

VOŽNJA POD UTICAJEM PSIHOAKTIVNIH SUPSTANCI: IZAZOVI TOKSIKOLOŠKOG VEŠTAČENJA

Vera LUKIĆ*

Vožnja pod uticajem psihoaktivnih supstanci predstavlja ozbiljan bezbednosni problem i zakonom je zabranjena. Procene pokazuju da su učesnici pod dejstvom alkohola, droga ili njihove kombinacije odgovorni za više od 50% saobraćajnih nezgoda. Toksikološko veštačenje ima ključnu ulogu u dokazivanju prisustva psihoaktivnih supstanci u organizmu učesnika saobraćajnih incidenata, ali i u stručnom tumačenju nalaza i proceni potencijalnog uticaja otkrivene supstance na sposobnost za upravljanje vozilom.

Jedan od najvećih izazova je interpretacija toksikoloških rezultata, posebno u slučajevima kada su korišćeni testovi sa ograničenom pouzdanošću ili kada odabrani biološki uzorak, poput urina, ne omogućava pouzdanu procenu farmakološkog dejstva supstance na vozačke sposobnosti. Čak i kada se droga ili njen metabolit dokažu u krvi, ostaje pitanje koje koncentracije zaista koreliraju sa smanjenom vozačkom sposobnošću.

Većina zemalja usvojila je zakonodavstvo o vožnji pod uticajem droga, koje se najčešće zasniva na proceni smanjene sposobnosti za vožnju, graničnim vrednostima

* Doktor nauka, specijalista toksikološke hemije, Institut za sudsku medicinu „Milovan Milovanović“; Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu; <https://orcid.org/0000-0003-4624-6391> E-mail: vera_lukic2006@yahoo.com.

koncentracija psihoaktivnih supstanci u krvi ili na principu nulte tolerancije.

Ovaj rad prikazuje toksikološki pristup u forenzičkom kontekstu, sa posebnim naglaskom na izbor biološkog uzorka, primenu odgovarajućih analitičkih metoda i interpretaciju nalaza u slučajevima vožnje pod uticajem droga, uz razmatranje pravnog okvira, zakonskih granica i njihovih varijacija.

Ključne reči: vožnja pod uticajem droga, forenzička toksikologija, biološki uzorci, psihoaktivne supstance, nulta tolerancija

UVOD

Vožnja pod uticajem psihoaktivnih supstanci predstavlja jedan od ozbiljnih izazova za bezbednost saobraćaja i javno zdravlje. Brojni izveštaji ukazuju na to da su psihoaktivne supstance, bilo da je reč o alkoholu, ilegalnim drogama ili lekovima koji utiču na centralni nervni sistem, značajan faktor rizika u saobraćajnim nezgodama (Schulze et al., 2012). Najčešće detektovane droge kod vozača su kanabis, kokain, opijati, benzodiazepini i z-lekovi, dok su kombinacije droga i alkohola povezane sa posebno visokim rizikom od teških posledica (Schulze et al., 2012).

Zbog sve veće učestalosti upotrebe droga u saobraćaju tokom decenije koja je završena 2010. godine, brojne inicijative u Evropi i SAD dovele su do testiranja vozača na prisustvo droga na kontrolnim punktovima u okviru anketa ili rutinske kontrole (Beirness i Beasley, 2010), tokom hapšenja na osnovu nasumičnih ili ciljano sprovedenih saobraćajnih zaustavljanja (Senna et al., 2010), kao i u slučajevima sa smrtnim ishodom u saobraćajnim nesrećama (Schwilke et al., 2006). Rezultati su ukazali na visok nivo upotrebe droga među vozačima, koji je u nekim slučajevima čak premašivao učestalost upotrebe alkohola.

Sa rastućim prepoznavanjem ovog problema, dodatni naponi usmereni su ka sprovođenju zakona u vezi sa vožnjom pod uticajem droga (Boorman, Owens, 2009) i sveobuhvatnom testiranju, a primenjeni su i različiti zakonski pristupi koji omogućavaju krivično gonjenje vozača pod dejstvom droga (Walsh i sar., 2002). Posebno zabrinjava kombinovana upotreba droga i alkohola, jer studije, uključujući i pomenute, ukazuju na to da i do 50% smrtnih ishoda u

saobraćaju koji uključuju alkohol može istovremeno biti povezano i sa prisustvom droga. Droge i alkohol mogu delovati aditivno ili sinergistički, izazivajući veći stepen oštećenja sposobnosti nego kada se konzumiraju pojedinačno.

Ovi nalazi ukazuju na potrebu za sistematskim i pouzdanim toksikološkim testiranjem, ne samo u svrhu sankcionisanja, već i kao deo šireg javnozdravstvenog odgovora. Testiranje na droge i alkohol u slučajevima sumnje na vožnju pod uticajem ovih supstanci, kao i u saobraćajnim nesrećama sa smrtnim ishodom, ima višestruku funkciju. Rezultati dobijeni ovim testiranjima mogu se koristiti u okviru krivičnih istraga, kao dokazni materijal u parničnim postupcima, ali i u procesima lečenja i rehabilitacije vozača koji su osuđeni zbog vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci. Toksikološka analiza biološkog materijala doprinosi boljem razumevanju obima i uzroka problema, čime se omogućava efikasnije usmeravanje resursa ka edukaciji javnosti i razvoju preventivnih programa. Uz to, prikupljeni podaci predstavljaju osnovu za unapređenje zakonodavstva, razvoj metoda detekcije i efikasniju primenu zakonskih mera. Da bi toksikološko testiranje imalo punu vrednost u ovim kontekstima, ono mora ispuniti određene standarde: mora biti forenzički odbranljivo, precizno, pravovremeno i obuhvatiti detekciju svih relevantnih supstanci u odgovarajućim koncentracijama (D’Orazio et al., 2021).

