

A. Rakić, M. Perišić\*

## PROCJENA RIZIKA UTJECAJA FARMACEUTSKOG OTPADA NA OKOLIŠ

UDK 615.91:340.34  
PRIMLJENO: 22.8.2024.  
PRIHVAĆENO: 8.2.2025.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License



**SAŽETAK:** Medicinski otpad nastaje tijekom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi te zbog pružanja različitih usluga tijekom čijih aktivnosti dolazi u dodir s krvlju i izlučevinama ljudi. U skladu s Pravilnikom o gospodarenju medicinskim otpadom pod farmaceutski otpad ubrajaju se svi lijekovi, uključujući njihovu primarnu ambalažu, koji su postali neupotrebljivi zbog isteka roka valjanosti, prolijevanja ili rasipanja. Zdravstvene ustanove su najveći proizvođači opasnog otpada jer medicinski otpad ima veći potencijalni rizik za zdravlje ljudi nego neke druge vrste opasnog otpada zbog opasnih i infektivnih materijala koje može sadržavati. Zbog toga je gospodarenje medicinskim otpadom iznimno važno, a neodgovarajući način postupanja i gospodarenja medicinskim otpadom može imati ozbiljne javnozdravstvene posljedice te štetan utjecaj na okoliš. Pravilno gospodarenje farmaceutskim otpadom kao podgrupom medicinskog otpada podrazumijeva poštovanje zakonske regulative povezane s tom vrstom otpada. Na taj način se može djelomično pratiti i količina toksičnog otpada koja završava u okolišu, ali ne i spriječiti dospjeće štetnih tvari u okoliš kao ni njegov utjecaj na biotransformaciju i djelovanje u okolišu. U slučaju nepropisnog postupanja s farmaceutskim otpadom posljedice mogu biti različite od onečišćenja tla, zraka do onečišćenja voda. Za obradu farmaceutskog otpada koriste se metode koje će proizvesti najmanji rizik za ljudsko zdravlje i okoliš. U radu se navodi metodologija za kvalitativnu procjenu rizika na okoliš zbog nepropisnog gospodarenja s farmaceutskim otpadom koji nastaje tijekom rada u zdravstvenim ustanovama.

**Ključne riječi:** farmaceutski otpad, zakonska regulativa, procjena rizika VPR metodologija

### UVOD

Otpad u današnje vrijeme postaje gospodarski, ekološki i zdravstveni problem. S obzirom da smo potrošačko društvo, gotovo svaka stvar, odnosno uređaj nakon nekog vremena postaje otpad. Također, razvoj novih tehnologija, rast kvalitete života te sve veća upotreba nepovratne ambalaže utječu na povećanje količine otpada. Prema Zakonu o gospodarenju otpadom, otpad je svaka tvar

ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti, a može biti u krutom, tekućem i plinovitom agregatnom stanju. Otpad se prema mjestu nastanka dijeli u dvije glavne kategorije: *komunalni i industrijski otpad*, a tu su još: ambalažni, građevinski, električki i elektronički otpad te otpadna vozila i otpadne gume prema Pravilniku o vrstama otpada. Prema svojstvima kojima otpad djeluje na zdravlje ljudi i okoliš dijeli se na: opasni, neopasni i inertni otpad. Neopasni medicinski otpad je onaj otpad koji nema opasna svojstva u skladu s odredbama Zakona o održivom gospodarenju otpadom. Opasni otpad je otpad koji ima jedno ili više opasnih svojstava iz Priloga Uredbe Komisije (EU) br. 1357/2014.

\*Doc. dr. sc. Anita Rakić, dipl. ing. kem., (aracic139@gmail.com); (autor za dopisivanje), Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, Sveučilište u Splitu, 21000 Split, Hrvatska, , dr. sc. Mladen Perišić, dipl. ing. kem., Splitsko-dalmatinska županija, 21000 Split, Hrvatska.

