

Medicinski otpad u pretpandemijskom i pandemijskom razdoblju COVID-19

A. Rakić^{a,b*} i M. Perišić^c

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



^a Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Vukovarska 46, 21 000 Split

^b Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, Ruđera Boškovića 35, 21 000 Split

^c Splitsko-dalmatinska županija, Domovinskog rata 2, 21 000 Split

Sažetak

Medicinski otpad je otpad koji nastaje prilikom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi te prilikom pružanja različitih usluga tijekom kojih se dolazi u dodir s krvlju i izlučevinama ljudi. Postupci pravilnog prikupljanja i zbrinjavanja otpada pa tako i medicinskog važan su segment u očuvanju javnog zdravlja jer se tim postupcima sprječava izravno ili neizravno prenošenje zaraze. Razvojem sustava za gospodarenje otpadom razvija se i sustav za gospodarenje s medicinskim otpadom i to od mjesta nastanka do konačne dispozicije.

Gospodarenje medicinskim otpadom podrazumijeva sakupljanje i prijevoz te postupke obrade i zbrinjavanja medicinskog otpada. Uslijed pandemije COVID-19 došlo je do znatnog porasta količine medicinskog i farmaceutskog otpada te je tijekom 2020. nastalo četiri puta više medicinskog otpada u odnosu na 2019. Prema podacima iz Registra onečišćavanja okoliša (baza ROO) najveći dio, 96 % od prijavljenih količina medicinskog otpada, odnosio se na k.b. 18 01 03* – otpad čije je sakupljanje i odlaganje podvrgnuto specijalnim zahtjevima radi prevencije infekcije.

Cilj rada je ukazati na razlike u količini medicinskog i farmaceutskog otpada u razdoblju prije i tijekom pandemije COVID-19 u Splitsko-dalmatinskoj županiji te na postupke zbrinjavanja medicinskog odnosno farmaceutskog otpada.

Ključne riječi

COVID-19, medicinski otpad, farmaceutski otpad, zbrinjavanje otpada, uporaba otpada

1. Uvod

Krajem 2019. godine svijet se suočio s izazovom u obliku pandemije uzrokovane virusom SARS-CoV-2 te bolesti koju uzrokuje, nazvanom COVID-19. Zbog navedenog virusa bolest se brzo širila,¹ što je kao posljedicu imalo velik broj oboljelih osoba,² te je 11. ožujka 2020. Svjetska zdravstvena organizacija proglasila pandemiju.³

Tijekom pandemije COVID-19 povećana je potrošnja medicinskih proizvoda te je tijekom 2019. i 2020. naglo porasla količina opasnog medicinskog otpada, posebno otpada od njege, dijagnosticanja, liječenja ili prevencije bolesti kod ljudi. Napredovanjem pandemije povećavao se i broj ljudi kojima je bila potrebna liječnička pomoć i bolničko liječenje.

Krajem 2020. započeta je svjetska kampanja dobrovoljnog procjepljivanja stanovništva s ciljem zaustavljanja i stavljanja pod nadzor pandemije uzrokovane SARS-CoV-2. U RH tijekom cijele pandemije utrošeno je više od 5 milijuna doza raznih cjepiva.⁴

Tijekom pandemije cijeli svijet provodio je blaže ili oštrije protupandemijske mjere u skladu s uputama Svjetske zdravstvene organizacije. Početkom svibnja 2023. službeno je proglašen kraj pandemije u svijetu i RH. Tijekom pandemije u RH ukupno je virusom SARS-CoV-2 bilo zaraženo više od 1,2 milijuna ljudi, a na svjetskoj razini ta brojka premašuje 690 milijuna ljudi.⁴

1.1. Medicinski otpad

Medicinski otpad je otpad nastao prilikom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi i/ili životinja; otpad nastao u istraživačkim djelatnostima kao i otpad nastao prilikom pružanja različitih usluga kod kojih se dolazi u kontakt s krvlju i/ili izlučevinama ljudi i/ili životinja. RH je potpisnica međunarodnih konvencija te ima propisanu zakonsku legislativu vezanu uz zbrinjavanje medicinskog otpada.⁵⁻⁸ Sustav za gospodarenje otpadom zasniva se na hijerarhijskom načinu postupanja s otpadom od mjesta nastanka do mjesta konačnog odlaganja uz prioritet izbjegavanja nastanka otpada. Važno je pravilno rukovanje medicinskim otpadom da bi se spriječilo izravno ili neizravno prenošenje zaraze te štetan utjecaj na zdravlje ljudi i/ili životinja.