Za razliku od alkohola, čiji je uticaj na sposobnost vožnje odavno prepoznat i praćen efikasnim zakonskim rešenjima, strategijama detekcije i merama rehabilitacije, pristupi rešavanju problema droga u saobraćaju razvijani su sporije. Ipak, oni sada privlače sve veću pažnju kako se ozbiljnost problema sve jasnije uočava (Logan, Osselton, 2017).

U savremenoj forenzičkoj praksi, toksikološko veštačenje ima ključnu ulogu u otkrivanju i tumačenju prisustva psihoaktivnih supstanci u organizmu učesnika u saobraćaju. Pored analitičkog dela, koji obuhvata detekciju i identifikaciju supstanci, toksikološka ekspertiza uključuje i tumačenje mogućeg farmakološkog uticaja otkrivenih supstanci na funkcije od značaja za bezbedno upravljanje vozilom. Time se pruža stručna podrška proceni uticaja psihoaktivnih supstanci na sposobnost za vožnju, koju u pravilu sprovodi lekar odgovarajuće specijalnosti, najčešće, psihijatar.

U praksi se, međutim, javljaju brojni izazovi, od pouzdanosti skrining testova i izbora adekvatnog biološkog uzorka, do interpretacije koncentracija u svetlu vremena proteklog od incidenta. Otežavajuća okolnost je i postojanje izraženih interindividualnih razlika u osetljivosti

na delovanje psihoaktivnih supstanci, kao i razvoja tolerancije na neke od njih. Dodatne poteškoće nastaju u situacijama kada zakonski nisu propisane granične vrednosti, što komplikuje tumačenje toksikološkog nalaza i otežava donošenje zaključaka u okviru toksikološkog veštačenja.

Cilj ovog rada jeste da prikaže kompleksnost toksikološkog veštačenja u slučajevima vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci, kroz analizu ključnih aspekata forenzičke toksikologije – od izbora uzorka i primenjenih analitičkih metoda, do interpretacije nalaza i sastavljanja stručnog mišljenja koje može imati značajne posledice u pravnom postupku, uz poseban osvrt na važeću zakonsku regulativu.

Izbor biološkog materijala za toksikološku analizu u slučajevima vožnje pod uticajem droga

Izbor odgovarajućeg biološkog uzorka od presudnog je značaja u forenzičkom toksikološkom veštačenju, posebno u slučajevima vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci. Vrsta uzorka direktno utiče na mogućnost detekcije supstanci, procenu vremena konzumacije, kao i na pouzdanost interpretacije rezultata u kontekstu sposobnosti za vožnju.

U okviru sprovođenja zakona u slučajevima vožnje pod uticajem droga (*Driving Under the Influence – DUI*), najčešće se koriste tri vrste bioloških uzoraka: krv, oralna tečnost (OT) i urin. Svaki od ovih uzoraka ima svoje prednosti i ograničenja, koja treba pažljivo razmotriti prilikom odlučivanja o odgovarajućem uzorku u konkretnom slučaju.

Oralna tečnost

Oralna tečnost predstavlja složenu mešavinu supstanci koje se nalaze u usnoj šupljini, uključujući vodu, elektrolite, bakterije, ćelije, ostatke hrane i, pre svega, sekrete pljuvačnih žlezda. S obzirom na bogatu vaskularizaciju pljuvačnih žlezda, pljuvačka se formira kao filtrat krvi, što omogućava prenos droga i njihovih metabolita iz krvi u oralnu tečnost (Aps, Martens, 2005).

Proces prelaska droga i metabolita u oralnu tečnost zavisi od brojnih fizioloških i fizičko-hemijskih faktora, kao što su pH vrednost pljuvačke, pKa supstance, rastvorljivost leka i stepen vezivanja za proteine. Takođe, droga može dospeti u oralnu tečnost direktnim kontaktom sa sluzokožom usne šupljine. Način unosa droge, kao što su pušenje, inhalacija i ušmrkavanje, često rezultira visokim koncentracijama

roditeljskih droga u oralnoj tečnosti (Desrosiers, Huestis, 2019; Krotulski et al., 2018).

Zahvaljujući ovim osobinama, oralna tečnost je postala atraktivan biološki matriks za testiranje na prisustvo droga, posebno u oblasti forenzičke toksikologije i ispitivanjima vezanim za vožnju pod uticajem psihoaktivnih supstanci. Jednostavnost i efikasnost uzorkovanja dodatno doprinose njenoj primeni u istragama vožnje pod uticajem droga (*Driving Under the Influence of Drugs – DUI/D*). Uzorkovanje je brzo, minimalno invazivno, lako se nadgleda, teško se može falsifikovati, ne zahteva posebnu medicinsku obuku i može se obaviti na različitim lokacijama. Još jedna prednost u odnosu na urin je kraći vremenski okvir detekcije, što ukazuje na nedavnu upotrebu droga (Sarris et al., 2024).

