispieva k predĺženiu účinku drogy.



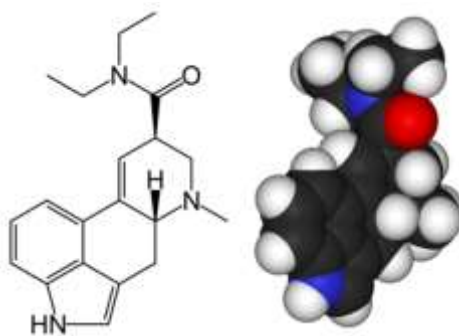
**Obrázok 7.** Ketamín

**2-oxy-3-hydroxy-LSD** patrí medzi metabolity LSD používané ako dôkaz užitia LSD v analýze odpadových vôd.



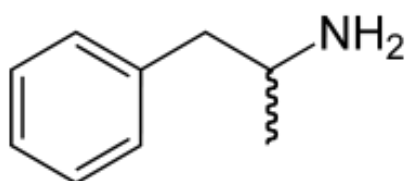
**Obrázok 8.** 2-oxy-3-hydroxy-LSD

**LSD** (dietylamid kyseliny lysergovej) je kryštalická bezfarebná zlúčenina používaná ako halucinogén. Na LSD nevzniká závislosť a má nízku toxicitu, i keď po požití drogy môže dôjsť k nežiaducim psychickým stavom. V súčasnosti je len malé množstvo odborných prác študujúcich vplyv LSD na ľudské telo. Niektoré práce naznačujú, že LSD môže mať aj liečebné účinky hlavne pri migréne. LSD sa obvyčajne užíva orálne, vo forme papierikov napustených LSD, či vo forme želatíny, tabliet alebo kryštálikov.



**Obrázok 9.** LSD

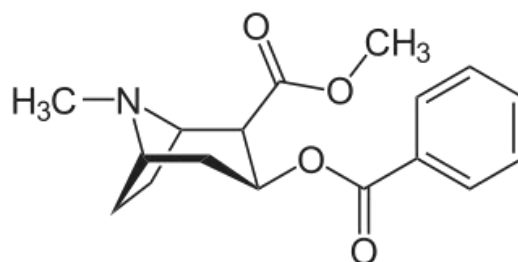
**Amfetamín** patrí spolu s metamfetamínom medzi stimulačné látky zvyšujúce hladinu neuromediátorov noradrenalinu (norepinefrinu), serotoninu, a dopaminu v mozgu. Využíva sa v liečbe poruchy pozornosti u detí s hyperaktivitou (ADHD) či pri liečbe chronického únavového syndrómu. Často je zneužívaný ako rekreačná droga, napríklad pod názvom Speed. V minulosti sa používal v dopingu. Účinky sú podobné ako u ostatných stimulantov na báze amfetamínu.



**Obrázok 10.** Amfetamín

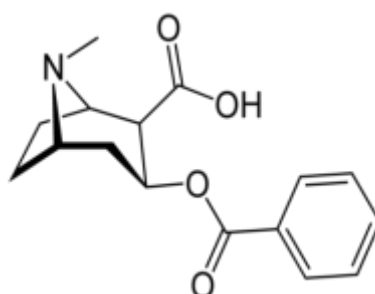
**Kokaín** je omamná látka chemicky označovaná tiež benzoylmethylekgnín. Jedná sa o stimulant, ktorého zdrojom je juhoamerická rastlina *Erythoxylum*. Čistý kokaín je kryštalický biely prášok horkej chuti. Na čiernom trhu sa však môže vyskytnúť aj kokaín, ktorý môže byť kombináciou iného stimulantu (amfetamínu) s lokálnym anestetikom, príp. môže kokaínový prášok obsahovať rôzne iné prímеси. Dodatočnou tepelnou úpravou kokaínu je možné získať

tzv. crack, ktorý sa užíva výhradne fajčením a má výraznejšie účinky ako samotný kokaín. Droga sa aplikuje šnupaním či injekčne.



**Obrázok 11.** Kokaín

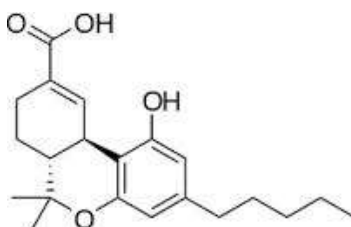
**Benzoylekgonín** je jeden z dominantných metabolitov drogy kokaín (1 – 9% sa vylúči v moči vo forme kokaínu, 35 – 55 % ako benzoylekgonín, a 32 – 49% ekgonínmetylester). Rôzne štúdie založené na priamom sledovaní kokaínu v odpadovej vode uvažujú s vylúčením 10 % z ľudského tela vo forme exkrementov a súčasne s degradáciou 60-80 % kokaínu v prostredí odpadovej vody s pH = 6 pri 20 °C. Výpočty založené priamo na stanovenie kokaínu poskytujú vyššie výsledky, a preto sa častejšie používa nepriama metóda s metabolitom benzoylekgonín.



**Obrázok 12.** Benzoylekgonín

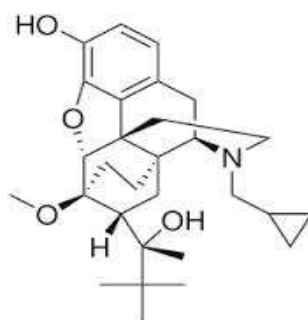
**THC – tetrahydrokanabinol (delta-9-tetrahydrocannabinol)** je jeden z viac než 100 kannabinoïdov a je hlavnou psychoaktívnou látkou nachádzajúcou sa v *Cannabis sativa* a jej variantoch *Cannabis sativa* var. *Indica* (THC sa vyskytuje v rastline po vysušení, pokiaľ je jedná o živú rastlinu je možné nájsť THC napr. na povrchu rastliny). V čistej forme má THC podobu priesvitných kryštálikov, ktoré sa po zahriati stanú lepkavými. THC je ťažko rozpustný vo vode, avšak dobre rozpustný v organických rozpúšťadlách (etanol či hexán) a tukoch. Podľa jednotného dohovoru o omamných látkach (1961) „cannabis“ označuje kvitnúce alebo plodiace vrcholky konope (okrem semien a listov, ktoré nie sú na vrcholkoch rastliny), z ktorých nebola extrahovaná živica, ale v bežnom žargóne zahŕňa označenie „cannabis“ marihuanu alebo hašiš.

V odpadových vodách bola sledovaná zlúčenina **THC-COOH** (11-nor-9-karboxy-delta9-tetrahydrocannabinol) ako jeden z hlavných produktov metabolizmu THC. Sledované je len voľné THC-COOH. Predpokladaná koncentrácia THC-COOH v odpadovej vode na Slovensku sa pohybuje v rozsahu 10 - 200 ng/l.



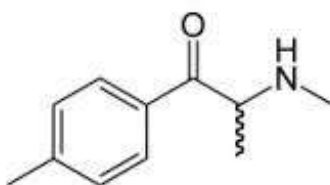
**Obrázok 13.** THC-COOH

**Buprenorfín** je derivát thebaínu. Thebaín je opioid využívaný ako analgetikum. Buprenorfín sa svojimi účinkami podobá morfiu. Má dlhšiu dobu účinku a podáva sa orálne zväčša vo forme tabliet. Zlúčenina sa používa na liečbu drogovu závislých, užívanie zdravými ľuďmi môže viesť k závislosti.



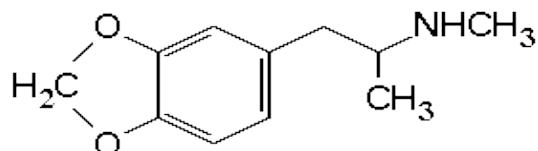
**Obrázok 14.** Buprenorfín

**Mefedrón** je syntetická stimulačná droga z triedy amfetamínov a katinónov. Podľa dostupných informácií býva obsiahnutý v niektorých stimulačných prípravkoch. Mefedrón môže mať formu kapsuly, tabliet alebo bieleho prášku, užívateľ ho môže šnúpať, aplikovať injekčne alebo orálne. Obvyklá dávka drogy je v rozsahu 50-150 mg.



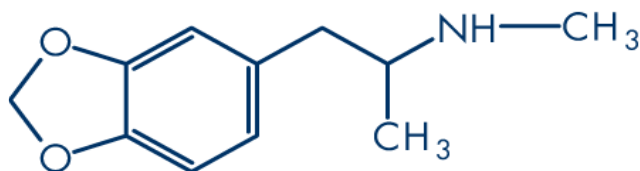
**Obrázok 15.** Mefedrón

**MDMA (extáza)** je syntetická droga patentovaná už v roku 1913 nemeckou firmou MERCK. Spočiatku sa voľne predávala ako odtučňovacie tablety. Užívatelia drogy sa cítia šťastní, uvoľnení, srdeční k ostatným. Zintenzívňuje zmyslové vnímanie. V pečeni sa droga metabolizuje na MDA (3,4-methylenedioxyamfetamin - droga veľmi podobná účinkom MDMA ale toxickejšia). V moči odchádza 2/3 v nezmenenej štruktúre MDMA a 7% MDA. Biologický polčas rozkladu MDMA v organizme je asi 6 hodín.



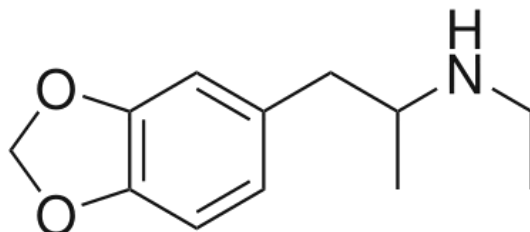
**Obrázok 16. MDMA**

**MDA** (3,4-methylenedioxyamfetamin) je droga veľmi podobná extáze, je však finančne dostupnejšia. Predáva sa vo forme tabliet, prášku a kryštálikov. Je značne toxická, účinok drogy môže trvať až 10 hodín. MDA sa z tela vylučuje aj pri požití drogy MDMA ako jeden z metabolitov.



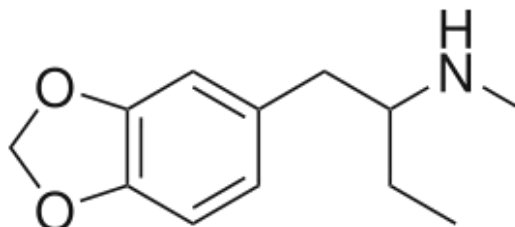
**Obrázok 17. MDA**

**MDEA** (3,4-metylen dioxy-N-etylamfetamín) je halucinogénna droga. MDEA, je syntetický derivát amfetamínu veľmi podobný extáze. Subjektívne účinky MDEA sú podobné MDMA. MDEA sa vyrába rôzne po svete v ilegálnych laboratóriách. Predáva sa vo forme tabliet, samotná alebo v kombinácii s ďalšími látkami.



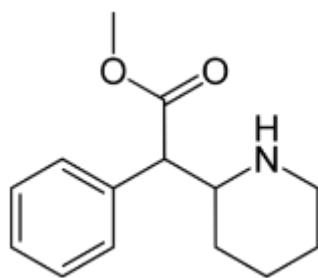
**Obrázok 18. MDEA**

**MBDB** (N-metyl-1-(1,3-benzodioxol-5-yl)-2-butamin) je fenyletylamín chemicky blízky droge MDMA. Používa sa experimentálne v psychoterapii a tiež ako droga. V Európe sa predáva vo forme tabliet či prášku. Často sa predáva ako extáza, niekedy sa kombinuje s drogami ako LSD či ketamín. Trvanie účinkov drogy je 4 - 6 hodín. MBDB má empatogénne účinky podobné extáze, ale miernejšie.