Lista opasnog otpada sastavni je dio Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (u daljnjem tekstu: Uredba). Unutar Uredbe nalazi se *Prilog I* kojim su utvrđene kategorije opasnog otpada, a sastavljene su u skladu s njihovom prirodom ili aktivnošću koja ih proizvodi. Također sastavni

dio Uredbe je i *Prilog II* u kojemu su utvrđena svojstva otpada koja ga čine opasnim za zdravlje ljudi i okoliš. Isto tako, navedena Uredba sadrži i Katalog otpada u kojemu se otpad svrstava u dvadeset grupa ovisno o mjestu nastanka, odnosno o djelatnostima koje ga generiraju (Tablica 1).

**Tablica 1. Djelatnosti koje generiraju otpad**

**Table 1. Activities that generate waste**

| Grupe otpada | Djelatnosti koje generiraju otpad   |
|--------------|---|
| 01           | Otpad koji nastaje kod istraživanja i kopanja ruda, iskopavanja i drobljenja kamena i od fizičkog i kemijskog obrađivanja ruda  |
| 02           | Otpad iz poljodjelstva, vrtlarstva, proizvodnje vodenih kultura, šumarstva, lova i ribarstva, pripremanja hrane i prerade   |
| 03           | Otpad od prerade drveta i proizvodnje ploča i namještaja, celuloze, papira i kartona  |
| 04           | Otpad iz kožarske, krznarske i tekstilne industrije   |
| 05           | Otpad od prerade nafte, pročišćavanja prirodnog plina i pirolitičke obrade ugljena  |
| 06           | Otpad iz anorganskih kemijskih procesa  |
| 07           | Otpad iz organskih kemijskih procesa  |
| 08           | Otpad od proizvodnje, formulacija, prodaje i primjene premaza (boje, lakovi i staklasti emajli), ljepila, sredstva za brtvljenje i tiskarskih boja  |
| 09           | Otpad iz fotografske industrije   |
| 10           | Otpad iz termičkih procesa  |
| 11           | Otpad koji potječe od kemijske površinske obrade i zaštite metala; hidrometalurgije neželjeznih metala  |
| 12           | Otpad od oblikovanja i površinske fizičko-kemijske obrade metala i plastike   |
| 13           | Otpadna ulja i otpad od tekućih goriva (osim jestivog ulja i otpada iz grupa 05, 12 i 19)   |
| 14           | Otpadna organska otapala, rashladni i potisni mediji (osim 07 00 00 i 08 00 00)   |
| 15           | Otpadna ambalaža; apsorbenzi, materijali za brisanje i upijanje, filterski materijali i zaštitna odjeća koja nije specificirana na drugi način  |
| 16           | Otpad koji nije drugdje specificiran u katalogu   |
| 17           | Građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (uključujući i otpad od iskapanja onečišćenog tla)  |
| <b>18</b>    | <b>Otpad koji nastaje kod zaštite zdravlja ljudi i životinja i/ili srodnih istraživanja (isključujući otpad iz kuhinja i restorana koji ne potječe iz neposredne zdravstvene zaštite)</b> |
| 19           | Otpad iz uređaja za obradu otpada, gradskih otpadnih voda i pripremu pitke vode i vode za industrijsku uporabu  |
| 20           | Komunalni otpad (otpad iz kućanstava, trgovine, zanatstva i slični otpad iz proizvodnih pogona i institucija), uključujući odvojeno prikupljene frakcije                                  |

Iz Tablice 1 može se vidjeti da se u grupu 18 svrstava cijeli niz djelatnosti koje mogu generirati medicinski otpad. U medicinski otpad ubrajaju se svi ključni brojevi (k.b.) iz grupe 18 (otpada koji nastaje kod zaštite zdravlja ljudi i životinja i/ili srodnih istraživanja (osim otpada iz kuhinja i restorana koji ne potječe iz neposredne zdravstvene zaštite) te k.b. 20 01 31\* i k.b. 20 01 32 iz grupe 20. Oznaka \* na nekom k.b. otpada označava da otpad sadrži jedno ili više opasnih svojstava.