Međutim postoje velike varijacije između pojedinaca u odnosima koncentracija između droga u oralnoj tečnosti i krvi (OT/K odnosi) što predstavlja značajan izazov prilikom interpretacije rezultata testiranja uzoraka oralne tečnosti od osumnjičenih za DUI/D prekršaje (Sarris et al., 2024).

Urin

Urin je dobar uzorak za detekciju droga, međutim on je u suštini uzorak „van tela“, što znači da se droge ili metaboliti mogu otkriti u urinu i nakon prestanka njihovog delovanja. Zbog toga, iako je pozitivan test na drogu u urinu čvrst dokaz o upotrebi droga u poslednjih nekoliko dana, on se ne može sam po sebi koristiti za dokazivanje poremećaja u ponašanju tokom kritičnog događaja. Zato urin nije dobar uzorak za interpretaciju dobijenih rezultata u smislu njihovog uticaja na sposobnost za vožnju. Urin je, dakle, odličan uzorak za odgovor na pitanje „da li je osoba u nekom trenutku pre davanja uzorka koristila drogu“, ali je sam po sebi od male koristi kod tumačenja „da li je osoba u datom momentu bila pod uticajem droge“. S druge strane, ako je unošenje droge bilo neposredno pre davanja uzorka, test u urinu može biti negativan na prisustvo leka, iako je lek prisutan u telu i deluje na osobu (Logan, Osselson, 2017).

Krv

Krv se obično smatra uzorkom izbora u istragama vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci, jer pruža najdirektniji uvid u prisustvo droga koje aktivno cirkulišu u organizmu i potencijalno deluju na centralni nervni sistem. S obzirom na to da koncentracije droga u krvi odražavaju stanje

ravnoteže s mozgom, one mogu ukazivati na trenutno farmakološko dejstvo supstance u trenutku uzorkovanja. Prisustvo supstance ili njenog aktivnog metabolita u krvi najrelevantnije je za procenu farmakološkog efekta. Međutim, važno je uzeti u obzir vremenski razmak između vožnje i uzorkovanja, jer mnoge supstance brzo napuštaju krvotok ili se redistribuiraju u tkiva, što može dovesti do lažno negativnih nalaza.

Sa stanovišta interpretacije, koncentracije leka u krvi mogu se povezati sa poznatim koncentracijama koje odgovaraju terapijskim ili toksičnim dozama, kao i sa obrascima terapijske ili rekreativne upotrebe. Takođe se mogu povezati sa istraživanjima koja se bave uticajem droga na sposobnosti relevantne za bezbedno upravljanje vozilom. Ipak, za mnoge psihoaktivne supstance još uvek nisu uspostavljene pouzdane veze između određene koncentracije u krvi i nivoa oštećenja funkcija, osim za alkohol i neke druge depresore centralnog nervnog sistema koji su bolje proučeni (Bramness et al., 2003; 2004). Koncentracije leka/droge u krvi zavise od doze, vremena od poslednje upotrebe i toga da li je upotreba akutna ili hronična. Krv se najčešće analizira u slučajevima kada su drugi preliminarni testovi (u oralnoj tečnosti ili urinu) pozitivni.

Prikupljanje uzorka krvi mora obaviti kvalifikovano medicinsko osoblje. Najčešće se za testiranje koristi oko 10 mL krvi, što je obično dovoljno za sprovođenje širokog spektra testiranja, kao što su toksikološki skrining, potvrдна analiza i kvantifikacija. Droge u krvi obično ostaju prilično stabilne, pod uslovom da je uzorak prikupljen sa inhibitorom enzima poput natrijum-fluorida. Takođe, važno je i korišćenje antikoagulansa, kao što su heparin, citrat ili oksalat, kako bi se sprečilo zgrušavanje krvi i očuvala homogenost uzorka (Logan, Osselton, 2017).

Kosa

Kosa omogućava dugoročno praćenje upotrebe supstanci i korisna je u dokazivanju hronične ili ponavljane konzumacije. Međutim, ne pruža informacije o tačnom vremenu konzumacije niti o aktuelnom farmakološkom dejstvu, zbog čega nije pogodan uzorak za procenu sposobnosti za vožnju u konkretnom trenutku.

U zaključku, krv i dalje ostaje uzorak izbora u istragama o vožnji pod uticajem droga, dok oralna tečnost postaje vredna alternativa u okviru zakonskih propisa koji regulišu toksikološka testiranja u saobraćaju.

Toksikološko testiranje: analitičke metode i laboratorijska praksa

Forenzičke toksikološke laboratorije primenjuju metode analitičke hemije za ispitivanje bioloških uzoraka uzetih od vozača pod sumnjom da su vozili pod uticajem droga. Analitički proces obuhvata dva glavna koraka: početno testiranje (*skrining*) i potvrdu rezultata uz kvantifikaciju detektovanih supstanci.