S ciljem sprječavanja i suzbijanja bolničkih infekcija gospodarenje medicinskim otpadom provodi se sukladno odredbama Zakona o gospodarenju otpadom⁵ i Pravilnika o gospodarenju medicinskim otpadom.⁸ Sukladno navedenoj zakonskoj regulativi potrebno je razdvajanje otpada prema k.b. na mjestu nastanka, spremanje u odgovarajuće spremnike, vođenje evidencije o provedenom, privremeno skladištenje u posebno odvojenom prostoru do obrade ili do predaje ovlaštenoj osobi koja ima dozvolu za gospodarenje tom vrstom otpada.

Prema Pravilniku o gospodarenju otpadom⁷ Dodatak X, koji se odnosi na Katalog otpada, u medicinski otpad ubrajaju se svi ključni brojevi u grupi 18 – otpad 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 ključni brojevi 20 01 31*

* Autor za dopisivanje: doc. dr. sc. Anita Rakić, dipl. ing. kemije
E-pošta: arakic139@gmail.com

(citotoksici i citostatici) i ključni brojevi 20 01 32 (lijekovi koji nisu navedeni pod 20 01 31*) iz grupe 20.

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

1. 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 obrađeni su podatci o medicinskom otpadu k.b. 18 01, pa su u nastavku navedeni k.b. te podgrupe s njihovim značenjima:⁷

- 18 01 01 – oštri predmeti, osim 18 01 03*,
- 18 01 02 – dijelovi ljudskog tijela i organi, uključujući vrećice krvi i posude gdje se nalazila krv, osim 18 01 03*,
- 18 01 03* – otpad čije je sakupljanje i odlaganje podvrgnuto specijalnim zahtjevima radi prevencije infekcije,
- 18 01 04 – otpad čije sakupljanje i odlaganje nije podvrgnuto specijalnim zahtjevima radi prevencije infekcije, npr. rublje, zavoji od gipsa, posteljina, odjeća za jednokratnu primjenu, pelene...
- 18 01 06* – kemikalije koje se sastoje od opasnih tvari ili ih sadrže,
- 18 01 07 – kemikalije koje nisu navedene pod 18 01 06*,
- 18 01 08* – citotoksici i citostatici,
- 18 01 09 – lijekovi koji nisu navedeni pod 18 01 08*,
- 18 01 10* – amalgamski otpad iz stomatološke zaštite.

Prema svojstvima, sukladno Pravilniku,⁸ medicinski otpad može biti neopasan i opasan. Procjena je da oko 80 % otpada nastalog tijekom rada u zdravstvenoj ustanovi spada u neopasan medicinski otpad (zavoji od gipsa, posteljina, odjeća za jednokratnu primjenu, platno, pelene i sl.), a ostalih 20 % je opasan medicinski otpad (medicinske igle, medicinski infektivni materijal, mikrobiološki otpad i sl.) te može biti štetan za pacijente, osoblje kao i za širu populaciju.⁹

Zapis opasnog otpada (oznaka: *) označava da taj otpad sadrži jedno ili više opasnih svojstava. Opasna svojstva otpada određuje laboratorij za ispitivanje otpada sukladno metodama kategorizacije i ispitivanja otpada uzevši u obzir karakteristična opasna svojstva te vrste otpada, koja su propisana Popisom vrsta otpada.⁷

Opasni medicinski otpad, s obzirom na opasna svojstva i njegov način gospodarenja, dijeli se na: zarazni, oštre predmete, farmaceutski otpad, kemijski otpad, citotoksični i citostatski otpad, amalgamski otpad iz stomatološke zaštite i ostali opasni otpad – svaki otpad koji ima neko od opasnih svojstava iz Dodatka III Zakona.⁶ Neopasni medicinski otpad je onaj otpad koji nema opasna svojstva u skladu s odredbama Zakona.⁶

Prema Pravilniku,⁷ otpad nastao tijekom rada u zdravstvenim ustanovama smatra se opasnim i ako ima sljedeća svojstva:

- štetnost – ako sadrži tvari koje, ako se inhaliraju, progutaju ili penetriraju u kožu, mogu uzrokovati opasnost za zdravlje;

- toksičnost – ako sadrži tvari ili proizvode koji sadržavaju toksične sastojke koji, u slučaju da su inhalirani, progutani ili penetrirani u kožu, mogu izazvati ozbiljne akutne ili kronične rizike po zdravlje;
- karcinogenost – ako sadrži tvari ili proizvode koji, ako su inhalirani, progutani ili penetrirani u kožu, mogu inducirati pojavu raka ili povećati njegovo rasprostranjivanje;
- infektivnost – ako sadrži materijal koji sadrži mikroorganizme ili njihove toksine za koje se zna ili sumnja da uzrokuju infektivne bolesti kod ljudi.