U skladu s Pravilnikom o gospodarenju medicinskim otpadom (u daljnjem tekstu: Pravilnik) medicinski otpad definiran je kao otpad koji nastaje pri zaštiti zdravlja ljudi i životinja i/ili srodnim istraživanjima i označen je pod k.b. 18 s podgrupama. Otpad iz zdravstvenih ustanova smatra se opasnim ako ima neka od sljedećih svojstava: štetnost, toksičnost, kancerogenost i infektivnost.

Medicinski otpad pod k.b. 18 podijeljen je u dvije podgrupe:

- k.b. 18 01 - otpad od njege djece, dijagnosticiranja, liječenja ili prevencije bolesti kod ljudi
- 2. k.b. 18 02 - otpad od istraživanja, dijagnosticiranja, liječenja ili prevencije bolesti u životinja.

U ovome članku bit će riječi o medicinskom otpadu k.b. 18 01.

Opasni medicinski otpad s obzirom na opasna svojstava i način gospodarenja dijeli se na:

- Zarazni
- Oštri predmeti
- Farmaceutski otpad
- Kemijski otpad
- Citotoksični i citostatski otpad
- Amalgamski otpad iz stomatološke zaštite
- Ostali opasni otpad – svaki otpad koji ima neko od opasnih svojstava iz Dodatka III Zakona o održivom gospodarenju otpadom.

Zdravstvene ustanove su najveći proizvođači opasnog otpada koji se zbog visokog stupnja rizika od razvoja raznih infekcija i ozljeda ubraja u jednu od najopasnijih grupa među opasnim otpadom (Pruss et al., 2014.).

Tehnološki razvoj društva u cjelini pokrenuo je globalni gospodarski rast što je za posljedicu imalo i širenje zdravstvenog sustava i povećanja broja pruženih zdravstvenih usluga. To dovodi do porasta potražnje za medicinskim uređajima i opremom, što pak naposljetku rezultira i generiranjem većih količina medicinskog otpada (Bloom et al., 2018., Pachauri et al., 2019.).

Većina razvijenih zemalja, zemlje s višim bruto domaćim proizvodom (BDP), generiraju veće količine medicinskog otpada po stanovniku u odnosu na zemlje s niskim i srednjim BDP-om (Singh et al., 2021.). Pranjic je (2011.) u svojem istraživanju ukazala na problem povezan s nekontroliranim odlaganjem lijekova koji potječu iz donacija, a istekao im je rok valjanosti. U radu je istaknuto da je takav otpad bio nepropisno skladišten te da nisu postojala mjesta za obradu takve vrste otpada na području Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH). U radu se također navodi da se u FBiH nalazi oko 2000 nekontroliranih deponija, a najviše u Zeničko-Dobojskom i Tuzlanskom kantonu. Zemlje u razvoju stvaraju manje količine otpada od razvijenih zemalja. Ali, kod zemalja u razvoju su problemi gospodarenja s otpadom veći u odnosu na razvijene zemlje, jer zemlje u razvoju nemaju uređene sustave za sakupljanje i zbrinjavanje otpada. Važno je navesti da su razvijene zemlje suočene i s problemom oko zbrinjavanja i gospodarenja velike količine medicinskog otpada. Međutim, unatoč većoj stopi proizvodnje medicinskog otpada, razvijene zemlje imaju razvijene sustave gospodarenja tom vrstom otpada te se stoga s proizvedenim medicinskim otpadom pravilno i gospodari (Zamparas et al., 2019.). Prema rezultatima istraživanja Ansari i suradnika (2019.) u Europi, Španjolska i Italija stvaraju najveću količinu medicinskog otpada (4,4 i 4,1 kg/krevet/ dan), dok Grčka najmanju količinu (oko 0,3 kg/krevet/dan). To bi se moglo pripisati boljim zdravstvenim uslugama i sve starijem stanovništvu u razvijenijim zemljama koje koristi najviše zdravstvenih materijala i usluga za skrb i njegu.