Testovi skrininga imaju orijentacionu ulogu i služe za usmeravanje daljeg ispitivanja, a najčešće se zasnivaju na imunološkim i hromatografskim tehnikama. U praksi se u oblasti imunološkog testiranja najčešće koriste ELISA testovi i imunohromatografski testovi (tzv. test trake) za brzo otkrivanje prisustva droga u biološkim uzorcima. Ove metode funkcionišu na osnovu reakcije antigena (droge) sa specifičnim antitelima, pri čemu se prisustvo droge u uzorku očitava kroz meru vezivanja. Međutim, zbog mogućnosti unakrsne reaktivnosti, imunološki testovi mogu reagovati i sa hemijski srodnim jedinjenjima. Na primer, test dizajniran za detekciju opijata može, pored morfina, detektovati i kodein ili hidrokodon, što može uticati na tumačenje rezultata i dalje pravne posledice (National Alliance to Stop Impaired Driving, 2023).

Hromatografske tehnike skrininga uključuju gasnu hromatografiju (GC) i tečnu hromatografiju (LC) uz primenu različitih detektora. Ove metode omogućavaju ciljani skrining, usmeren na određeni broj psihoaktivnih supstanci, ili sveobuhvatan skrining kojim se detektuje širi spektar jedinjenja.

Rezultati skrininga, bez obzira na primenjenu tehniku, moraju se potvrditi specifičnim analitičkim metodama kao što su GC-MS (gasna hromatografija-masena spektrometrija), LC-MS (tečna hromatografija-masena spektrometrija) ili osetljivija LC-MS/MS (tečna hromatografija-tandem masena spektrometrija).

Bez obzira na korišćenu tehniku, rezultati skrininga moraju biti potvrđeni specifičnim analitičkim metodama, kao što su gasna hromatografija u kombinaciji sa masenom spektrometrijom (GC-MS), tečna hromatografija sa masenom spektrometrijom (LC-MS) ili osetljivija tandem masena spektrometrija (LC-MS/MS). Ove metode omogućavaju pouzdanu identifikaciju psihoaktivnih supstanci i njihovih metabolita, na osnovu vremena zadržavanja i masenih spektralnih karakteristika, u poređenju sa sertifikovanim referentnim standardima.

Kvantifikacija, odnosno određivanje koncentracije droge u uzorku, ponekad se vrši istovremeno sa potvrdnom analizom, korišćenjem kalibracione krive dobijene analizom poznatih koncentracija (kalibratora) (*National Alliance to Stop Impaired Driving*, 2023).

Laboratorije se razlikuju po opsegu droga koje testiraju i osetljivosti svojih metoda, što korisnici toksikoloških usluga treba da imaju u vidu. Međutim, postoje i laboratorije koje vrše samo skrining testove i na osnovu njih izveštavaju, što se smatra neadekvatnom praksom (*National Alliance to Stop Impaired Driving*, 2023).

Radi obezbeđenja kvaliteta i forenzičke validnosti rezultata, laboratorije treba da sprovedu testiranja u skladu sa važećim standardima i preporukama. U laboratorijama koje se bave toksikološkim ispitivanjem u slučajevima vožnje pod uticajem droga i saobraćajnih nesreća sa smrtnim ishodom, postoji potreba za ispunjavanjem minimalnih kriterijuma osetljivosti i opsega testiranja. Ovi kriterijumi obezbeđuju forenzičku odbranljivost, ujednačenost rezultata i njihovu relevantnost za potrebe istraga.

Preporuke za minimalne kriterijume proizašle su iz višegodišnjeg sagledavanja praksi laboratorija, sprovedenih anketa, analize dostupnih podataka i iskustava forenzičkih stručnjaka. Ovaj proces je detaljno opisan u radu D'Orazio i saradnika (2021), koji predstavlja osnovu za formulisanje smernica za toksikološko testiranje u DUID istragama i istragama saobraćajnih nesreća sa smrtnim ishodom (D'Orazio et al., 2021).

Na osnovu prethodnih preporuka i iskustava izrađen je predlog američkog nacionalnog standarda ASB Standard 120: "Standard za analitički opseg i osetljivost forenzičkog toksikološkog testiranja krvi u istragama o vožnji pod uticajem droga". Cilj standarda je dodatna harmonizacija laboratorijskih praksi i postavljanje obaveznih tehničkih zahteva koje laboratorije treba da ispune kako bi osigurale visoke standarde kvaliteta analiza. Standard obuhvata etanol, kanabinoide, stimulanse centralnog nervnog sistema (CNS), depresore CNS-a, benzodiazepine i narkotičke analgetike, sa precizno propisanim pragovima osetljivosti za skrining i potvrdu (*American Academy of Forensic Sciences Standards Board*, 2021), što je prikazano u Tabeli 1.

Implementacija ovakvih standarda doprinosi povećanju pouzdanosti rezultata, boljoj forenzičkoj odbrani nalaza i opštem unapređenju bezbednosti saobraćaja.

Tabela 1

Minimalni analitički opseg i osetljivost za testiranje krvi u istragama vožnje pod uticajem droga

Grupa supstanci	Supstanca	Skrining (ng/mL ili g/dL)	Potvrda (ng/mL ili g/dL)
Etanol	Etanol (g/dL)	0,01	0,01
Kanabinoidi	THC	N/A	1
	Karboksil-THC	10	5
	11-OH-THC	N/A	1
Stimulansi CNS-a	Amfetamin	20	20
	Metamfetamin	20	20
	MDA	25	20
	MDMA	25	20
	Kokain	N/A	10
	Kokaetilen	N/A	10
	Benzilekgonin	50	50
Depresori CNS-a	Karisoprodol	1000	1000
	Meprobamat	N/A	1000
	Zolpidem	10	10
Benzodiazepini niske doze	Alprazolam	10	10
	Klonazepam	15	10
	7-aminoklonazepam	N/A	10
	Lorazepam	15	10
Benzodiazepini visoke doze	Diazepam	50	20
	Nordiazepam	50	20
	Oksazepam	50	20
	Temazepam	50	20
Narkotički analgetici	Morfin	10	10
	Kodein	10	10
	6-acetilmorfin	N/A	5
	Hidrokodeon	10	10
	Oksikodon	10	10
	Metadon	50	20
	Fentanil	1	0,5
	Buprenorfin	1	0,5
	Norbuprenorfin	N/A	0,5
	Tramadol	100	50
	o-desmetiltramadol	N/A	50