U kontaktu s opasnim medicinskim otpadom postoji opasnost za zdravlje ljudi (slika 1).



Slika 1 – Piktogrami opasnosti¹⁰
Fig. 1 – Hazard pictograms¹⁰

Opasnost od medicinskog otpada može biti i jedan od profesionalnih rizika na poslu. Tako su zabilježeni slučajevi infekcije zdravstvenih radnika u SAD-u, a procjenjuje se da se dogodi 17 – 57 slučajeva zaraze na milijun zaposlenika.¹¹ Tako npr. farmaceuti, medicinske sestre, anesteziolozi i njihovi suradnici mogu biti izloženi riziku od respiratornih i kožnih bolesti kao posljedice izlaganja toksičnim plinovima ili aerosolima te farmaceutskim pripravcima.¹² Taj se rizik može smanjiti i eliminirati uz povećane mjere zaštite na radu. *Stone i sur.*¹³ dokazali su da su medicinske sestre od svih zdravstvenih radnika najizloženije zarazi na radnom mjestu, a vezano uz kontakt s medicinskim otpadom.

Ako se tijekom izlaganja lijekovima i farmaceutskim pripravcima u zdravstvenim ustanovama kod pacijenata ili zaposlenika pojavljuju određene sumnje na nuspojave, moguće ih je prijaviti kroz sustav farmakovigilancije putem internetske prijave Agenciji za lijekove i medicinske proizvode (HALMED, engl. Agency for Medicinal Products and Medical Devices of Croatia).

1.2. Farmaceutski otpad

Farmaceutski otpad (k.b. 18 01 09) su svi lijekovi i tvari, uključujući i njihovu primarnu ambalažu, koji su postali neupotrebljivi zbog isteka roka valjanosti, prolijevanja, rasipanja, pripremljeni pa neupotrijebljeni ili se ne mogu rabiti zbog drugih razloga.⁸ Farmaceutski otpad kao jedna od kategorija opasnog medicinskog otpada sadrži različite farmaceutske djelatne tvari iz različitih skupina lijekova koje djeluju štetno na ekosustav. Oni se upotrebljavaju za liječenje ili sprječavanje nastanka bolesti, a čine ih kemijske tvari koje imaju određeno djelovanje na biološki sustav.

U kontekstu očuvanja bioraznolikosti, topljivost i razgradljivost (uključujući fotodegradaciju) važni su čimbenici koji utječu na potencijalni negativan utjecaj farmaceutskog otpada na okoliš predstavljajući otežavajući čimbenik u očuvanju bioraznolikosti okoliša.¹⁴ Prisutni farmaceutici u otpadnim vodama postojani su i otporni na biorazgradnju zbog svojih fizikalno-kemijskih karakteristika. Dapače, postoji mogućnost i bioakumulacije te toksičnog učinka i na ekosustav.¹⁵

Istraživanje koje su proveli *Doble i Kumar*¹⁶ otkrilo je prisutnost različitih vrsta onečišćenja u otpadnim vodama farmaceutске industrije, uključujući pomoćne tvari i aktivne farmaceutске sastojke. Utjecaj farmaceutski aktivnih tvari na okoliš, tj. njihova akutna toksičnost predmet je velikog broja istraživanja,^{17–21} a usmjerena su na određivanje koncentracije kemijskog spoja ili farmaceutskog pripravka koji predstavljaju ekotoksikološki rizik.

Pandemija COVID-19 donijela je povećanu potrošnju farmaceutika²² kao i sredstava za osobnu zaštitu te dezinfekciju ruku i radnih površina.¹⁴ U tom razdoblju bio je evidentan kontinuirani porast primjene lijekova koji se upotrebljavaju u humanoj i veterinarskoj medicini, što je dokazano u povećanim koncentracijama kemijskih spojeva (npr. ribavirina²³) te mikroplastike²⁴ u komunalnim vodama.

Uključenost građana važna je u pravilnom zbrinjavanju farmaceutskog otpada. Dostupnost lijekova uključuje važan dio regulacije u kontekstu internetske trgovine. U pravnom okviru RH internetska kupovina lijekova nije moguća bez fizičkog preuzimanja u ljekarni, što omogućava stroži nadzor nad izdavanjem lijekova na recept. Međutim, nabava lijekova koji se izdaju bez recepta, kao i kupnja dodataka prehrani putem interneta, predstavlja važno pitanje koje zahtijeva regulativnu pažnju. Ta aktualnost dolazi do izražaja u kontekstu adekvatnog zbrinjavanja tih proizvoda, ako se ne postupa sukladno propisima.