Opasni medicinski otpad sadrži štetne tvari koje gutanjem, inhalacijom ili penetracijom kroz kožu mogu biti opasne za ljudsko zdravlje, a pojam „toksičnosti“ tvari iz otpada odnosi se na akutne i/ili kronične rizike i učinke na zdravlje.

Opasni medicinski otpad ima određene spremnike koji se koriste za njegovo zbrinjavanje u skladu s Naputkom o postupanju s otpadom koji nastaje pri pružanju zdravstvene zaštite (u daljnjem tekstu: Naputak). Prema Naputku, spremnik u koji se zbrinjava otpad mora bojom, veličinom i oblikom odgovarati otpadu, i to:

- crvena boja, spremnik za infektivni otpad
- crvena sa crnim pojasom, spremnik za patološki otpad
- žuta, spremnik za kemijski otpad
- zelena, spremnik za farmaceutski otpad (slika 1)
- crna i plava, spremnik za komunalni otpad.



Slika 1. Spremnik za prikupljanje farmaceutskog otpada unutar zdravstvene ustanove

Figure 1. Container for the collection of pharmaceutical waste within a healthcare facility

Lijekovi su jedan od segmenata zdravstvene zaštite, a farmaceutski otpad predstavlja veliki rizik za okoliš i na zdravlje ljudi (Lolić et al., 2015.). Pod farmaceutskim otpadom podrazumijevaju se farmaceutski proizvodi, lijekovi i kemikalije koji su vraćeni s odjela gdje su bili proliveni, rasipani, pripremljeni, a neupotrijebljeni ili im je istekao rok uporabe ili se trebaju baciti iz bilo kojeg razloga; odnosno svi lijekovi koji su neupotrebljivi. Prema Pravilniku bočice, kutije i ambalaža u kojima se nalaze lijekovi ili cjepiva također se ubrajaju u ovu skupinu.

U Republici Hrvatskoj gospodarenje otpadom regulirano je pravnim aktima: Zakonom o gospodarenju otpadom, Pravilnikom o gospodarenju otpadom, Pravilnikom o spaljivanju i suspaljivanju otpada, Pravilnikom o odlagalištima otpada.

Gospodarenje medicinskim otpadom koji nastaje tijekom rada u zdravstvenim ustanovama

regulirano je Zakonom o otpadu i Pravilnikom o gospodarenju medicinskim otpadom.

U skladu sa zakonskom regulativom zbrinjavanje farmaceutskog otpada definirano je Pravilnikom što podrazumijeva odvojeno sakupljanje i privremeno skladištenje na mjestu nastanka do predaje ovlaštenoj osobi (pravnom subjektu koji posjeduje Dozvolu za gospodarenje određenom vrstom otpada za obradu i zbrinjavanje). Dok unutar djelatnosti gospodarenja medicinskim otpadom Pravilnik definira sljedeće postupke: sakupljanje i prijevoz te privremeno skladištenje, obradu, uporabu i/ili zbrinjavanje medicinskog otpada, kao i uporabu i/ili zbrinjavanje otpada koji nastaje obradom, uporabom i/ili zbrinjavanjem medicinskog otpada.

Pravilnikom o registru onečišćavanja okoliša propisana je obveza godišnje prijave nastalog i oporabljenog/zbrinutog otpada u bazu Registra onečišćenja okoliša (baza ROO). Podatke o nastalom otpadu u bazu ROO dostavljaju proizvođači otpada kojima na lokaciji nastane i/ili prenose s lokacije opasni otpad u ukupnoj količini većoj od ili jednakoj 0,5 tona godišnje i/ili neopasni otpad u ukupnoj količini većoj od ili jednakoj 20 tona godišnje. Podatke o oporabljenom/zbrinutom otpadu dostavljaju proizvođači otpada koji obavljaju djelatnosti uporabe odnosno zbrinjavanja otpada bez obzira na količinu otpada.

U cilju smanjenja i eliminacije štetnog utjecaja farmaceutskog otpada na okoliš u Pravilniku o izmjenama i dopunama Pravilnika o gospodarenju medicinskim otpadom propisano je da su ljekarne, osim bolničkih ljekarni, dužne od građana preuzimati farmaceutski otpad neovisno o njegovu podrijetlu (slika 2).