Napomena: Koncentracije za skrining zasnivaju se na imunološkim testovima. Kada se za skrining koriste metode koje nisu imunološke (npr. hromatografske metode), primenjuju se koncentracije navedene za potvrdu. "N/A" znači da skrining koncentracija nije primenljiva.

Izvor: American Academy of Forensic Sciences Standards Board (2021) *Standard for Toxicology Testing in Impaired Driving Investigations*. Colorado Springs, CO: AAFS Standards Board.

Vrste psihoaktivnih supstanci i njihov efekat na sposobnost za vožnju

Psihoaktivne supstance koje najčešće utiču na sposobnost za vožnju mogu se svrstati u nekoliko glavnih grupa: kanabinoidi (npr. THC), stimulansi (npr. kokain, amfetamini), depresori centralnog nervnog sistema (npr. alkohol, benzodiazepini, opiodi) i halucinogeni. Njihovo prisustvo u organizmu vozača ne znači nužno i postojanje funkcionalnog deficita, ali u velikom broju slučajeva može uticati na pažnju, percepciju, koordinaciju, brzinu reagovanja i donošenje odluka.

Kanabis (THC)

THC je najčešće detektovana ilegalna supstanca među vozačima. Nakon konzumacije dolazi do smanjenja kratkoročne memorije, poremećaja percepcije vremena i prostora, usporenih reakcija i smanjene sposobnosti procene udaljenosti. Efekti su najizraženiji u prvih nekoliko sati, ali se metaboliti THC-a mogu detektovati danima nakon konzumacije, što otežava određivanje vremena dejstva u odnosu na trenutak vožnje (Kerrigan, 2024).

Stimulansi (kokain, amfetamini, MDMA)

Ove supstance ubrzavaju aktivnost centralnog nervnog sistema. Vozači pod njihovim uticajem mogu pokazivati prekomerno samopouzdanje, agresivnost, sklonost ka rizičnom ponašanju i precenjivanju svojih sposobnosti. Iako u početku mogu delovati kao „poboljšivači budnosti“, kasniji pad energije i iscrpljenost dodatno povećavaju rizik od grešaka u vožnji (Kerrigan, 2024)

Depresori (benzodiazepini, opiodi, alkohol)

Ove supstance usporavaju moždane funkcije i značajno utiču na motoričku koordinaciju, pažnju i sposobnost reagovanja. Kombinacija

alkohola i lekova iz ove grupe posebno je rizična jer se efekti međusobno pojačavaju. Kod opioida, osim sedacije, javlja se i usporeno disanje i pad koncentracije, što značajno povećava rizik u saobraćaju (Kerrigan, 2024).

Halucinogeni (LSD, psilocibin, ketamin)

Halucinogene supstance remete percepciju stvarnosti, izazivaju dezorijentaciju, vizuelne i auditivne halucinacije, te gubitak osećaja za vreme i prostor. Upravljanje vozilom pod njihovim dejstvom gotovo uvek predstavlja ozbiljan rizik (Kerrigan, 2024).

Nove psihoaktivne supstance (NPS)

Poseban izazov predstavljaju NPS – supstance koje imitiraju efekte poznatih droga, ali nisu uvek zakonski regulisane. Njihova prisutnost je teško detektovati standardnim metodama, a klinički efekti nisu uvek dovoljno poznati, što dodatno komplikuje toksikološku procenu (*National Alliance to Stop Impaired Driving*, 2023).

Sprovođenje zakona i krivično gonjenje u slučajevima vožnje pod uticajem droga

Upravljanje motornim vozilom predstavlja složen proces koji zahteva usklađeno funkcionisanje brojnih psihomotornih i kognitivnih sposobnosti. Vozač mora da upravlja vozilom, prati saobraćaj, reaguje na saobraćajne znakove i uslove na putu, održava bezbedno rastojanje od drugih učesnika u saobraćaju i kontroliše sve komande u vozilu. Pored toga, često obavlja dodatne aktivnosti kao što su komunikacija sa saputnicima, podešavanje uređaja u vozilu ili korišćenje mobilnog telefona. Ove aktivnosti mogu biti podložne ometanju i zahtevaju stalnu prilagodljivost uslovima na putu, tehničkom stanju vozila i vremenskim prilikama. (Kerrigan, 2004). Kada je pažnja podeljena, kao u vožnji, integracija svih tih funkcija je lako narušena prisustvom psihoaktivnih supstanci koje utiču na centralni nervni sistem, naročito depresori, stimulansi i opiodi. Ove supstance mogu značajno otežati sposobnost za obavljanje složenih zadataka, usporiti reakcije i narušiti sposobnost za donošenje ispravnih odluka, što povećava rizik od saobraćajnih nesreća (Logan, Osselton, 2017).S obzirom na ove rizike, regulative u mnogim zemljama prepoznaju važnost usklađivanja zakona sa realnim problemima koje izaziva vožnja pod uticajem droga. Prema Loganu i Osseltonu (2017), postoje dva glavna pristupa u regulisanju vožnje pod uticajem droga:

Pristup zasnovan na narušenoj sposobnosti za vožnju ("impairment-based") – Vozač se smatra odgovornim ako postoje dokazi da mu je upotreba droga (ili alkohola) umanjila sposobnost upravljanja vozilom. Ovaj pristup se oslanja na ponašajne i fizičke pokazatelje kao što su govor, koordinacija, kao i testovi trezvenosti na terenu. Svi ovi elementi zajedno predstavljaju kumulativni dokaz da se osoba nalazi u stanju u kojem su kognitivne i psihomotorne veštine potrebne za bezbednu vožnju u određenoj meri narušene, i to iz određenog razloga. Toksikološka analiza se koristi kako bi se potvrdio uzrok oštećenja. U nekim zemljama, poput SAD, ovakvi pokazatelji su potrebni da bi se ostvario pravni osnov (npr. verovatan razlog) za hapšenje i testiranje (Logan, Osselton, 2017).

"Per se" pristup – Vožnja je zakonom zabranjena ukoliko je u organizmu prisutna određena (ili bilo koja detektabilna) količina zabranjene supstance. U okviru ovog modela postoje:

- 1) Granične vrednosti (zakonom je postavljena kvantitativna granica koncentracije supstance, najčešće u krvi, retko i u pljuvački)
- 2) Politika nulte tolerancije (svako prisustvo droge smatra se prekršajem, bez obzira na količinu)

Zemlje i jurisdikcije se razlikuju u primeni ovih modela, kao i u formulaciji zakona. Dok neke zemlje propisuju zakonske granice za vožnju pod uticajem droga (Gjerde, Strand, 2023), druge idu korak dalje i, na osnovu koncentracija supstanci u krvi, određuju i stepen kazne, što je prikazano u Tabeli 2 (Gjerde, Strand, 2023).

Ovi zakoni se obično primenjuju na kontrolisane supstance, ali mogu obuhvatiti i lekove na recept, naročito kada osoba ne poseduje važeći recept. Iako posjedovanje važećeg recepta obično predstavlja potpunu odbranu u slučajevima optužbi prema principu „per se“, u većini jurisdikcija osoba može biti optužena i na osnovu standardnog kriterijuma „pod uticajem“, čak i ako ima recept, ako postoje dokazi o smanjenoj sposobnosti za vožnju (Logan, Osselton, 2017).

Tabela 2

Jurisdikcije sa stepenovanim pragovima za sankcionisanje (ng/mL).

Jurisdiction	Sanction Level	Biological Matrix	THC	AMP	MET	MDMA	Cocaine	GHB	Ketamine	LSD	Morphine
Canada	1	Blood	2	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	Blood	5 (or 2.5 with alcohol)	–	–	–	5000	–	–	–	–
Denmark	1	Blood (ng/g)	1	20	20	20	10	20,000	10	0.5	10
	2	Blood	3	–	–	–	–	–	–	–	–
	3	Blood	9	–	–	–	–	–	–	–	–
New Zealand	1	Blood	1	20	10	10	5	10,000	10	10	–
	2	Blood	3	100	50	50	20	50,000	50	20	–
Norway	1	Blood	1.3	41	45	97	24	10,300	95	1	9
	2	Blood	3.1	203	224	–	–	30,900	–	–	24
	3	Blood	9.4	487	537	–	–	123,600	–	–	61

Preuzeto iz: *Gjerde, Strand, 2023.*

U Republici Srbiji, vožnja pod uticajem psihoaktivnih supstanci reguliše se Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima (*Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, 2025*). Prema članu 187. ovog zakona, zabranjeno je upravljanje vozilom ako je vozač pod dejstvom psihoaktivnih supstanci, bez obzira na količinu prisutne supstance. Ovakav pristup predstavlja model nulte tolerancije, jer zakon ne propisuje granične vrednosti, već se svako prisustvo psihoaktivnih supstanci može smatrati osnovom za pokretanje prekršajnog ili krivičnog postupka, u zavisnosti od okolnosti slučaja.

Pripadnici saobraćajne policije ovlašćeni su da sprovedu orijentaciono testiranje na prisustvo psihoaktivnih supstanci, najčešće upotrebom brzih testova iz oralne tečnosti. Ukoliko je rezultat pozitivan ili postoji sumnja na konzumaciju, nadležni organ može naložiti uzimanje uzoraka krvi i/ili urina radi sprovođenja toksikološke analize u ovlašćenoj laboratoriji. Na osnovu nalaza toksikološke analize i ukupne ocene stanja vozača, odlučuje se o eventualnoj odgovornosti i merama koje će biti preduzete.