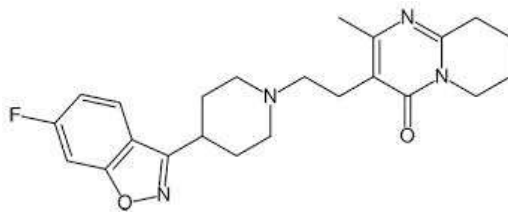
**Obrázok 19.** MBDB

**Metylfenidát** (MPH) je látka podobná amfetamínom, ale vyvoláva slabšie účinky. Je predpisovaná k liečbe poruchy pozornosti (ADHD) u detí a dospelých – u osôb trpiacich touto chorobou zlepšuje schopnosť sústredenia. Tiež je používaná pri narkolepsii a po určitých druhoch mozgových zranení. Chemicky to je biela jemná kryštalická látka bez zápachu. Zlúčenina sa predáva napríklad pod názvom Ritalin, Ritalina, Rilatine, Rubifen Focalin a Centedrin. Metylfenidát zvyšuje v mozgu hladinu dopamínu. Látka sa zneužíva značne študentmi napríklad počas skúškového obdobia.



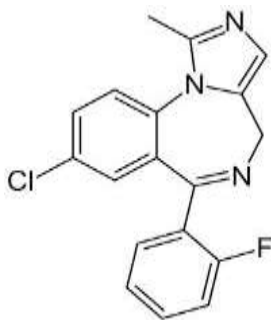
**Obrázok 20.** Metylfenidát

**Risperidón** je antipsychotikum, ktoré má vyvážený účinok na prenášače v mozgu. Pôsobí na príznaky schizofrénie a depresie, pričom má menej vedľajších účinkov ako klasické neuroleptiká.



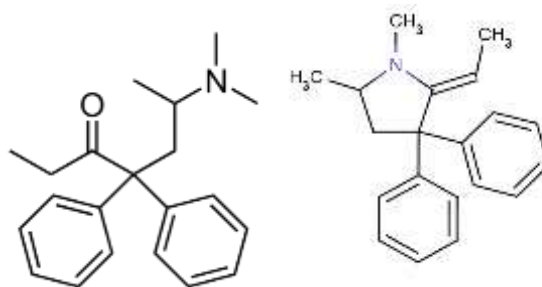
**Obrázok 21.** Risperidón

**Midazolam** (INN) je krátkodobo pôsobiace liečivo z triedy benzodiazepínov. V anglicky hovoriacich krajinách sa predáva pod obchodnými značkami Dormicum, Hypnovel a Versed. V Česku a na Slovensku je registrovaná rada liečivých prípravkov s obsahom midazolamu. Má silné anxiolytické, hypnotické, antikonvulzívne, myorelaxačné a sedatívne účinky. Midazolam, podobne ako iné benzodiazepíny, má rýchly nástup účinku, vysokú účinnosť a nízku toxicitu.



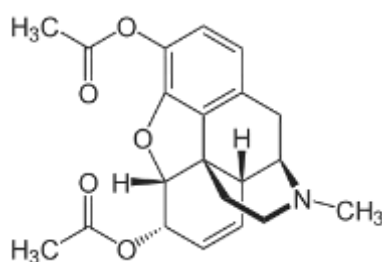
**Obrázok 22.** Midazolam

**Metadón** (syntetický opioid) sa v lekárstve používa pri liečbe závislosti na narkotikách (náhrada napr. heroínu). Metadón sa metabolizuje pomaly a je dobre rozpustný v tukoch, vďaka tomu účinkuje v organizme dlhšie ako morfiové drogy. V priemere pôsobí 25 hodín, čo je oveľa dlhšie než pôsobenie heroínu (4 – 6 hodín). Dá sa užívať ústne, čím sa odstránia problémy súvisiace s vnútrožilovou aplikáciou heroínu. Metadón je návyková droga ako všetky ostatné opiáty. Pri injekčnom podaní vyvoláva reakcie podobné/typické pre morfín vrátane euforického pocitu. **EDDP** je jedným z hlavných metabolitov metadónu. V odpadových vodách patrí medzi veľmi stabilné zlúčeniny schopné odolávať aj biologickým či chemickým degradačným procesom. Používa sa aj na výpočet spotreby metadónu.



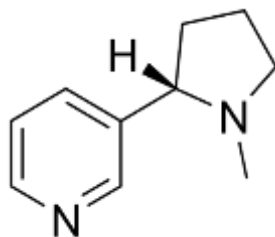
**Obrázok 23.** Metadón a metabolit EDDP

**Heroín** (diacetylmorfín) je polosyntetický opiát. V čistom stave sa jedná o jemný biely prášok horkastej chuti. Heroín u nás patrí k najnebezpečnejším drogám, a to najmä kvôli rýchlemu vzniku fyzickej a psychickej závislosti, ako aj vážnym zdravotným a sociálnym dôsledkom jeho zneužívania. Heroín sa aplikuje hlavne injekčne aplikáciou do žily, svalu alebo pod pokožku. Zriedkavejšie sa heroín fajčí alebo sa priamo vdychujú výpary z hliníkovej fólie alebo lyžice. Heroín je možné tiež šnupať nosom alebo užiť cez ústa. Bezprostredné účinky heroínu nastupujú v priebehu 15 až 30 sekúnd a trvajú často od 6 do 8 hodín. Riziko užívania drogy spočíva v pomerne rýchlom rozvoji silnej fyzickej a psychickej závislosti.

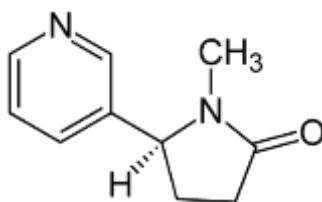


**Obrázok 24.** Heroín

**Nikotín** je prítomný vo všetkých tabakových výrobkoch, vrátane cigariet, cigár či nikotínových žuvačiek. Mnoho mladých ľudí užíva tabakové výrobky pravidelne už pred 15 rokom života. Samotný nikotín sa v ľudskom tele metabolizuje na rôzne metabolity, dominantným je hlavne kotinín. Asi 10 až 15 % nikotínu sa z tela vylúči v nezmenenej forme, 70 % sa transformuje na kotinín. V moči sa vylučujú aj ďalšie tabakové alkaloidy ako anatabín a anabasín. V odpadových vodách sa zväčša ako dôkaz užívania nikotínu deteguje metabolit kotinín. Dôvodom je väčšia stabilita tohto metabolitu oproti nikotínu.

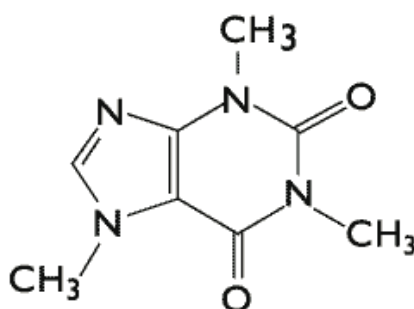


**Obrázok 25.** Nikotín



**Obrázok 26.** Kotinín

**Kofeín** ako látka je bez určitého zápachu. Na ľudské telo pôsobí aj v malých koncentráciách. Príznakom je zrýchlený tep srdca či zvýšený krvný tlak. Kofeín je schopný telu dodávať pocit, že disponuje vyššou energiou, účinky sa prejavujú aj hyperaktivitou. V niektorých prípadoch vzniká u užívateľov závislosť. Po požití sa kofeín dostáva do krvného obehu do 30 až 45 minút. Polčas rozkladu je približne 4 hodiny (od 2 do 10 hodín podľa účinnosti metabolizmu). V ľudskom tele kofeín blokuje špecifické receptory adenosín v nervových tkanivách, čím zvyšuje bdelosť a ostražitosť. Kofeín je súčasťou mnohých analgetík, keďže je schopný účinne zužovať cievy a tým tlmiť migrénové stavy.



**Obrázok 27.** Kofeín

## 2.2 Podrobný popis nových typov vybraných psychoaktívnych látok (NPS)

Nové psychoaktívne látky/substancie (NPS) možno definovať ako látky, ktoré majú podobné účinky ako vyvolávajú klasické ilegálne drogy, ktoré majú za úlohu ich nahradiť. NPS často nie sú regulované medzinárodnými dohovormi. Aj keď je veľa NPS syntetizovaných zavedením iba malých úprav v chemickej štruktúre, pojem „nové“ priamo neodkazuje na „novo vyvinuté“ zlúčeniny, ale na „novo zneužívané“ zlúčeniny. Nelegálny trh s NPS je preto veľmi dynamický, rýchlo sa vytvárajú nové alternatívne náhrady pri ktorých pomáha aj AI. EMCDDA uvádza medzi rokmi 2005 až 2024 záchyt viac ako 800 rôznych NPS.

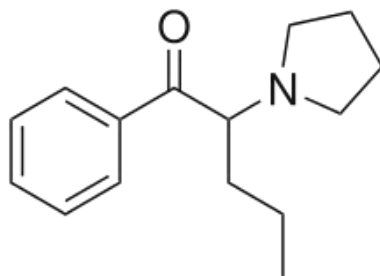
NPS je možné klasifikovať podľa rôznych kategórií - nielen na základe chemickej štruktúry. Katinóny a syntetické kanabinoidy sú uvádzané medzi najčastejšie zachytávané skupiny NPS, ale tiež boli zachytené aj benzodiazepíny, arylcyklohexylamíny, fenetylamíny a syntetické opioidy. Tieto nové substancie sa postupne stávajú ľahko dostupnými pre širšiu verejnosť, hlavne prostredníctvom elektronického obchodu a sú považované EMCDDA za narastajúci problém v mnohých krajinách EÚ, pretože sú v súčasnosti zodpovedné za početné smrteľné intoxikácie.

V správe za rok 2024 sme sa teda okrem klasických vybraných legálnych a ilegálnych drog a ich metabolitov, zaoberali aj zlúčeninami, ktoré môžu byť značnou hrozbou do blízkej budúcnosti. Klasické drogy často stagnujú a do popredia záujmu užívateľov sa preto dostávajú nové typy psychoaktívnych zlúčenín nazývané často ako tzv. „dizajnérske drogy,“. Ich nebezpečenstvo spočíva v probléme predpokladania ich účinkov (najmä možná intoxikácia) (EMCDDA, 2019, 2021, 2024; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024).

O väčšine týchto typov zlúčenín máme obmedzené množstvo informácií, nevieme napríklad u mnohých ako sa v prostredí kanalizácie správajú, či podliehajú biodegradácii alebo sú schopné prejsť až k prítoku na čistiareň, čo znemožňuje ich monitoring z hľadiska spotreby. Preto je ich výskyt v odpadovej vode uvažovaný len ako dôkaz prítomnosti napríklad na hudobnom festivale alebo v regióne (Bade a kol., 2017; Castiglioni a kol., 2016; Castiglioni a kol., 2021; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024).

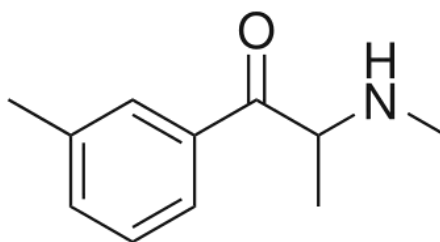
### Popis nových typov analyzovaných zlúčenín

**$\alpha$ -Pyrrolidinopentiofenón ( $\alpha$ -PVP)** – táto zlúčenina sa často vyskytuje vo forme prášku, môže teda dobre miešať s inými zlúčeninami.  **$\alpha$ -PVP** je syntetický stimulant patriaci medzi katinóny, bol vyvinutý v 60. rokoch 20. storočia a predáva sa ako tzv. „dizajnérska droga,“.