Slika 2. Spremnik za prikupljanje farmaceutskog otpada u ljekarni

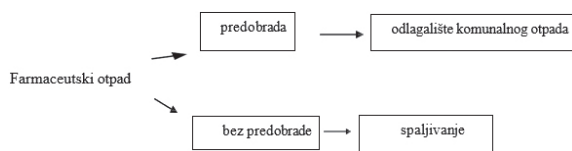
Figure 2. Container for collecting pharmaceutical waste in a pharmacy

Javne ljekarne u svojem prostoru imaju spremnike za prihvatanje lijekova kojima je istekao rok valjanosti (*Bergen et al., 2015.*) ili su oštećeni na neki način. Reciklažna dvorišta su također dužna preuzimati farmaceutski otpad od građana.

Jonjić i suradnici (*2014.*) istraživali su količine farmaceutskog otpada prikupljene u ljekarnama na području grada Zagreba, a njihovi rezultati ukazuju da je količina prikupljenog otpada po stanovniku godišnje bila ispod europskog prosjeka. Stoga, građani u skladu s važećom zakonskom regulativom lijekove kojima je istekao rok valjanosti trebaju odložiti u ljekarne u posebno označenim spremnicima za prihvatanje takvog otpada. Preporuka je i kontinuirano zdravstveno prosvjeđivanje građana o važnosti pravilnog zbrinjavanja farmaceutskog otpada nastalog iz kućnih ljekarni.

Medicinski otpad može izazvati infekcije i ozljede u odnosu na neke druge vrste otpada (*Borowy, 2020.*) pa je njegovo zbrinjavanje, tijekom od nastanka do konačne dispozicije, pod povećalom javnosti i međunarodnih institucija. Stoga, neodgovarajući način postupanja i gospodarenja s njim može imati ozbiljne javnozdravstvene posljedice te znatno utjecati na okoliš.

Prema podacima Agencije za zaštitu okoliša (AZO), opasni medicinski otpad koji uključuje i farmaceutski otpad, većim dijelom se izvozi na zbrinjavanje, a manjim dijelom se spaljuje u postrojenjima ovlaštenim za uporabu/zbrinjavanje opasnog otpada (slika 3).



Slika 3. Shema s mogućnostima konačnog zbrinjavanja farmaceutskog otpada

Figure 3. Scheme with options for final disposal of pharmaceutical waste

Veći broj manjih proizvođača, koji godišnje generiraju manje od 0,5 tona opasnog medicinskog otpada, npr. zdravstvene i veterinarske ordinacije nisu obvezne podnijeti prijavu u bazu ROO, ali su obvezne isti predati ovlaštenim sakupljačima otpada koji ovu vrstu otpada evidentiraju preko obrasca Sakupljanje otpada (SO) te ga odvoze na uporabu odnosno zbrinjavanje. Ovaj

podatak je važan u cilju isticanja aktualnosti teme o kojoj se govori u ovome radu. Ovlaštene tvrtke koje se bave prekograničnim prometom otpada izvoze uglavnom otpad u Austriju i Njemačku u skladu s Baselskom konvencijom o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju te ga prijavljuju preko Europskog registra ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari (E-PRTR obrasca) u bazu ROO. Proizvođači, koji godišnje generiraju više od 0,5 tona opasnog medicinskog otpada, dužni su prijaviti proizvedeni otpad u bazu ROO putem obrasca Nastanak otpada (NO) kao proizvođači otpada.

Rizik za ljude i životinje koji dolaze u kontakt sa zaraznim patogenima ili opasnim materijalima je nedvojbena, uz daljnji rizik od naknadnog prijenosa bolesti izravnim kontaktom, ranama, ozljedama, udisanjem ili gutanjem, kao i neizravno kroz hranidbeni lanac (*Boix et al., 2016.*) ili patogenu vrstu domaćina (*Larsson et al., 2014., Patneedi et al., 2015.*).