Izazovi toksikološkog veštačenja psihoaktivnih supstanci u saobraćaju

Toksikološko veštačenje u slučajevima vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci predstavlja važan, ali izuzetno složen segment forenzičke prakse, sa brojnim stručnim, tehničkim i pravnim izazovima. Jedan od ključnih izazova ogleda se u samom izboru biološkog uzorka. Iako

se krv najčešće smatra zlatnim standardom zbog svoje forenzičke vrednosti i mogućnosti kvantifikacije aktivnih supstanci, njeno uzimanje zahteva medicinski kadar, vreme i jasno regulisane protokole. Sa druge strane, uzorci kao što su pljuvačka ili urin često se koriste za inicijalni skrining na terenu, ali njihova interpretacija može biti otežana zbog različitih farmakokinetičkih i farmakodinamičkih karakteristika pojedinih droga, kao i zbog razlika u trajanju detektabilnosti i korelaciji sa trenutnim psihofizičkim stanjem vozača. Značajan problem u praksi predstavlja pogrešna interpretacija preliminarne testova. Brzi testovi koji se primenjuju na licu mesta daju orijentacione rezultate, ali nisu dovoljno specifični i često mogu biti podložni greškama. Uprkos tome, dešava se da se rezultati skrining testova posmatraju kao konačni, bez sprovođenja odgovarajućih potvrdnih analiza. Takva praksa nije u skladu sa toksikološkim standardima, jer forenzički validan rezultat mora biti potkrepljen analizom metodama visoke specifičnosti, kao što su GC-MS ili LC-MS/MS. Samo potvrđena analiza može se smatrati pouzdanom osnovom za pokretanje prekršajnog ili krivičnog postupka. Tumačenje nalaza dodatno komplikuju farmakološke osobine psihoaktivnih supstanci, njihovi aktivni metaboliti, potencijalni efekti tolerancije kod korisnika, kao i činjenica da prisustvo supstance u organizmu ne mora nužno da znači i funkcionalnu nesposobnost za vožnju. U takvim slučajevima, uloga toksikologa nije samo da identifikuje i kvantifikuje prisutne supstance, već i da pruži stručno mišljenje o mogućem uticaju identifikovanih droga na vozačeve sposobnosti, uzimajući u obzir sve relevantne faktore. Konačno, izazov leži i u efikasnoj komunikaciji sa pravosudnim organima. Tužioci, sudije i advokati često nisu dovoljno upoznati sa granicama i mogućnostima toksikoloških analiza, zbog čega veštak toksikolog mora ne samo da iznese nalaz, već i da ga jasno i precizno objasni na način razumljiv stručnjacima izvan oblasti toksikologije. Zbog svega navedenog, toksikološko veštačenje u saobraćajnim slučajevima zahteva visoku stručnost, jasno definisane standarde rada, kontinuirano obrazovanje svih uključenih strana i stalno unapređenje laboratorijskih i interpretativnih procedura kako bi se obezbedila pouzdana, objektivna i pravno održiva procena prisustva i uticaja psihoaktivnih supstanci.

ZAKLJUČAK

Toksikološko veštačenje ima nezamenjivu ulogu u procesuiranju slučajeva vožnje pod uticajem psihoaktivnih supstanci, ali njegovo uspešno sprovođenje zahteva pažljiv izbor biološkog uzorka, primenu pouzdanih analitičkih metoda i stručno tumačenje rezultata. Pravni okvir, koji se razlikuje od zemlje do zemlje, dodatno komplikuje tumačenje nalaza, naročito u pogledu toga da li je otkrivena koncentracija droge zaista dovela do smanjenja sposobnosti za vožnju. Problem se dodatno produbljuje kada se koriste testovi ograničene pouzdanosti ili kada preliminarni rezultati bivaju pogrešno interpretirani kao konačni dokazi. Stoga je, pored tehničke preciznosti, od suštinskog značaja i međusektorska saradnja toksikologa, pravnika i donosioca politika kako bi se osiguralo da toksikološki dokazi u saobraćajnim slučajevima budu naučno zasnovani, pravilno interpretirani i zakonski održivi.

LITERATURA

Aps, J. K. M., Martens, L. C. (2005). 'Review: The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva'. *Forensic Sci. Int.*, 150(2–3), 119-131. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.10.026>

Beirness, D. J., Beasley, E. E. (2010) 'A Roadside Survey of Alcohol and Drug Use Among Drivers in British Columbia'. *Traffic Inj. Prev.*, 11(3), 215-221. <https://doi.org/10.1080/15389581003735626>

Boorman, M., Owens, K. (2009) 'The Victorian legislative framework for the random testing drivers at the roadside for the presence of illicit drugs: An evaluation of the characteristics of drivers detected from 2004 to 2006'. *Traffic Inj. Prev.*, 10(1), 16-22. <https://doi.org/10.1080/15389580802542365>

Bramness, J. G., Skurtveit, S., Mørland, J. (2003) 'Testing for benzodiazepine inebriation—relationship between benzodiazepine concentration and simple clinical tests for impairment in a sample of drugged drivers'. *Eur. J. Clin. Pharmacol.*, 59(7), 593-601. <https://doi.org/10.1007/s00228-003-0677-0>

Bramness, J. G., Skurtveit, S., Mørland, J. (2004) 'Impairment due to intake of carisoprodol'. *Drug Alcohol Depend.*, 74(3), 311-318. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2004.01.007>

Desrosiers, N. A., Huestis, M. A. (2019) 'Oral fluid drug testing: Analytical approaches, issues and interpretation of results'. *J. Anal. Toxicol.*, 43(6), 415-443. <https://doi.org/10.1093/jat/bkz048>