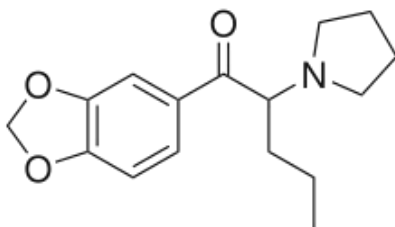
**Obrázok 29.**  $\alpha$ -pyrolidínovalefenón

**3-metylmekatinón (3-MMC)** – patrí podobne ako 4-metylmekatinón (4-MEC) do zoznamu psychoaktívnych látok (boli zaradené v roku 2014), ako náhrada mefedrónu. Na Slovensko sa v menších množstvách dostávajú najmä z okolitých krajín ako je Maďarsko, Poľsko či Česká republika. 3-MMC patrí do rodiny katinónov a v Európe bol prvý raz zachytený v roku 2012 (Švédsko). Na Slovensku patrí v súčasnosti do zoznamu I skupiny omamných a psychotropných látok (<https://www.zakonypreludi.sk/zz/1998-139>).



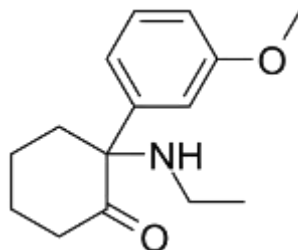
**Obrázok 30.** 3-metylmekatinón

**Metyléndioxypyrovalerón (MDPV)** - bol prvýkrát syntetizovaný v roku 1969 ako povzbudzujúca látka. Môže účinkovať viac ako 7 hodín a užívateľ pociťuje nadmernú energiu až eufóriu. Kombinuje sa s viacerými typmi iných psychoaktívnych látok ako je napríklad mefedrón. MDPV v porovnaní s mefedrónom spôsobuje prudší ústup účinkov.



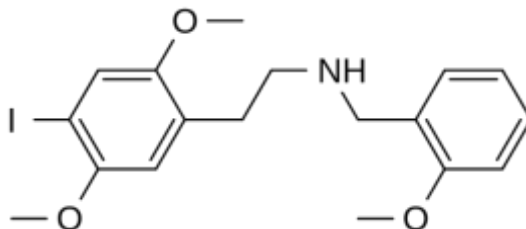
**Obrázok 31.** Metyléndioxypyrovalerón

**Metoxetamín (MXE)** - je arylecyklohexylamínová látka, ktorá je chemicky podobná ketamínu a medzinárodne kontrolovanej látke fencyklidín (PCP). V súvislosti s metoxetamínom nahlásilo vyše šesť členských štátov 20 úmrtí.



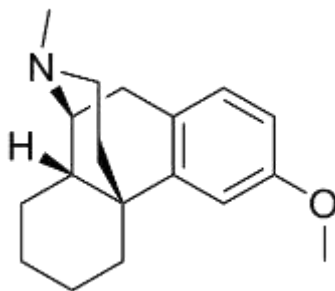
**Obrázok 32.** Metoxetamín

**25I-NBOMe** - zlúčenina je silný syntetický derivát látky 2,5-dimetoxy-4-jódofenetylamín (2C-I), klasického serotonergického halucinogénu, ktorý bol podrobený hodnoteniu rizika a kontrolným opatreniam a bol predmetom trestných sankcií na úrovni Únie od roku 2003. Je ťažké určiť konkrétne účinky 25I-NBOMe na človeka. 25I-NBOMe sa často predáva podobne ako LSD v napustených papierikoch. Mieša sa aj s inými typmi psychoaktívnych látok ako 25C-NBOMe alebo 25H-NBOMe.



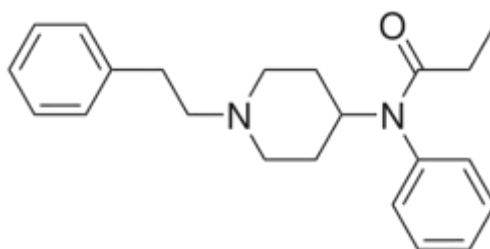
**Obrázok 33.** 25I-NBOMe

**Dextrometórfan** - je možné zaradiť medzi rekreačné drogy. Často sa využíva ako účinný liek proti kašľu. V nadmerných dávkach sa stáva disociačným halucinogénom. Ide o opioidový derivát s rýchlym nástupom účinku, ktorý sa metabolizuje v pečeni a vylučuje močom. Nie je fyzicky návykový, je však dobre dostupný. Jeho nadmerné užívanie predstavuje riziko vzniku závažných nežiadúcich účinkov, ktoré môžu viesť až k smrti.



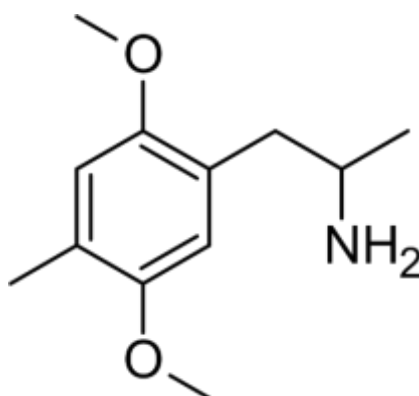
**Obrázok 34.** Dextrometórfan

**Fentanyl** - je veľmi silné syntetické opiátové analgetikum podobné morfinu, ktoré sa využíva napríklad v nemocniciach na tíšenie silných bolestí. Často krát sa fentanyl zneužíva ako náhrada morfinu či heroínu (je približne osemdesiatkrát silnejší ako morfin). Na Slovensku sú aj prípady kedy sa podobne ako metamfetamín aj fentanyl pripravuje nelegálne v tzv. domácich ilegálnych laboratóriách. Fentanyl patrí v súčasnosti na Slovensku do zoznamu II skupiny omamných a psychotropných látok (<https://www.zakonypreludi.sk/zz/1998-139>).



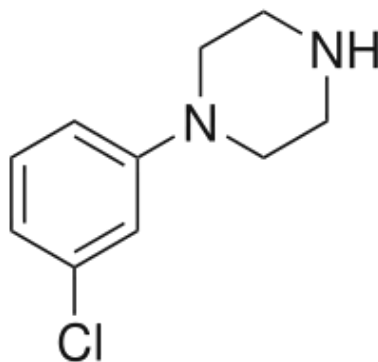
**Obrázok 35.** Fentanyl

**2,5-dimetoxy-4-metylamfetamín (DOM)** – patrí medzi psychodelické látky podobné amfetamínu. Jej tvorcom je známy organický chemik Alexander Shulgin. Zlúčenina je na ulici tiež známa ako STP. Jedna dávka je 3 až 10 mg, spočiatku sa ale distribuoval v 20 mg tabletkách. Má podobné vlastnosti na užívateľa ako LSD.



**Obrázok 36.** 2,5-dimetoxy-4-metylamfetamín

**1-(3-chlorfenylpiperazín) (mCPP)** - nová psychoaktívna látka, ktorá bola prvý krát zachytená v roku 2005 vo Francúzku a Švédsku. Na trhu je mCPP dostupný vo forme tabliet. Často sa predáva zmiešaná spolu s MDMA. mCPP má bohatú históriu, keďže ho testovala aj napríklad armáda USA ako bojovú látku schopnú vyvolať migrénu.

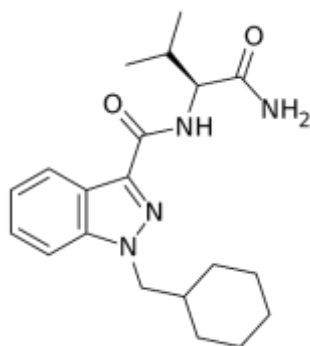


**Obrázok 37.** 1-(3-chlorfenylpiperazín)

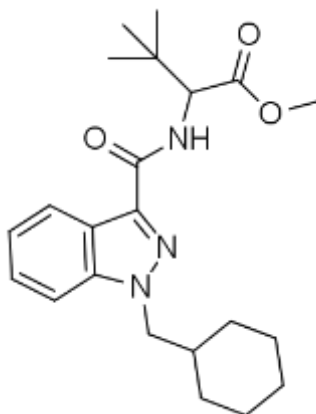
**Etylfenidát**- patrí medzi psychoaktívne látky - stimulanty, ktoré sa môžu predávať hlavne na koncertoch a hudobných festivaloch. Užívatelia etylfenidát nakupujú ako lacnú náhradu drogy kokáin či metylfenidátu.

**Syntetické kanabinoidy** sú radené medzi agonistov kanabinoidových receptorov, s podobnými účinkami ako delta-9-tetrahydrokanabinol (THC). Syntetické kanabinoidy sú pridávané do rôznych bylinných zmesí a predávané pod špecifickými názvami ako napríklad Spice či K2.

Na Slovensku patrí napríklad AB-CHMINACA podobne ako viaceré popísané NPS v tejto správe do I alebo II skupiny omamných a psychotropných látok (<https://www.zakonypreludi.sk/zz/1998-139>). MDMB-CHMINACA je syntetický kanabinoid známy aj ako MDMB(N)-CHM. Je podobnou látkou ako MDMB-FUBINACA, ktorá má len v Rusku na svedomí viac ako 1000 hospitalizovaných ľudí a okolo 50 úmrtí.

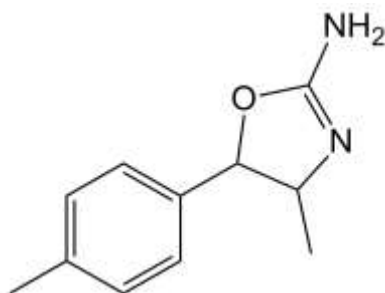


**Obrázok 38.** AB-CHMINACA



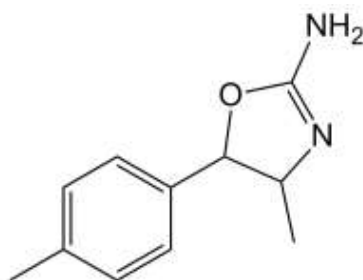
**Obrázok 39.** MDMB-CHMINACA

**4,4'-Dimethylaminorex** – je psychoaktívna látka - stimulant, ktorá je často nazývaná aj **4,4-DMAR**. Prvý záchyt bol hlásený v Holandsku v roku 2012. Následne sa táto zlúčenina rozšírila po celej Európe (Dánsko, Maďarsko, Anglicko Fínsko). 4,4-DMAR sa často kombinuje s inými látkami čo môže viesť až k smrti.



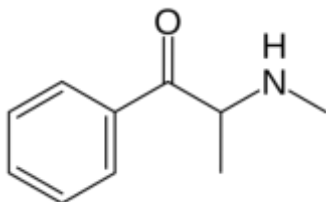
**Obrázok 40.** 4,4'-Dimethylaminorex

**Para-metoxi-N-metylamfetamín (PMMA)** – patrí medzi stimulanty príbuzné amfetamínovým typom drog. V súčasnosti je PMMA málo preskúmanou zlúčeninou z hľadiska jej toxicity.



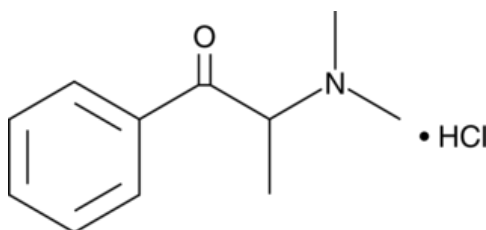
**Obrázok 41.** Para-metoxi-N-metylamfetamín

**Metkatinón** – je zlúčenina často nazývaná aj „cat“ či „Jeff“. Jedná sa o psychoaktívnu zlúčeninu, ktorá u užívateľa môže spôsobovať eufóriu. Je návyková a môže sa aplikovať fajčením, injekčne alebo orálne. Zlúčenina je kontrolovaná Dohovorom o psychoaktívnych látkach.



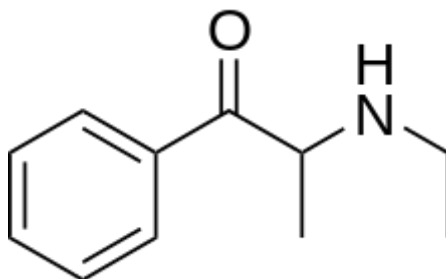
**Obrázok 42.** Metkatinón

**N,N-Dimetylkatinón (hydrochlorid)** - jedná sa o zlúčeninu, ktorá sa môže dostávať do kanalizácie najmä v exkrementoch, keďže sa jedná o možný metabolit rozličných typov katinónov.