Zdravstveni rizici povezani s opasnim medicinskim otpadom mogu se podijeliti u pet kategorija: rizik od traume, rizik od infekcije, kemijski rizik, opasnost od požara ili eksplozije i opasnost od radioaktivnosti.

Rizici za okoliš postoje zbog nekontroliranog odlaganja medicinskog otpada u okoliš bez odgovarajućih spremnika. Ova pojava „divljih deponija“ prisutna je u mnogim zemljama u razvoju, a tada postoji mogućnost da procijedne vode mogu potencijalno dovesti do onečišćenja podzemnih vode (*Niemuth et al., 2015.*).

Svrha rada je ukazati na opasnosti koje su moguće zbog nepravilnog gospodarenja s farmaceutskim otpadom koji nastaje unutar zdravstvene ustanove. Također, u radu se predlaže alat koji se može koristiti za procjenu rizika na okoliš od nepravilnog gospodarenja s farmaceutskim otpadom.

## METODOLOGIJA

Procjena rizika je postupak kojim se utvrđuje razina opasnosti, štetnosti koja nastaje kod nepravilnog zbrinjavanja farmaceutskog otpada, a koji bi mogao izazvati štetne posljedice za okoliš.

Kod procjene rizika važna su tri procesa:

- identifikacija rizika (pronalaženje i opisivanje rizika)
- analiza rizika (utvrđivanje uzroka i izvora identificiranih rizika)
- procjena rizika (usporedba rezultata analize rizika s kriterijima rizika).

Za procjenu rizika od neučinkovitog gospodarenja farmaceutskim otpadom na okoliš može se koristiti Višedimenzionalna procjena rizika (VPR metodologija) prema normama ISO 31000:2018 i HRN EN IEC 31010:2019.

VPR metodologija može se primijeniti na upravljanje rizikom: u poslovnim procesima, na projektima, na kritičnoj infrastrukturi (utjecaj na okoliš) te kod zaštite na radu (*Bešker et al., 2015.*).

VPR metodologija obuhvaća procjenu rizika (Pr) kao funkciju:

- Opasnosti (Op) koje su povezane s izvorima onečišćenja za okoliš
- Izloženosti (Iz) izvorima opasnosti u okolišu
- Posljedice (Po) koje se javljaju ako se rizik pojavi u okolišu
- Otpornosti na opasnosti (Ot), kao trenutna sposobnost smanjenja rizika za okoliš
- Vjerojatnost (Vj) da će se rizik dogoditi i izazvati štetu za okoliš.

Procjena rizika (Pr) računa se prema formuli:

$$Pr = \frac{Op \times Iz \times Po}{Ot} \times Vj \quad [1]$$

Kako navodi Pravilnik o izradi procjene rizika, za procjenu rizika potrebno je identificirati opasnosti i povezati ih s izvorima opasnosti kao i nadzirati implementirane mjere i aktivnosti za smanjenje visokih rizika.

Stoga, slijedom navedenog postoji više rizika koji nastaju zbog nepravilnog gospodarenja farmaceutskim otpadom:

- rizik trovanja stanovništva ili životinja
- rizik negativnog djelovanja na okoliš
- rizik izazivanja ekocida.

Rješenje neučinkovitog gospodarenja farmaceutskim otpadom stoga treba tražiti u stručnom i profesionalnom upravljanju rizicima dovodeći ih na najmanju razinu s mogućnošću da se ne događaju. U Tablici 2 navedene su procjene posljedica s opisom za okoliš zbog onečišćenja okoliša s farmaceutskim otpadom.

**Tablica 2. Analiza procjene posljedica**

**Table 2. Consequence assessment analysis**

| Posljedice      | Opis   |
|-----------------|--|
| Malo štetno     | Onečišćenja okoliša koja ne izazivaju trajno onečišćenje   |
| Srednje štetno  | Onečišćenja koja izazivaju umjereno ili produljeno štetno djelovanje za okoliš na mogućnost povremenog ponavljanja |
| Izrazito štetno | Onečišćenja koja izazivaju trajne, katastrofalne posljedice za okoliš  |

## ZAKLJUČAK

Loše upravljanje i nepravilno zbrinjavanje farmaceutskog otpada može donijeti dugoročno negativne posljedice na zdravlje ljudi i štetan utjecaj na okoliš. Stoga je zbrinjavanje medicinskog otpada važna i nužna komponenta u zaštiti okoliša i zdravlja ljudi.