D'Orazio, A. L. et al. (2021) 'Recommendations for Toxicological Investigation of Drug-Impaired Driving and Motor Vehicle Fatalities—2021 Update'. *J. Anal. Toxicol.*, 45(6), 529-536. <https://doi.org/10.1093/jat/bkab064>

Gjerde, H., Strand, M. C. (2023) 'Legal limits for driving under the influence of illicit drugs: Large variations between jurisdictions'. *Forensic Sci. Int.: Rep.*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2023.100336>

Harper, C. E. et al. (2023) 'Implementation of the first comprehensive state oral fluid drug testing program for roadside screening and laboratory testing in DUID cases – a 5-year review'. *J. Anal. Toxicol.*, 47(8), 694-702. <https://doi.org/10.1093/jat/bkad051>

Krotulski, A. J. et al. (2018) 'Field detection of drugs of abuse in oral fluid using the Aleris™ DDS®2 mobile test system with confirmation by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)'. *J. Anal. Toxicol.*, 42(3), 170-176. <https://doi.org/10.1093/jat/bkx105>

Logan, B. K., Osselson, M. D. (2017) 'Driving under the influence of drugs', in: Moffat, A. C., Osselson, M. D., Widdop, B. (eds.) *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons in Pharmaceuticals, Body Fluids and Postmortem Material*, 4th ed. London: Pharm. Press, 87-114.

Sarris, G. G. et al. (2024) 'Development and validation of a simple chromatographic method to screen oral fluid samples for drugs in DUID investigations'. *J. Anal. Toxicol.*, 48(8), 528-534. <https://doi.org/10.1093/jat/bkae068>

Schulze, H. et al. (2012) *Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines in Europe — findings from the DRUID project*. DRUID Thematic Pap., EMCDDA.

Schwilke, E.W., Sampaio dos Santos, M. I., Logan, B. K. (2006) 'Changing patterns of drug and alcohol use in fatally injured drivers in Washington State'. *J. Forensic Sci.*, 51(5), 1191-1198. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00239.x>

Senna, M. C. et al. (2010) 'First nationwide study on driving under the influence of drugs in Switzerland'. *Forensic Sci. Int.*, 198(1-3), 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.02.014>

Propisi

Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (2025), Službeni glasnik RS, br. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - odluka US, 55/2014, 96/2015 - dr. zakon, 9/2016 - odluka US, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - dr. zakon, 87/2018, 23/2019, 128/2020 - dr. zakon, 76/2023 i 19/2025.

American Academy of Forensic Sciences Standards Board (AAFS-SB) (2021) *Standard practices for measurement traceability in forensic toxicology testing: E2700-21e1*. Dostupno na: https://www.aafs.org/sites/default/files/media/documents/098_Std_e1.pdf (pristupljeno: 26. april 2025.)

Kerrigan, S. (2024) *Drug Toxicology for Prosecutors: Targeting Hardcore Impaired Drivers*. Alexandria, VA: American Prosecutors Research Institute. Dostupno na: <https://ndaa.org/wp-content/uploads/Drug-Toxicology-for-Prosecutors.pdf> (pristupljeno 27 april 2025.).

National Alliance to Stop Impaired Driving (2023) *Drug Toxicology for Prosecutors – 2023 Edition*. Dostupno na: https://nasid.org/wp-content/uploads/2023/03/RO_NASID_Doc_DrugToxicology_2023_Final-compressed.pdf (pristupljeno 24. april 2025.).

Walsh, J. M., Flegel, R., McCartt, A. T. (2002) *Investigation and prosecution of driving while under the influence of drugs*. Natl. Inst. Justice. Available at: <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/investigation-and-prosecution-driving-while-under-influence-drugs>.

Vera Lukić*

DRIVING UNDER THE INFLUENCE OF PSYCHOACTIVE SUBSTANCES: CHALLENGES IN FORENSIC TOXICOLOGY

Driving under the influence of psychoactive substances is a significant public safety concern and is prohibited by law. Estimates show that individuals under the influence of alcohol, drugs, or a combination of both are responsible for more than 50% of traffic accidents. Forensic toxicology plays a crucial role in detecting the presence of psychoactive substances in

* PhD, toxicologist, Institute of Forensic Medicine "Milovan Milovanović"; University of Belgrade - Faculty of Medicine; <https://orcid.org/0000-0003-4624-6391> E-mail: vera_lukic2006@yahoo.com.

individuals involved in traffic incidents, as well as in interpreting findings and assessing the potential impact of the detected substance on driving ability. One of the greatest challenges is the interpretation of toxicological results, particularly in cases where tests with limited reliability are used or when a biological specimen, such as urine, is selected, which does not allow for a reliable assessment of the pharmacological effect of the substance on driving performance. Even when a drug or its metabolite is detected in blood, the question remains as to which concentrations are truly associated with impaired driving. Most countries have adopted legislation on drug-impaired driving, which is most commonly based on the assessment of impaired driving ability, blood concentration limits for psychoactive substances, or a zero-tolerance principle. This paper outlines the forensic toxicological approach in such cases, with particular focus on the selection of biological samples, application of appropriate analytical methods, and interpretation of findings in drug-impaired driving cases, while also addressing the legal framework, concentration limits, and their variations.

Keywords: drug-impaired driving, forensic toxicology, biological samples, psychoactive substances, zero tolerance

© 2025 by authors



Ovaj rad se objavljuje pod licencom Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)