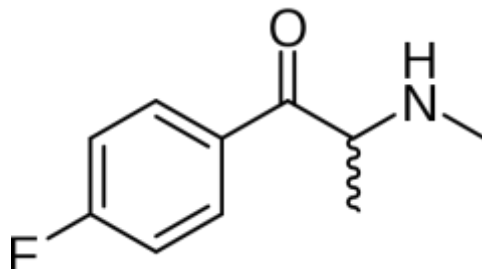
**Obrázok 43.** N,N-Dimetylkatinón (hydrochlorid)

**Etkatinón** – táto zlúčenina je známa aj ako etylpropión alebo ETH – CAT. Jedná sa o stimulant. Etkatinón je jeden z metabolitov dietylkatinónu a často sa pridáva do tabliet predávaných ako extáza. Príkladom je viacero záchytov napríklad v Austrálii.



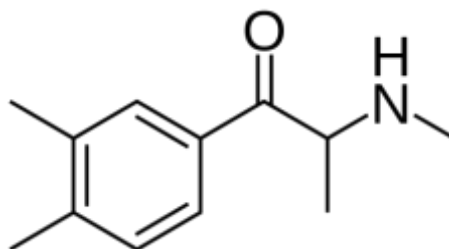
**Obrázok 44.** Etkatinón

**4-fluorometkatinón alebo fefedrón (4-FMC)** je stimulačná droga patriaca do skupiny katinónov. Od roku 2010 je napríklad zakázaná v Poľsku, Švédsku, Austrálii či Litve. V Číne sa v roku 2015 stala kontrolovanou zlúčeninou.



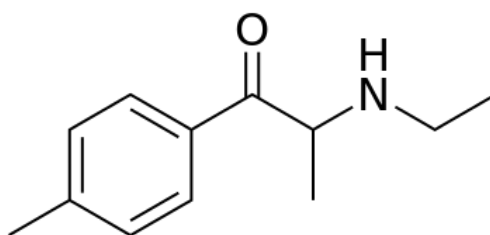
**Obrázok 45.** 4-fluorometkatinón (4-FMC)

**3,4-Dimetylmetskatinón(3,4-DMMC)** – jedná sa o dizajnérsku drogu, ktorá je v súčasnosti rozšírená po celom svete. Prvý raz bola zachytená v roku 2010 a predpokladá sa, že jej výroba bola podmienená zákazom zlúčeniny mefedrón. Značné množstvo záchytov je hlásených z Austrálie.



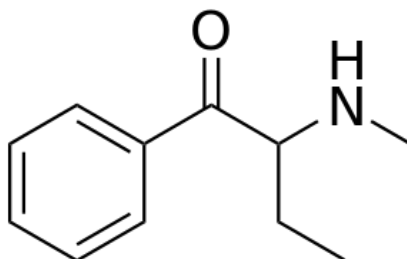
**Obrázok 46.** 3,4-Dimetylmetskatinón (3,4-DMMC)

**4-Metyletkatinón (4-MEC)** – jedná sa o zlúčeninu, ktorá je chemicky podobná mefedrónu. Táto zlúčenina sa často mieša s inými psychoaktívnymi zlúčeninami zo skupiny katinónov. Taktiež sa používa ako prímes do tabliet drogy extáza. Tento prípad bol zachytený napríklad na Novom Zélande.



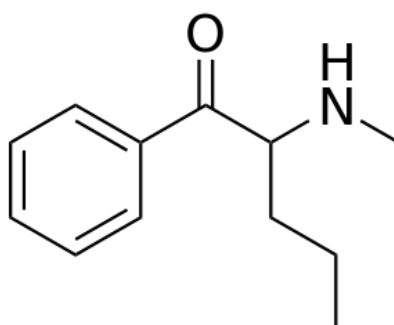
**Obrázok 47.** 4-Metyletkatinón (4-MEC)

**Bufedrón (MABP)** – bol prvý raz vyrobený v roku 1928. Jedná sa o stimulant zo skupiny katinónov. Táto zlúčenina je legálna vo viacerých krajinách sveta pokiaľ je použitá na vedecké účely.



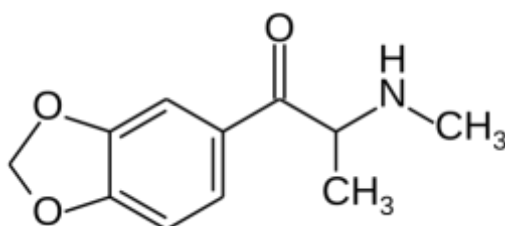
**Obrázok 48.** Bufedrón (MABP)

**Pentedrón** – je zlúčenina známa aj ako  $\alpha$ -metylamino-valerofenón. Jedná sa o stimulant zo skupiny katinónov. Je pridávaný niekedy aj do soli používanej do kúpeľa – tieto záchyty boli prvý raz uverejnené v roku 2010.



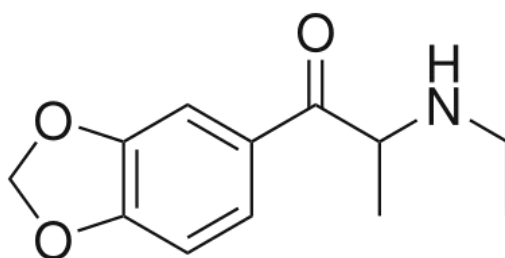
**Obrázok 49.** Pentedrón

**Metylón** – je zlúčenina známa aj ako 3,4-metyléndioxy-*N*-metylkatinón či pod skratkami "MDMC", " $\beta$ k-MDMA" alebo M1. Chemicky je zlúčenina podobná MDMA (účinná látka drogy extáza). Prvý raz bol metylón vyrobený v roku 1996 dvomi chemikmi - Peytonom Jacobom III a Alexandrom Shulginom. Zlúčenina bola skúmaná ako možné antidepresívum. Od roku 2004 sa postupne objavujú hlásenia o jeho zneužívaní na rekreačné účely.



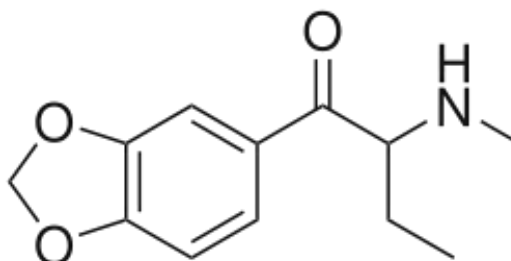
**Obrázok 50.** 3,4-metyléndioxy-*N*-metylkatinón

**Etylón**– zlúčenina známa aj ako 3,4-metylendioxy-N-etylkatínón (MDEC,  $\beta$ k-MDEA). V súčasnosti je táto zlúčenina využívaná ako dizajnérska droga, analóg zlúčenina MDEA. Stále chýba výskum, ktorý by komplexne popísal toxicitu, metabolický rozklad či ďalšie vlastnosti tejto zlúčeniny. V USA je v dnešnej dobe viacero hlásení spojených s úmrtím užívateľov tejto psychoaktívnej látky.



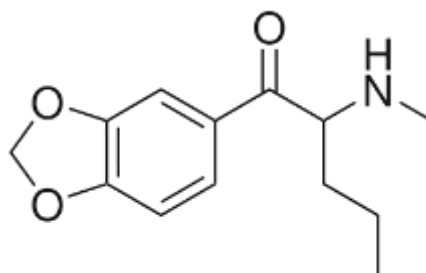
**Obrázok 51.** 3,4-metylendioxy-N-etylkatínón

**Butylón** – je zlúčenina známa ako  $\beta$ -keto-N-metyl-benzodioxolybutanamín ( $\beta$ k-MBDB). Prvý raz bola syntetizovaná v roku 1967 chemikmi - Koepe, Ludwig a Zeile. Jedná sa o psychoaktívnu zlúčeninu patriacu do skupiny fenetylaminov a je analógom MBDB.



**Obrázok 52.**  $\beta$ -keto-N-metyl-benzodioxolybutanamín

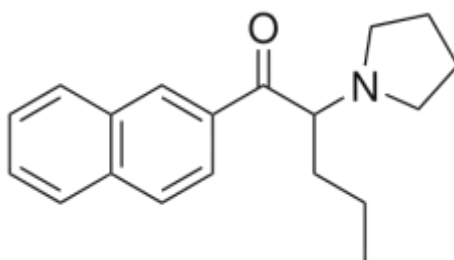
**Pentylón** – je zlúčenina známa ako  $\beta$ -Keto-Metylbenzodioxolylpentanamín ( $\beta$ k-Methyl-K,  $\beta$ k-MBDP). Jedná sa o zlúčeninu, ktorá sa mieša s ďalšími typmi katinónových drog.



**Obrázok 53.**  $\beta$ -Keto-Metylbenzodioxolylpentanamín

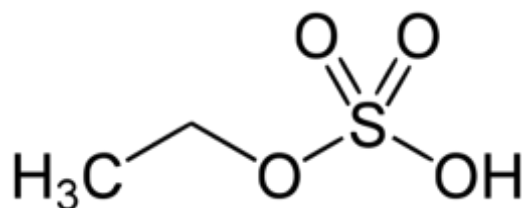
**Nafyrón** – je zlúčenina známa ako O-2482 a naftylpyrovaleron. Táto zlúčenina bola uvedená na čierny trh ako NGR-1 aj keď túto zlúčeninu obsahovalo len veľmi málo vzoriek. Táto zlúčenina sa podobne ako pentylón a iné psychoaktívne zlúčeniny rôzne mieša a kombinuje.

**1-Nafyrón** – patrí medzi deriváty nafyrónu. O tejto zlúčenine je málo vedomostí najmä v oblasti jej účinku na ľudské telo či celkovej toxicite.



**Obrázok 54.** Nafyrón

**Etyl sulfát** (tiež etyl hydrogén sulfát) – je zlúčenina, ktorá sa za posledné tri roky stala jednou s indikujúcich zlúčenín spotreby alkoholu. Analýzy sa realizujú zo vzoriek odpadových vôd. Samotný etanol nie je možné analyzovať v odpadových vodách, pretože je biologicky rýchlo degradovateľný. Etyl sulfát je naopak schopný odolať rozkladným procesom v prostredí kanalizácie a je teda možné na základe jeho koncentrácie (ng/l alebo µg/l), spätného metabolického a korelačného prepočtu, počtu obyvateľov napojených na analyzovanú čistiareň odpadových vôd a množstva pritečenej vody za deň, určiť spotrebu čistého alkoholu (etanolu). V našej správe za rok 2020 sme na výpočet spotreby čistého etanolu v populácii SR aj počas lockdownu použili popísanú zlúčeninu etyl hydrogén sulfát.



**Obrázok 56.** etyl hydrogén sulfát

**25-ip-NBoMe** - Séria NBoMe zlúčenín patria primárne k N-o-metoxybenzyl analógom z 2C-X skupiny fenetylaminov a sú agonistami 5-HT<sub>2A</sub> (serotonín 2A) receptorov. Zopár z nich sú aj analógom amfetamínov. Okrem pár výnimiek (napr. meskalin-NBoMe) zlúčeniny z tejto skupiny majú veľmi nízke účinné dávky (menej ako miligramy). Z historického hľadiska nie sú nijak výrazne popísane nakoľko sa na trhu objavili okolo roku 2010. Ich efekt je porovnateľný

s LSD. V správach sa popisuje, že ich efekt sa nedá predpovedať aj keď sa jedná o toho istého užívateľa, ktorý berie tú istú dávku v rôznych časových intervaloch. U užívateľov môžu spôsobiť zmätenosť, delírium, opakované, rekurzívne, nekontrolované myslenie, rozhádzaná komunikácia, nauzea, nespavosť, paranoja, strach až panika a ďalšie nežiaduce prejavy.