Postoji cijeli niz uzroka neučinkovitog gospodarenja farmaceutskim otpadom od niske razine svijesti o rizicima na zdravlje i okoliš koji mogu nastati iz otpada, nedostatku društvene i političke odgovornosti, nedovoljne educiranosti do tradicionalnog pristupa gospodarenju farmaceutskim otpadom.

U cilju očuvanja javnog zdravlja te biljnog i životinjskog svijeta u okolišu potrebno se držati zakonske regulative u vezi s pravilnim zbrinjavanjem farmaceutskog otpada. Procjena rizika pomoću VPR metodologije jedan je od alata koji može pomoći u zaštiti okoliša od štetnog utjecaja farmaceutskog otpada. Pri toj procjeni rizika potrebno je identificirati opasnosti povezane s izvorima onečišćenja, potom je potrebno analizirati razinu rizika kao i vjerojatnost nastanka onečišćenja od farmaceutskog otpada.

Da bio se smanjio štetni utjecaj farmaceutskog otpada na okoliš, potrebno je provoditi u sljedeće mjere:

- unapređenje odvajanja farmaceutskog otpada iz komunalnog otpada
- provođenje edukativno-informativnih aktivnosti kod opće populacije o rizicima i posljedicama koje se mogu dogoditi zbog dugotrajne i kontinuirane izloženosti tvarima s farmakološkim učinkom
- razvijanje ekološke svijesti u široj javnosti.

## LITERATURA

Agencija za zaštitu okoliša (AZO), *Pregled podataka o medicinskom otpadu – 2013.*, Zagreb, 2015.

Ansari, M., Ehrampoush, M. H., Farzadkia, M., Ahmadi, E.: Dynamic assessment of economic and environmental performance index and generation, composition, environmental and human health risks of hospital solid waste in developing countries; A state of the art of review, *Environment International*, 132, 2019., 105073.

Bergen, P. J., Hussainy, S. Y., George, J., Kong, D. C., Kirkpatrick, C. M.: Safe disposal of prescribed medicines, *Aust Prescr*, 38, 2015., 90-92.

Bešker, M. et al.: *Procjena i obrada rizika uporabom VPR metodologije & "ERM Venture" softverskog alata*, Hera, Mostar, 2015.

Bloom, D. E., Khoury, A., & Subbaraman, R.: The promise and peril of universal health care, *Science*, 361, 2018., 6404.

Boix, C., Ibáñez, M., Sancho, J.V., Parsons, J.R., Voogt, P., Hernández, F.: Biotransformation of pharmaceuticals in surface water and during waste water treatment: Identification and occurrence of transformation products, *J Hazard Mater*, 302, 2016., 175-187.

Borowy, I.: Medical waste: the dark side of healthcare. *Hist Cienc Saude Manguinhos*, 27, 2020., 231-251.

HRN ISO/IEC 31010: 2019.: *Upravljanje rizicima – Tehnike procjena rizika*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2019.

*ISO 31000:2018.: Risk management – Smjernice*, ISO - International Organization for Standardization, Geneva, 2021.

Jonjić, D., Vitale, K.: Issues around household pharmaceutical waste disposal through community pharmacies in Croatia, *Int J Clin Pharm*, 36, 2014., 556-563.

Larsson, D.G.J.: Pollution from drug manufacturing: Review and perspectives, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 369, 2014., 1-7.

Lolić, A., Paíga, P., Santos, L. H., Ramos, S., Correia, M., Delerue-Matos, C.: Assessment of non-steroidal anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals in seawaters of North of Portugal: occurrence and environmental risk, *Sci Total Environ*, 508, 2015., 240-250.