**PMA (4-metoxamfetamín)** - čistý je biely prášok, ale jeho formy nájdené na ulici môžu byť trochu béžové, ružové alebo zažltlé. Bol nájdený aj v tlačenej tabletovej forme predávaný ako MDMA (extáza). Je len veľmi málo informácií o bezpečnom rekreačnom užívaní PMA. Dávky menšie ako 60 mg môžu spôsobiť nárast krvného tlaku, telesnej teploty a pulzu. Tento aspekt sa najviac týka toho, že ak je PMA predávaný ako extáza, niektorí ľudia uijú viacero tabliet, čo výrazne zvyšuje šancu na predávkovanie (pomalšie účinkuje ako MDMA čo je často dôvod predávkovania).

**NEDPA (efenidín)** ide o málo známe disociatívum zo skupiny diaryletylamínov. Efenidín je antagonistom NMDA receptorov, čo je štruktúrne spojené s diaryletylamínmi. Známe účinky sú halucinácie, anestézia, zážitky spojené s oddelením od tela známe ako disociatívna anestézia. Nástup účinku drogy je po 10-30 minútach a celkový čas trvania účinku sa pohybuje medzi 5-7 hodinami. Účinná dávka je už 30-70 mg, obvyklá 70-100 mg, silná 100-150 mg. Tak ako pri iných antagonistoch NMDA receptorov, chronické užívanie možno považovať za mierne návykové s vysokým potenciálom zneužitia a je schopné spôsobiť psychickú závislosť medzi niektorými používateľmi. Tolerancia účinku sa vyvíja pri dlhodobom a opakovanom používaní. Výsledkom je, že užívatelia musia užiť čoraz väčšie množstvo na dosiahnutie rovnakých účinkov.

### ***2.3 Realizácia odberov vzoriek z odpadových vôd a ich analýza***

Odber vzoriek na monitoring výskytu a spotreby vybraných psychoaktívnych látok prebiehal na vybraných čistiarnach odpadových vôd situovaných v rôznych častiach Slovenska (Obrázok 1). Vzorky boli odoberané na prítoku čistiarne pomocou automatického odberového zariadenia (24-hodinové zlievané vzorky v čase od 7:00 do 7:00). Odber vzoriek a ich analyzovanie prebiehali počas celého roka 2024. Získané vzorky boli v prvom kroku zamrazené na teplotu - 4 °C a následne prevezené do laboratória. V ďalšom kroku boli vzorky predupravené a analyzované pomocou prístroja LC - MS/MS a Orbitrap (Fedorova a kol., 2013). Celkovo bolo odobraných a následne analyzovaných vyše 60 vzoriek (tabuľka 2 –

príloha). Výskyt NPS v odpadových vodách bol realizovaný podľa štúdie Brandeburová a kol., 2020.

**Popis analýzy vzoriek:** k 10 ml homogenizovanej a filtrovanej (filter GFC, 0,45  $\mu\text{m}$ ) vzorke odpadovej vody boli pridané izotopovo značené interné štandardy. Takto predupravené vzorky boli analyzované v systéme SPE HPLC v tandeme s hybridným quadrupolovaným (Orbitrap) – ultra citlivým hmotnostným spektrometrom. Tento postup umožňuje kvantitatívne analyzovať vybrané psychoaktívne látky resp. ich metabolity v odpadových vodách v koncentráciách jednotiek ng/l. (Brandeburová a kol., 2020; Fedorova a kol., 2013; Mackuľak a kol., 2014).

### 3 Výskyt vybraných psychoaktívnych zlúčenín v odpadových vodách z vybraných miest Slovenska

Slovensko patrí medzi stredoeurópske krajiny (podobne ako ČR), v ktorej podľa výsledkov viacerých monitoringov a európskych správ (EMCDDA 2017 - 2024) dominuje u obyvateľstva ilegálna droga metamfetamín a marihuana.

V správe za rok 2024 bolo spomedzi 57 analyzovaných zlúčenín 20 psychoaktívnych liečiv, ilegálnych, legálnych drog a metabolitov v odpadových vodách s koncentráciou vyššou ako 25 ng/l. Koncentrácia NPS bola monitorovaná od limitu 0,4 ng/l. Namerané výsledky vybraných zlúčenín boli spracované do niekoľkých tabuliek v jednotkách nanogramy na liter (ng/l) (príloha správy). Namerané koncentrácie vybraných drog, liečiv a ich primárnych alebo sekundárnych metabolitov boli v ďalšom kroku prepočítané na množstvo danej zlúčeniny v mg za deň na 1000 obyvateľov (mg/deň/1000 obyvateľov) podľa aktuálneho prietoku odpadovej vody za deň na ČOV a podľa počtu obyvateľov, ktorí sú pripojení na čistiareň (mg/deň/1000). Tieto hodnoty množstva drog, liečiv a metabolitov po spriemerovaní nám umožňujú porovnávať medzi sebou mestá s rôznou populáciou. Výnimkou sú výsledky nových typov psychoaktívnych zlúčenín (NPS) (tabuľka 4) prezentované len hodnotou koncentrácie v ng/l, teda len ich prítomnosťou v odpadovej vode.

Tabuľka 2 v prílohe popisuje realizované miesta odberu na 8 čistiarniach v 8 mestách Slovenska, následne je k nim priradená aj populácia spadajúca pod jednotlivé čistiarne a dátum odberu vzoriek. V tabuľke 2 je následne vyznačený aj dátum, kedy prebiehal na Slovensku monitoring počas vybraných festivalov. Počas roka 2024 bol na Slovensku realizovaných viacero hudobných festivalov. V našej správe za rok 2024 bolo monitorovaných 5 festivalov (LOVESTREAM, Pohoda, Lodenica, Uprising a Grape). V meste Bratislava bola analyzovaná jedna za to dominantná čistiareň označená ako ČOV Bratislava. Celkový počet analyzovanej populácie v našej štúdii za rok 2024 dosiahol približne hodnotu 1,05 milióna obyvateľov. Počas festivalov bolo analyzovaných vyše 150 000 obyvateľov. Tabuľka 3 a 4 v prílohe správy popisujú množstvo vybraných zlúčenín (amfetamín, metamfetamín, kokaín, cez metabolit kokaínu benzoylgonín prepočet spotrebovaného kokaínu, MDMA (účinná zložka drogy extáza) a sekundárny metabolit THC: THC – COOH, EDDP (metabolit metadonu) a metadon) v odpadových vodách v 8 mestách Slovenska vzťahnutých na populáciu 1000 obyvateľov. Okrem porovnania miest sú v tabuľkách 6a-6d prílohy znázornené aj zmeny množstiev ilegálnych drog počas tvrdého lockdownu marec - máj 2020 a rokov 2013 až 2024 pre vybrané mestá SR (rok 2023 - monitoring odpadových vôd neprebíhal).

### 3.1 *Amfetamín*

Amfetamín patri na Slovensku medzi málo preferované drogy. V odpadových vodách monitorovaných miest Slovenska počas roka 2024 sa vyskytoval v koncentrácii do 320 ng/l (Trenčín 8.8.2024 začiatok festivalu Grape, tab. 3 - príloha). Z hľadiska porovnávania miest (počas aj mimo festivalov) je priemerne najviac drogy vzťahnutej na 1000 obyvateľov v meste Trenčín (56 mg/deň/1000obyv.) a v meste Trnava a Bratislava (34 a 24 mg/deň/1000obyv.). Naopak najnižšie množstvá boli pozorované v meste Prešov a Nové Mesto nad Váhom (pod 9 mg/deň/1000obyv.) (tab. 3 - príloha).

Následne bol pozorovaný aj časový priebeh výskytu tejto drogy v odpadovej vode vo všetkých analyzovaných mestách (tabuľka 3 - príloha). Vo viacerých vybraných mestách bolo pozorované kolísanie množstva tejto drogy v odpadovej vode počas vybraného časového obdobia. Najvyššie hodnoty mimo festivalov sa vyskytovali napríklad v mesiaci máj až august v Trnave, Trenčíne a Bratislave, naopak najnižšie zaťaženia odpadových vôd na 1000 obyvateľov boli namerané v mesiacoch február - apríl (tabuľka 3 - príloha). Z hľadiska týždenného monitoringu v mestách Bratislava a Piešťany je tiež možné pozorovať značné kolísanie výskytu drogy v odpadových vodách (tab. 3 - príloha). Napr. v Bratislave sa zaťaženie kanalizácie počas 8 až 15.4.2022 pohybovala hodnota drogy od 7 do 25 mg/deň/1000obyv..

Počas monitorovaných festivalov sme namerali najvyššiu priemernú hodnotu pre festival Grape (104 mg/deň/1000obyv.), čo predstavuje zvýšenie oproti dlhodobému priemeru v Trenčíne (56 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 - príloha).

***Pri analýzach psychoaktívnej látky amfetamín z odpadových vôd je však potrebné povedať, že značná časť drogy nachádzajúcej sa v odpadových vodách Slovenska môže pochádzať od užívateľov inej drogy - metamfetamínu, keďže amfetamín je jedným z jej dominantných metabolitov.***

Z hodnôt v tab. 3 v prílohe je zrejmé, že výskyt amfetamínu v odpadovej vode často kopíruje výskyt drogy - metamfetamín. Na Slovensku je v súčasnosti amfetamín v úzadí oproti droge metamfetamín (tabuľka 3 - príloha) (González-Mariño a kol., 2019).

### 3.2 *Metamfetamín*

Výsledky analýz namerané vo vybraných mestách Slovenska ohľadne psychoaktívnej drogy metamfetamín v roku 2024 naznačujú, že patrí dlhodobo k najviac užívaným ilegálnym

drogám na Slovensku a jeho spotreba stále rastie (tabuľka 3, tabuľka 6a - príloha). Dominantnosť ilegálnej drogy v našej krajine už dlhodobo naznačujú aj výsledky jednotlivých správ za obdobie rokov 2013 – 2022 (tabuľka 6a - príloha), či viaceré EMCDDA správy za posledné roky (EMCDDA 2020-2024).

Počas realizácie správy za rok 2024 bolo zistené, že sa táto zlúčenina v odpadových vodách všetkých miest vyskytovala v rozsahu koncentrácií od 200 (Nové Mesto nad Váhom 20.8.2024) až po 1600 ng/l (Bratislava a Trenčín, tabuľka 3 - príloha). Najvyššie priemerné množstvá drogy boli pozorované v mestách Trenčín (342 mg/deň/1000obyv.), Bratislava (292 mg/deň/1000obyv.) a Trnava (268 mg/deň/1000obyv.). Naopak najnižšie priemerné množstvá boli pozorované v meste Nové Mesto nad Váhom (33 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 - príloha). Najvyššie hodnoty monitorovaných festivalov sme pozorovali u Pohody 2024 a Grape (490 mg/deň/1000obyv. a 418 mg/deň/1000obyv., priemer v Trenčíne mimo festivalov bol 342 mg/deň/1000obyv.). Zvýšenú hodnotu sme pozorovali aj u festivalu LOVESTREAM (379 mg/deň/1000obyv., priemer v Bratislave mimo festivalov bol 292 mg/deň/1000obyv.) Počas týždenných monitoringov realizovaných v mestách Bratislava a Piešťany sme pozorovali podobne ako u amfetamínu kolísanie zaťaženia kanalizácie drogou. Napríklad v Piešťanoch sa hodnoty pohybujú v rozsahu (184 mg/deň/1000obyv.) až (311 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 – príloha).

V meste Trenčín a Trnava je pozorované najvýraznejšie kolísanie výskytu drogy v odpadových drogách, naopak v Novom Meste nad Váhom je pozorovaná stabilita výskytu drogy. Stabilný výskyt drogy je možné pozorovať aj v mestách Prešov či Košice. Štúdia González-Mariño a kol. 2019 a Mackuľak a kol. 2020, publikované v roku 2020 a 2019, zdôrazňujú podobné závery ohľadne dominantnosti jednotlivých ilegálnych drog v rôznych regiónoch EÚ – teda dominantný výskyt drogy metamfetamín v stredoeurópskom regióne.

Dosiahnuté výsledky v správe za rok 2024 podobne ako v správe 2021/2022 korešpondujú aj so štatistikou užívania metamfetamínu v SR zverejnenou v správach EMCDDA za rok 2020 až 2024, v ktorej Slováci spolu s Čechmi a severskými krajinami patria medzi významných konzumentov tejto drogy (správy EMCDDA 2020 - 2024).

### **3.3 Kokáin**

Kokáin patrí na Slovensku medzi drahé ilegálne drogy. Jeho čistota často značne kolíše a nemusí presahovať hodnotu 5 až 33 %. Výsledky namerané v správe za rok 2024 naznačujú,

že užívatelia drogy kokaín sa sústreďia v prevažnej miere na západe Slovenska (najmä do centra Bratislavy (tabuľka 3 – príloha).

Monitoring odpadových vôd z 8 miest Slovenska naznačuje, že koncentrácia drogy kokaínu sa pohybovala v rozsahu 4 (Košice 5.6.2024, Prešov 26.8.2024) až 837 ng/l (Bratislava 13.04.2024, tabuľka 3 - príloha). Z porovnania jednotlivých miest Slovenska vyplýva, že najväčšie priemerné množstvá drogy na 1000 obyvateľov v odpadovej vode mimo festivalov boli namerané v meste Bratislava (101 mg/deň/1000obyv.), ostatné mestá boli pod hodnotou 50 mg/deň/1000obyv..

Najnižšie množstvá kokaínu (do 3 mg/deň/1000obyv.) boli namerané napr. v mestách ako Prešov alebo Košice (tabuľka 3 - príloha).

Z nameraných výsledkov starších správ je možné pozorovať, ako po minulé roky 2013 - 2022, stálo centralizáciu drogy kokaín do hlavného mesta Slovenska a západného Slovenska. Výskyt drogy kokaín v odpadovej vode môže mať (podobne ako u metamfetamínu) aj z časového horizontu značne kolísavý priebeh. Napríklad hodnota drogy kokaín v odpadovej vode z Bratislavy sa počas týždňových analýz pohybovala v rozsahu 117 - 225 mg/deň/1000obyv.. V Piešťanoch je rozsah hodnôt počas týždňových analýz menší - od 17 do 45 mg/deň/1000obyv (tabuľka 3 - príloha).

Z hľadiska spotreby kokaínu, ako popisujú viaceré štúdie, je potrebné merať najmä dominantný metabolit kokaínu – benzoyllegonín (Mackuľak a kol., 2020; Ort a kol., 2014). Ten je v odpadových vodách značne stabilnejší a má tak vyššiu výpovednú hodnotu pri výpočte spotreby tejto návykovej drogy (Van Nuijs a kol., 2012).

**V správe sme na výpočet spotreby drogy kokaín použili rovnicu:**

$$\text{kokaín [g/deň]} = c(\text{benzoyllegonín}) [\text{ng/l}] * \text{prietok [l/deň]} * 2,77$$

Dosiahnuté výsledky analýzy tohto metabolitu v odpadových vodách poukazujú na rozsah koncentrácie aj od 12 do 2033 ng/l (Bratislava 14.04.2024, tabuľka 3 - príloha).

## **Spotreba drogy kokaínu vo vybraných mestách Slovenska získaná na základe prepočtu z jej metabolitu benzoylekgonín (BE)**

Viacere štúdie zdôrazňujú značný rozklad kokaínu v kanalizačnom systéme (Ort a kol., 2014; Thomas a kol., 2012; Krizman-Matasic a kol., 2019). Aby bol výpočet spotreby drogy kokaín čo najpresnejší, sa získané množstvo metabolitu benzoylekgonín pri spätnom prepočte musí násobiť faktorom 2,77 (Castiglioni a kol., 2011).

Pri monitoringu 8 miest Slovenska v správe 2024 bola najväčšia priemerná spotreba drogy kokaín na 1000 obyvateľov, mimo festivalov, nameraná v meste Bratislava (662 mg/deň/1000obyv.), v Piešťanoch (195 mg/deň/1000obyv.), v Trenčíne (165 mg/deň/1000obyv.), v Trnave (144 mg/deň/1000obyv.) či v Žiline (111 mg/deň/1000obyv.). Teda výsledky poukazujú aj na trasu možného šírenia drogy najmä pomocou diaľnic (správa z roku 2022 analyzuje zvýšený výskyt drogy v Nitre či Sereďi). Najnižšia priemerná hodnota počas monitoringu bola naopak dosiahnutá v mestách Prešov a Košice (do 33 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 - príloha).

**Počas festivalov boli namerané v Bratislave zvýšené hodnoty spotreby drogy kokaín – festival Uprising (685 mg/deň/1000obyv.), festival LOVESTREAM (1036 mg/deň/1000obyv.). Najvýraznejšie hodnoty celkovo sme však zaznamenali na festivaloch Grape (5235 mg/deň/1000obyv.) a Pohoda 2024 (2857 mg/deň/1000obyv.). Najnižšia priemerná hodnota bola pozorovaná pre festival Lodenica (164 mg/deň/1000obyv.).**

Reálna spotreba kokaínu v meste môžu rôzne časovo kolísať. Napríklad v Bratislave počas týždňových analýz sa hodnota spotrebovaného kokaínu pohybovala v rozsahu 663 – 1513 mg/deň/1000obyv., podobne kolísala aj v Piešťanoch - v rozsahu 129 – 319 mg/deň/1000obyv (tabuľka 3, príloha).

Následne boli v správe sumarizované výsledky spotreby kokaínu za obdobie rokov 2013 až 2024 (aj počas lockdownu marec - máj 2020) vo viacerých mestách Slovenska (tabuľka 6b - príloha). Na základe dosiahnutých výsledkov je možné zdôrazniť, že spotreba drogy kokaín v Bratislave za časové obdobie 2013 - 2020 postupne narastá do roku 2020, aj keď v roku 2020 bolo viacero výrazných obmedzení týkajúcich sa pohybu po krajine, či cez hranice najmä smerom do Rakúska, odkiaľ je k nám kokaín často ilegálne dovážaný. Taktiež si ho chodia Slováci do tejto krajiny aj ilegálne kupovať. Dlhodobý nárast spotreby drogy v Bratislave môže byť tak ovplyvnený najmä zlepšujúcou sa ekonomickou situáciou obyvateľov, geografickým situovaním mesta – blízko hraníc s Rakúskom a Maďarskom a tiež dostupnosťou samotnej drogy. V roku 2022 sme zaznamenali opäť nárast spotreby, hodnota bola výrazne vyššia ako

v roku 2021 čo sa potvrdilo aj v roku 2024. V Košiciach sa spotreba drogy postupne ustálila a v roku 2022 korešpondovala s rokom 2021, 2019 alebo 2018. V roku 2024 sa však spotreba opäť zvyšuje. V Piešťanoch sme v roku 2021 pozorovali oproti roku 2020 až 2018 značný pokles spotreby, v roku 2022 sa hodnota spotreby vrátila k roku 2020 a 2018. V roku 2024 dochádza k výraznému nárastu spotreby kokaínu. V meste Žilina sme z dlhodobého hľadiska pozorovali pokles spotreby do roku 2022, od roku 2024 nastal opäť nárast rovnako ako v Trenčíne (tabuľka 6b – príloha). V Prešove je situácia stabilná, v Novom Meste nad Váhom bol v roku 2024 zaznamenaný pokles.

Z hľadiska výsledkov nameraných v štúdiu González-Mariño a kol., 2019 je možné pozorovať zvýšený výskyt drogy najmä v západnej Európe (Španielsko, Taliansko, Francúzsko, Anglicko, Belgicko atď.). Na Slovensku je spotreba drogy kokaín oproti západnej Európe nižšia (Mackuľak a kol., 2020; González-Mariño a kol., 2019). Správa z roku 2024 však naznačuje, že od roku 2022 nastal nárast spotreby najmä mestách Bratislava, Piešťany, Trenčín, Trnava či Žilina.

### **3.4 Extáza (MDMA účinná zložka drogy)**

MDMA – teda účinná zložka drogy extáza patrí na Slovensku medzi drogy, ktoré sú preferované najmä ako víkendové či diskotékové. Užívanie drogy MDMA môže byť viazané najmä na určitý hudobný štýl či sociálnu skupinu - rap, pop, techno či dance (Mackuľak a kol., 2019; Mackuľak a kol., 2020). V správe za rok 2024 sme analyzovali odpadové vody aj z viacerých hudobných festivalov (Lodenica, Pohoda 2024, Grape, LOVESTREAM, Uprising).

Počas monitoringu 8 miest mimo festivalov sa koncentrácia MDMA v odpadových vodách pohybovala v rozsahu 8 do 230 ng/l (Bratislava 2.9.2025 (ešte možný vplyv účastníkov Uprisingu) – tabuľka 3 - príloha). Pri porovnaní jednotlivých miest Slovenska boli najväčšie priemerné množstvá drogy na 1000 obyvateľov v odpadovej vode namerané v mestách Bratislava (16 mg/deň/1000obyv.), Trenčín (15 mg/deň/1000obyv.) a Žilina (10 mg/deň/1000obyv.). Celkovo boli najnižšie množstvá MDMA namerané v mestách Prešov, Košice a Nové Mesto nad Váhom (do 5 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 - príloha). Z hľadiska časového priebehu MDMA podobne ako kokaín v odpadovej vode môže rôzne kolísat'. Dôvod môžu byť najmä piatkové a sobotňajšie diskotéky či koncerty. V Bratislave sa napríklad hodnota drogy MDMA v odpadových vodách počas jedného týždňa pohybovala v rozsahu 9 až 35 mg/deň/1000obyv.. V Piešťanoch bol rozsah drogy v hodnotách 3 až 25 mg/deň/1000obyv..

**Počas festivalov boli namerané výrazné hodnoty drogy MDMA. Napr. Grape mal hodnotu 1767 mg/deň/1000obyv., Pohoda 256 mg/deň/1000obyv., pre Uprising bola nameraná hodnota 55 mg/deň/1000obyv. (na festivale Lodenica bola priemerná hodnota len 6 mg/deň/1000obyv.).**

Následne boli v správe sumarizované aj výsledky výskytu MDMA v odpadových vodách za obdobie rokov 2013 až 2024, teda aj počas tvrdého lockdownu marec - máj 2020 vo viacerých mestách Slovenska (tabuľka 6c - príloha). Z nameraných výsledkov je možné pozorovať, že výskyt drogy MDMA v odpadových vodách viacerých miest má tendenciu rôzne kolísať (tabuľka 3 - príloha), a je závislý na špecifických hudobných akciách alebo víkendoch. Z časového hľadiska (za rok 2013 až 2024) je možné pozorovať pokles alebo stagnovanie výskytu MDMA v odpadovej vode v mestách ako Bratislava, Piešťany, B. Bystrica, Žilina alebo Košice k roku 2022, následne sme pozorovali za rok 2024 okrem mesta Trenčín nárast. Štúdia González-Mariño a kol., 2019 alebo Bodík a kol. 2021 poukazuje na skutočnosť, že **MDMA na Slovensku nie je ani v súčasnosti významnou drogou aj keď jej výskyt najmä na festivaloch značne narastá.**

### **3.5 *Marihuana - (monitoring sekundárneho metabolitu THC-COOH)***

Marihuana podľa EMCDDA patrí na Slovensku medzi najviac preferované ilegálne drogy čo potvrdzujú viaceré správy EMCDDA za roky 2017-2024. Väčšina užívateľov je sústredená vo vekovej skupine 16 - 24 rokov a ich počet aj v súčasnosti stále narastá (EMCDDA 2020-2024). V správe za rok 2024 sa v odpadových vodách analyzoval ako dôkaz spotreby drogy marihuana jej sekundárny metabolit THC-COOH. Ten je schopný odolávať do určitej miery degradačným procesom v kanalizácii a preto je ho možné zachytiť na prítoku na jednotlivé čistiarne (Thomas a kol. 2012; Mackuľak a kol., 2020).