*Naputak o postupanju s otpadom koji nastaje pri pružanju zdravstvene zaštite*, N.N., br. 50/00.

Niemuth, N. J., Jordan, R., Crago, J., Blanksma, C., Johnson, R., Klaper, R. D.: Metformin exposure at environmentally relevant concentrations causes potential endocrine disruption in adult male fish, *Environ Toxicol Chem*, 34, 2015., 291-296.

Pachauri, A., Shah, P., Almroth, B.C., Sevilla, N. P., Narasimhan, M.: Safe and sustainable waste management of self care products, *BMJ*, 365, 2019.

Patneedi, C. B., Prasadu, K. D.: Impact of pharmaceutical wastes on human life and Environment, *Rasayan Journal of Chemistry*, 8, 2015., 67-70.

Pranjić, N.: *Upravljanje medicinskim otpadom u sjeveroistočnoj Bosni i Hercegovini Studija o medicinskom otpadu*, University of Tuzla, Tuzla, 2011.

*Pravilnik o izradi procjene rizika*, N.N., br. 112/14

*Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom*, N.N., br. 50/15., 56/19.

*Pravilnik o gospodarenju otpadom*, N.N., br. 106/22.

*Pravilnik o odlagalištima otpada*, N.N., br. 4/23.

*Pravilnik o spaljivanju i suspaljivanju otpada*, N.N., br. 124/23.

*Pravilnik o vrstama otpada*, N.N., br. 27/96.

*Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša*, N.N., br. 3/22.

Pruss, A., Giroult, E., Rushbrook, P.: *Safe management of wastes from healthcare activities*. World Health Organization, Geneva, 2014.

Singh, N., Ogunseitan, O.A., Tang, Y.: Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management, u: Lena Q Ma, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52, 2021., 11, 2000-2022.

*Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada*, N.N. br. 50/05., 39/09.

*Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o održivom gospodarenju otpadom*, N.N., br. 94/13., 14/19.

*Zakon o otpadu*, N.N., br. 84/21., 142/23.

*Zakon o potvrđivanju (ratifikaciji) konvencije o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju*, N.N., br. 3/94.

Zamparas, M., Kapsalis, V., Kyriakopoulos, G., Aravossis, K., Kanteraki, A., Vantarakis, A., Kalavrouziotis, I.: Medical waste management and environmental assessment in the Rio University Hospital, u: Kümmerer, K., *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 13, 2019.

## **RISK ASSESSMENT OF THE IMPACT OF PHARMACEUTICAL WASTE ON THE ENVIRONMENT**

*SUMMARY: Medical waste is generated during the provision of care, protection and preservation of people's health, and as a result of the provision of various services during the activities of which it comes into contact with people's blood and secretions. Pursuant to the Ordinance on Medical Waste Management, pharmaceutical waste includes all medicines, including their primary packaging, which have become unusable due to expiry, spillage or wastage. Healthcare institutions are the largest producers of hazardous waste because medical waste has a greater potential risk to human health than some other types of hazardous waste due to the hazardous and infectious materials it may contain. This is why the management of medical waste is extremely important because it contains potentially infectious and dangerous materials. Inadequate handling and management of medical waste can have serious public health consequences and a harmful impact on the environment. Proper management of pharmaceutical waste as a subgroup of medical waste implies compliance with the legal regulations related to this type of waste. In this way, it is possible to partially monitor the amount of toxic waste that ends up in the environment, but not to prevent harmful substances from reaching the environment, nor its impact on biotransformation and environmental action. In the case of improper handling of pharmaceutical waste, the consequences can be different from soil and air pollution to water pollution. For the processing of pharmaceutical waste, methods are used that will produce the least risk to human health and the environment. The paper describes the methodology for qualitative assessment of the risk to the environment due to improper management of pharmaceutical waste generated during work in health care institutions.*

**Key words:** *pharmaceutical waste, legal regulation, risk assessment VPR methodology*

*Subject review  
Received: 2024-08-22  
Accepted: 2025-02-08*