Koncentrácia sekundárneho metabolitu sa v odpadových vodách slovenských miest v roku 2024 pohybovala v rozsahu od 24 do 420 ng/l (2.9.2024 Bratislava – možný vplyv festivalu Uprising). Pri porovnaní jednotlivých miest Slovenska za rok 2024 boli najväčšie priemerné množstvá na 1000 obyvateľov v odpadovej vode namerané v Trenčíne (69 mg/deň/1000obyv.), v Bratislave (62 mg/deň/1000obyv.) a v Piešťanoch (61 mg/deň/1000obyv.). Najnižšie množstvá boli naopak pozorované napr. v Košiciach (10 mg/deň/1000obyv.) a v Novom Meste nad Váhom (11 mg/deň/1000obyv.) (tabuľka 3 – príloha). Týždenný monitoring metabolitu v mestách Bratislava a Piešťany naznačuje na

rôznorodé kolísanie zaťaženia kanalizácie – Bratislava 53-160 mg/deň/1000obyv., Piešťany 54 – 70 mg/deň/1000obyv. (tabuľka 3 – príloha).

Z hľadiska dlhodobých časových priebehov rokov 2013 až 2024 je zaťaženie odpadových vôd našich miest zlúčeninou THC-COOH značne rôznorodé. Napríklad na sídlisku Petržalka je možné pozorovať dlhodobo (2013-2021) výskyt metabolitu v rozsahu hodnôt 24 až 37 mg/deň/1000obyv., a tiež značný pokles počas roka 2022 na hodnotu (10 mg/deň/1000obyv.). Kolísanie výskytu THC-COOH počas obdobia 2013 – 2022 je možné pozorovať v mestách Košice, Piešťany, D. Streda, Prešov alebo Žilina (tab.6d – príloha). **Rok 2024 poukazuje na najvyššie hodnoty THC-COOH pre mestá Trenčín, Piešťany a Bratislavu za celé monitorovacie obdobie rokov 2013-2024. Z hľadiska porovnania festivalov boli najvyššie priemerné hodnoty metabolitu THC namerané na Grape (97 mg/deň/1000obyv.), na Pohode 2024 (93 mg/deň/1000obyv.) a na LOVESTREAM (68 mg/deň/1000obyv.). Naopak najnižšie hodnoty boli namerané pre festival Uprising (55 mg/deň/1000obyv.) a festival Lodenica (39 mg/deň/1000obyv.).**

## 4 Monitorovanie vybraných psychoaktívnych liečiv v odpadových vodách v 8 mestách Slovenska za 2024

V tabuľke 4 v prílohe správy je popísané namerané množstvo psychoaktívnej látky a jej metabolitu (metadón a jeho dominantný metabolit EDDP) v odpadových vodách SR vzťahnutých na populáciu 1000 obyvateľov. Okrem porovnania jednotlivých miest sú v tabuľke 4 znázornené aj zmeny množstiev psychoaktívnych látok počas zvoleného časového obdobia, aj počas festivalu, pre vybrané mestá (tab. 4 – príloha).

### 4.1 Metadón a metabolit EDDP

Metadón patrí medzi syntetické opioidy, a používa sa ešte stále pri liečbe závislosti na narkotikách, akým je hlavne heroín. Metadón sa v ľudskom tele metabolizuje pomalšie ako heroín, ale pri dlhšom užívaní môže spôsobovať taktiež silnú závislosť (Mackuľak a kol., 2015 a Mackuľak a kol., 2020).

V správe za rok 2024 bol v odpadových vodách 8 miest Slovenska monitorovaný okrem samotného metadónu aj jeho dominantný metabolit EDDP (2-ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine). Táto zlúčenina vykazuje v kanalizačnej sieti značnú schopnosť odolávať degradačným procesom a môže tak byť dobrým ukazovateľom pri výpočte spotreby metadónu (tabuľka 4 – správa).

Počas monitoringu za rok 2024 sa koncentrácia metadónu v odpadových vodách hlavne Bratislavy pohybovala v rozsahu od 11 do 17 ng/l (11.4.2024), v Trnave boli hodnoty zlúčeniny metadón do 2 ng/l (6.5.2024). V Žiline, v Košiciach a v Prešove boli namerané hodnoty od 2 do 11 ng/l (26.8.2024 Prešov a 11.9.2024 Košice) (tabuľka 4 - príloha).

Metadón a EDDP boli taktiež monitorované v odpadových vodách Trenčína, najväčšia hodnota bola 6 ng/l - 16.6.2024 (tabuľka 4 – správa). Je predpoklad, keďže sa koncentrácia týchto zlúčenín znižovala počas festivalu, že dochádzalo k ich nariadeniu v kanalizácii spôsobenou účastníkmi festivalu.

## 5 Monitoring nových typov psychoaktívnych látok (NPS) v odpadových vodách Slovenska za rok 2024

Počas monitoringu odpadových vôd na Slovensku za rok 2024 bolo postupne analyzovaných viacero vybraných NPS (tabuľka 5 – príloha). Niektoré z týchto zlúčenín sú zaradené už dnes v legislatíve EÚ medzi rizikové látky, iné už boli aj zákonom zakázané (zákon č. 139/1998 Z. z.). Oproti bežným ilegálnym drogám, nie sú až tak rozšírené v stredoeurópskom regióne (na Slovensku sa jedná o niekoľko málo záchytov počas roka no stále narastajú) (EMCDDA 2017 - 2024).

Počas monitoringu za rok 2024 boli tieto zlúčeniny analyzované podobne ako ilegálne drogy v odpadových vodách viacerých miest Slovenska aj počas festivalov. Bol potvrdený predpoklad podobne ako za roky 2019 až 2021 či 2022, že ich koncentrácie sú často pod mierou detekcie danej metódy (LC-MS/MS).

Počas monitoringu 2024 sme z vybraných NPS v odpadových vodách nezachytili ani jednu látku. Dosiahnuté výsledky vybraných NPS v mestách a aj počas festivalov naznačujú, že NPS nedosahujú obľúbenosti klasických ilegálnych drog.

V odborných prácach za roky 2020 - 2024 je stále malé množstvo informácií popisujúcich správanie sa týchto zlúčenín v kanalizačnej sieti (Castiglioni a kol., 2021; Mackuľak a kol., 2020; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024). Podobne ako v rokoch 2018 až 2024 je stále predpoklad, že NPS sa aj v súčasnosti na Slovensku vyskytujú len obmedzene a nevytláčajú klasické drogy ako metamfetamín (Brandeburová a kol., 2020, Castiglioni a kol., 2021; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024). Je však potrebné zdôrazniť, že systematický monitoring NPS v odpadových vodách Slovenska oproti EÚ chýba aj v roku 2025.

*V súčasnosti je k dispozícii len obmedzené množstvo odborných štúdií, ktoré popisujú ich úspešnú analýzu v odpadových vodách (Castiglioni a kol., 2021; Brandeburová a kol., 2020; Salgueiro-Gonzalez a kol., 2024; Baz-Lomba a kol., 2025).*

## 6 Záver

V správe za rok 2024 sme sa zamerali na monitoring výskytu a spotrebu 57 psychoaktívnych zlúčenín (ilegálnych a legálnych drog, rizikových psychoaktívnych substancií (NPS), psychoaktívnych liečiv a ich metabolitov) v odpadových vodách z 8 miest Slovenska. Monitoring počas roka prebiehal na 8 komunálnych čistiarniach odpadových vôd a bol realizovaný aj počas piatych festivalov. Týmto spôsobom bolo na Slovensku počas roka 2024 monitorovaných celkovo okolo 1,05 milióna obyvateľov, počas festivalov to bolo vyše 150 000 účastníkov. Čo sa týka výskytu nových psychoaktívnych zlúčenín bolo monitorovaných okolo 1 mil. obyvateľov.

- **Amfetamín – nízka preferencia a súvislosť s metamfetamínom**

Amfetamín patrí na Slovensku medzi menej preferované drogy, jeho koncentrácie v odpadových vodách boli nízke. Najvyššie hodnoty sa objavili v Trenčíne počas festivalu Grape, čo naznačuje súvislosť s hudobnými podujatiami. Výskyt drogy často kopíruje výskyt metamfetamínu, keďže ide o jeho dominantný metabolit. Celkovo sa potvrdzuje, že amfetamín má na Slovensku skôr sekundárny význam v porovnaní s inými látkami.

- **Metamfetamín – spolu s THC najrozšírenejšia ilegálna droga**

Metamfetamín zostáva dlhodobo jednou z najrozšírenejších ilegálnych drog na Slovensku, čo potvrdzujú výsledky správ z rokov 2013–2024. Najvyššie koncentrácie v roku 2024 boli zistené v Trenčíne, Bratislave a Trnave, pričom hodnoty výrazne stúpali počas festivalov Pohoda a Grape. Dáta ukazujú rastúcu spotrebu tejto látky a jej stabilný výskyt aj mimo festivalovej sezóny. Tento trend korešponduje so zisteniami EMCDDA, ktoré radia Slovensko medzi krajiny s vysokou spotrebou metamfetamínu.

- **Regionálne rozdiely v spotrebe metamfetamínu**

Zatiaľ čo v západnej časti Slovenska (Bratislava, Trnava, Trenčín) sú pozorované výrazné výkyvy koncentrácií, v mestách ako Košice či Prešov je situácia stabilnejšia. V Novom Meste nad Váhom sa prejavuje dlhodobá nízka úroveň výskytu. Tento rozdiel poukazuje na regionálne špecifiká trhu s drogami a dostupnosť látok. Metamfetamín ostáva dominantným v stredoeurópskom regióne, čo potvrdzujú aj zahraničné štúdie.

- **Kokaín – koncentrovaný výskyt v západnej časti krajiny**

Kokaín je na Slovensku považovaný stále za luxusnú drogu s najväčšou spotrebou v Bratislave a jej okolí. Monitoring ukazuje výrazný rozdiel medzi západnými a východnými mestami, kde je spotreba výrazne nižšia. Najvyššie koncentrácie boli namerané počas festivalov Uprising, LOVESTREAM a najmä Grape, kde došlo k niekoľkonásobnému nárastu oproti bežným dňom. Táto koncentrácia výskytu súvisí s ekonomickými a geografickými faktormi. Rozšírenie drogy na Slovensku môže tiež súvisieť s distribúciou viazanou na diaľničné spojenia jednotlivých miest a samotnej Bratislavy.

- **Význam metabolitu benzoylekgonínu (BE) pri analýze kokaínu**

Pre presné stanovenie spotreby kokaínu je rozhodujúce sledovať jeho stabilný metabolit benzoylekgonín. Jeho koncentrácie sa v roku 2024 pohybovali od 12 do 2033 ng/l, pričom najvyššie hodnoty boli namerané v Bratislave. Po prepočte pomocou štandardného faktora 2,77 bola najväčšia spotreba zistená opäť v hlavnom meste. Tento prístup umožňuje presnejšie odhadnúť skutočné užívanie kokaínu v populácii.

- **Dlhodobý trend rastu spotreby kokaínu**

V období 2013–2024 je viditeľný stabilný rast spotreby kokaínu, najmä v Bratislave a Trenčíne. Aj napriek pandémie COVID-19 a obmedzeniam v roku 2020 spotreba výrazne neklesla. Po roku 2022 došlo k opätovnému nárastu, ktorý súvisí so zlepšenou ekonomickou situáciou a dostupnosťou drogy. Na východe Slovenska ostáva výskyt látky relatívne stabilný a na nízkej úrovni.

- **MDMA – víkendová a festivalová droga**

Droga MDMA (extáza) je typická pre víkendové a tanečné podujatia. Najvyššie koncentrácie sa objavujú v Bratislave a Trenčíne, pričom výrazne zvýšené hodnoty boli zistené počas festivalov Grape a Pohoda. V bežných dňoch zostáva jej výskyt nízky, no počas hudobných akcií stúpa niekoľkonásobne. MDMA tak predstavuje na Slovensku látku s epizodickým, no výrazným užívaním.

- **Časová dynamika a kolísanie výskytu MDMA**

Údaje z rokov 2013–2024 ukazujú, že koncentrácie MDMA kolíšu v závislosti od sezóny a podujatí. Po poklese v období 2019–2022 bol v roku 2024 zaznamenaný opätovný nárast, najmä v Trenčíne. Spotreba tejto drogy je úzko spojená s kultúrnymi a sociálnymi faktormi, ako sú diskotéky a festivaly. MDMA zostáva marginálnou drogou mimo týchto udalostí.

- **Marihuana – najrozšírenejšia ilegálna látka podľa EMCDDA**

Marihuana dlhodobo predstavuje najpoužívanejšiu ilegálnu drogu na Slovensku, čo potvrdzujú aj výsledky EMCDDA. Monitoring metabolitu THC-COOH ukazuje, že najvyššie hodnoty boli v Trenčíne, Bratislave a Piešťanoch. Výskyt korešponduje s festivalovou sezónou, pričom počas Grape a Pohody boli namerané najvyššie koncentrácie. Východné Slovensko vykazuje stabilne nízke hodnoty.

- **Dlhodobé trendy vo výskyte THC-COOH**

V rokoch 2013–2024 sa prejavujú výrazné regionálne rozdiely v koncentrácii metabolitu THC-COOH. Kým v minulosti boli hodnoty nižšie, v roku 2024 boli zaznamenané najvyššie úrovne v mestách Trenčín, Piešťany a Bratislava. Tento trend môže byť dôsledkom rastúcej tolerancie spoločnosti voči marihuane, ale hlavne jej nožnej dostupnosti.

- **Metadón** sa v najvyšších množstvách nachádza v odpadových vodách Bratislavy a Košíc, kde je predpoklad najväčšieho výskytu užívateľov drog, ktorý podstupujú liečbu touto látkou.

- V správe za rok 2024 boli analyzované v odpadových vodách aj špecifické psychoaktívne zlúčeniny (NPS) (celkovo vyše 25), ktoré môžu byť potenciálne nebezpečné kvôli nedostatku znalostí týkajúcich sa toxicity zlúčenín. V odpadových vodách SR neboli identifikované žiadne z vybraných NPS počas roka 2024, **je však potrebné zdôrazniť že sa v tomto roku neanalyzovali zlúčeniny ako 3-MMC, metkatinón, mefedron a N,N-DMT.**

## 7 Literatúra

**Bodík M. et al.:** Searching for the correlations between the use of different groups of pharmaceuticals from wastewaters, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 228, 112973 (2021).

**Castiglioni S. et al.:** Identification and measurement of illicit drugs and their metabolites in urban wastewaters by liquid chromatography tandem mass spectrometry (HPLC-MS-MS), *Analytical Chemistry* 78, 8421–8429 (2006).

**Castiglioni S., et al.:** Identification of cocaine and its metabolites in urban sewage and comparison with the human excretion profile in urine. *WaterRes.* 45, 5141–50 (2011).

**Castiglioni S., et al.:** New psychoactive substances in several European populations assessed by wastewater-based epidemiology. *WaterRes.* 195, 116983 (2021).

### **Správa EMCDDA 2017**

<http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/4541/TDAT17001SKN.pdf> [Online] 3.2.2022

### **Správa EMCDDA 2018**

[http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/8585/20181816\\_TDAT18001SKN\\_PDF.pdf](http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/8585/20181816_TDAT18001SKN_PDF.pdf)  
[Online] 3.2.2022

### **Správa EMCDDA 2019**

[http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/11364/20191724\\_TDAT19001SKN\\_PDF.pdf](http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/11364/20191724_TDAT19001SKN_PDF.pdf)  
[Online] 3.2.2022

### **Správa EMCDDA 2020**

[https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13236/TDAT20001ENN\\_web.pdf](https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13236/TDAT20001ENN_web.pdf)  
[Online] 3.2.2022

### **Správa EMCDDA 2021**

[https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13838/2021.2256\\_SK\\_03.pdf](https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13838/2021.2256_SK_03.pdf)  
[Online] 23.2.2022

### **Správa EMCDDA 2022**

[https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/14644/20222419\\_TDAT22001CSN\\_PDF.pdf](https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/14644/20222419_TDAT22001CSN_PDF.pdf)  
[Online] 23.2.2023

### **Správa EMCDDA 2024 (Wastewater analysis and drugs — a European multi-city study)**

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://insightcrime.org/wp-content/uploads/2024/04/EMCDDA-Wastewater-report.pdf>  
[Online] 23.6.2024

<http://www.infodrogy.sk/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentID=1222>  
[Online] 3.2.2022

zákon č. 139/1998 Z. z. o omamných látkach, psychotropných látkach a prípravkoch v znení neskorších zmien

<https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/1998/139/20200101?ucinnost=03.02.2021>

[Online] 3.2.2022

**Irvine R.J., et al:** Population drug use in Australia: a sewage analysis. *ForensicSci. Int.* 210, 69–73 (2011).

**Van Nuijs, A.L.N et al:** The stability of illicit drugs and metabolites in wastewater, an important issue for sewage epidemiology? *Journal of Hazardous Materials*, 239–240, (2012) 19–23.

**Reid MJ et al:** Quantitative assessment of time dependent drug-use trends by the analysis of drugs and related metabolites in raw sewage. *Drug Alcohol Depend* 19, 179–186 (2011).

**Thomas KV et al:** Comparing illicit drug use in 19 European cities through sewage analysis. *Sci Total Environ.*, 432, (2012) 432-439.

**Mercan, S. et al.:** Wastewater-based monitoring of illicit drug consumption in Istanbul: Preliminary results from two districts. *Science of the Total Environment* 659, (2019), 231-238.

**Mackuľak, T. et al.:** Music festivals and drugs: Wastewater analysis. *Science of the Total Environment* 659, (2019) 326-334.

[https://sk.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mia\\_ochorenia\\_COVID-](https://sk.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mia_ochorenia_COVID-19_na_Slovensku#/media/Súbor:COVID_28.3.2020.png)

[19\\_na\\_Slovensku#/media/Súbor:COVID\\_28.3.2020.png](https://sk.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mia_ochorenia_COVID-19_na_Slovensku#/media/Súbor:COVID_28.3.2020.png) [Online] 3.2.2022

[www.korona.gov.sk](http://www.korona.gov.sk) [Online] 3.2.2022

**Krizman-Matasic, I., et al:** Long-term monitoring of drug consumption patterns in a large-sized European city using wastewater-based epidemiology: Comparison of two sampling schemes for the assessment of multiannual trends. *Science of the Total Environment*, 647, (2019) 474–485.

**Slovenská polícia** - Crime maps. [http://www.minv.sk/swift\\_data/source/policia/statistiky/pdf/mapy/2013/1\\_stvrtrok/okresy\\_kriminalita\\_2013\\_1\\_stvrtrok.pdf](http://www.minv.sk/swift_data/source/policia/statistiky/pdf/mapy/2013/1_stvrtrok/okresy_kriminalita_2013_1_stvrtrok.pdf) 2013. [Prístupné 13.7.2021 v slovenčine].

**Štatistický úrad SR.** <http://portal.statistics.sk/showdoc.do?docid=3019> a <http://www.scitanie2011.sk/wp-content/uploads/OKTab.-2.pdf> 2013. [Prístupné 13.7.2021 v slovenčine].

**Fedorová G. et al:** Comparison of the quantitative performance of a Q-Exactive high-resolution mass spectrometer with that of a triple quadrupole tandem mass spectrometer for the analysis of illicit drugs in wastewater. *Rapid Commun Mass Sp* 2013;27:1751-62.

**Škubák, J. et al:** Výskyt drog a liečiv vo vybraných mestách Slovenska pomocou analýzy odpadových vôd. *Hydrochémia* 2014, XLI. ročník konferencie s medzinárodnou účasťou "Nové analytické metódy v chémii vody", 59-66, ISBN 978-80-89062-97-3.

**Ort. C., et al:** Spatial differences and temporal changes in illicit drugs use in Europe quantified by wastewater analysis. *Addiction*, 109(8), (2014) 1338-1352.

**Bodík, I., et al:** Identifikácia nelegálnych drog v odpadových vodách. *21. storočie* 16 (4), (2019), 24-5.

- Karolak S et al:** Estimation of illicit drugs consumption by wastewater analysis in Paris area (France). *Forensic Sci Int.*, 200, (2010) 153–160.
- Mackuľak, T. et al:** National study of illicit drug use in Slovakia based on wastewater analysis. *Science of the Total Environment* 494-495, (2014), 158-165.
- Mackuľak, T. et al:** *Drogy okolo nás*. 1. vyd. monografia; Bratislava : Slovenská chemická knižnica FCHPT STU v Bratislave, 2015. 220 s.,
- Mackuľak, T. et al:** Dominant psychoactive drugs in the Central European region: A wastewater study. In *Forensic Science International*. Vol. 267, (2016), s. 42-51. ISSN 0379-0738. V databáze: CC: 000386335100010 ; DOI: 10.1016/j.forsciint.2016.08.016.
- Zuccato, E. et al:** Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse. *Environmental Health*, 4, (2005) 14-20.
- Buerge, J.I et al:** Caffeine, an Anthropogenic Marker for Wastewater Contamination of Surface Waters. *Environ. Sci. Technol.*, 37, (2003) 691–700.
- Klupczynska, A.:** Estimation of drug abuse in 9 Polish cities by wastewater analysis. *Forensic Science International*, 260, (2016) 14–21.
- Pal, R.:** Illicit drugs and the environment — A review. *Sci. Total Environ.*, 463-464, (2013) 1079-1092.
- Bodík, I.:** Mikropolutanty (hlavne liečivá a drogy) v odpadových vodách a kaloch na Slovensku. In *Provoz vodovodů a kanalizací 2019 : sborník referátů*. 1. vyd. Praha : Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z.s., 2019, S. 153-157. ISBN 978-80-907303-2-8.
- González-Mariño, I. et al:** Spatio-temporal assessment of illicit drug use at large scale: evidence from 7 years of international wastewater Monitoring. *Addiction*, (2019) doi:10.1111/add.14767.
- Bade, R. et al.:** Liquid chromatography-tandem mass spectrometry determination of synthetic cathinones and phenethylamines in influent wastewater of eight European cities. *Chemosphere*, 168,(2017), 1032-1041.
- González-Mariño, I. et al.:** Screening new psychoactive substances in urban wastewater using high resolution mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408, (2016), 4297–4309.
- Reinstadler V. et al.:** Monitoring drug consumption in Innsbruck during coronavirus disease 2019 (COVID-19) lockdown by wastewater analysis. *Science of The Total Environment*, 757, (2021) 144006.
- Brandeburová P. et al:** Wastewater-based epidemiology to assess the occurrence of new psychoactive substances and alcohol consumption in Slovakia, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 200, (2020), 110762.
- Mackuľak T. et al:** *Drogy a liečivá okolo nás*. prvé. Bratislava, Spektrum STU, 2020. ISBN 978-80-227-5010-3.
- Salgueiro-Gonzalez N. et al:** Influent wastewater analysis to investigate emerging trends of new psychoactive substances use in Europe. *Water Research*, 254, (2024), 121390.

**Baz-Lomba J.A. et al:** Bridging the gap between research and decision making: A European survey to enhance cooperation in wastewater-based epidemiology (WBE) for illicit drugs. *Public Health*, 241, (2025), 158-163.