Stoga, da bi se smanjila mogućnost dospjeća neiskorištenih lijekova u okoliš, u RH ljekarne preuzimaju stare lijekove i/ili sličan farmaceutski otpad (otpadne lijekove), neovisno o njegovom podrijetlu.⁸ Reciklažna dvorišta također su dužna preuzimati farmaceutski otpad iz kućanstava.

Otpadni lijekovi mogu biti npr. rashodovana cjepiva, sadržaj ormarića za prvu pomoć i svi ostali lijekovi uključujući i njihovu primarnu ambalažu, kojima je istekao roka valjanosti ili se ne mogu upotrijebiti zbog drugih razloga.

Prema službenim izvješćima za 2021. godinu udio otpadnih lijekova u ukupnoj količini nastalog medicinskog otpada bio je 4 %, tj. 335 t (14 t predali su građani u reciklažna dvorišta, a ostale 321 t bile su iz veledrogerija, ljekarni i dr.).²⁵

S obzirom na to da farmaceutici kao sastavni dijelovi farmaceutskog otpada imaju dobru sposobnost adsorpcije i izraženu fotostabilnost, ta kategorija opasnog medicinskog otpada predstavlja dodatni izazov u njegovom gospodarenju. Gospodarenje farmaceutskim otpadom propisano je Zakonom o gospodarenju otpadom⁶ i Pravilnikom o gospodarenju medicinskim otpadom.⁸

Otpad koji nastaje u zdravstvenim ustanovama potrebno je popisno razvrstavati na mjestu nastanka prema ključnom broju otpada, u odgovarajuće spremnike.⁸ Slijedom navedenog farmaceutski otpad odlaze se u posebne spremnike (zelene boje) namijenjene i označene za tu vrstu otpada. Ti spremnici moraju biti nepropusni za tekućine, a svaki spremnik treba biti označen naljepnicom koja sadrži osnovne informacije o proizvođaču otpada s nazivom ustanove, k.b. i nazivom otpada.

Cilj ovog rada je ukazati na razlike u količini medicinskog i farmaceutskog otpada u razdoblju prije i u tijeku pandemije COVID-19 u Splitsko-dalmatinskoj županiji te na postupke zbrinjavanja medicinskog odnosno farmaceutskog otpada.

2. Eksperimentalni dio

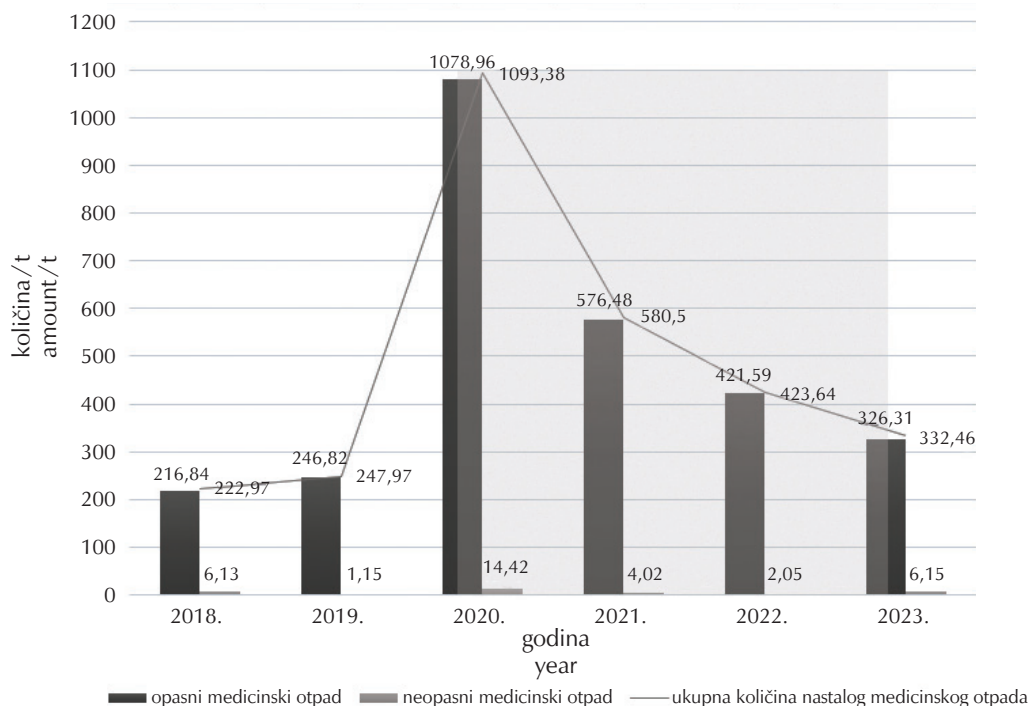
U tijeku epidemije koronavirusom (SARS-CoV-2) zdravstveni sustav bio je suočen i s novim izazovnim okolnostima, zbrinjavanjem većih količina nastalog medicinskog otpada.

Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša²⁶ propisuje godišnje prijave nastalog medicinskog otpada u Registar onečišćavanja okoliša (baza ROO).²⁷ Sukladno navedenom Pravilniku, ROO je informacijski sustav koji uspostavlja, vodi i održava Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, a preglednik Registra onečišćavanja okoliša dostupan je na njihovim mrežnim stranicama. Podatke o nastalom otpadu u ROO-u dostavlja proizvođač medicinskog otpada s lokacije gdje nastane opasni otpad u ukupnoj količini većoj od ili jednakoj 0,5 t godišnje putem obrasca NO (Nastanak otpada).

Primjenom sekundarnih podataka prijavljenih u bazu ROO pratile su se promjene u količini nastalog medicinskog otpada odnosno farmaceutskog otpada u Splitsko-dalmatinskoj županiji tijekom šestogodišnjeg razdoblja.

3. Rezultati i rasprava

Na slikama 2 i 3 prikazana su kretanja količina medicinskog i farmaceutskog otpada u razdoblju 2018. – 2023. godine na području Splitsko-dalmatinske županije.



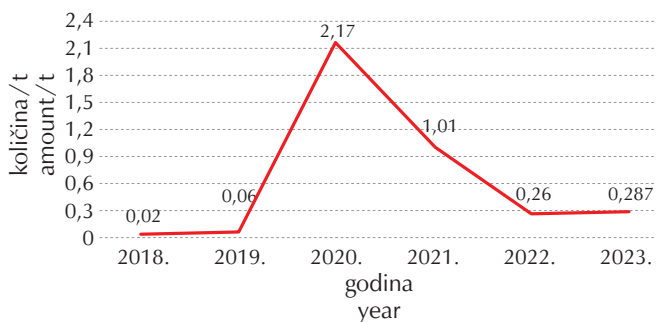
Slika 2 – Količine medicinskog otpada u Splitsko-dalmatinskoj županiji od 2018. do 2023. godine (baza ROO)

Fig. 2 – Amounts of medical waste in Split-Dalmatia County from 2018 to 2023 (ROO database)

Na slici 2 osjenčani dio grafa prikazuje razdoblje trajanja pandemije COVID-19.

Prema podacima iz baze ROO, 96 % od prijavljenih količina medicinskog otpada odnosilo se na k.b. 18 01 03* – otpad čije je sakupljanje i odlaganje podvrgnuto specijalnim zahtjevima radi prevencije infekcije.

Na slici 3 prikazano je kretanje količina farmaceutskog otpada u šestogodišnjem razdoblju. Pri tome se ne može sa sigurnošću utvrditi radi li se o otpadnim lijekovima kojima je istekao rok valjanosti ili nisu u cijelosti iskorišteni, s obzirom na to da se sukladno propisanoj klasifikaciji vrsta otpada takav tijek otpadnih lijekova ne prati.



Slika 3 – Količine farmaceutskog otpada u Splitsko-dalmatinskoj županiji od 2018. do 2023. godine (baza ROO)

Fig. 3 – Amounts of pharmaceutical waste in Split-Dalmatia County from 2018 to 2023 (ROO database)

Prema podacima, u 2018. godini nastalo je 222,97 t medicinskog otpada, od toga farmaceutskog 0,02 t. U sljedećoj godini došlo je do porasta nastalih količina medicinskog otpada pa je ukupna količina nastalog medicinskog otpada iznosila 247,97 t, od toga farmaceutskog 0,06 t, što predstavlja 0,02 % ukupne količine nastalog medicinskog otpada. Također je vidljivo da je te godine prikupljena tri puta veća količina farmaceutskog otpada u odnosu na količinu iz 2018. godine.

U vrijeme trajanja pandemije COVID-19 preporučeno je nošenje maski, pranje ruku i dezinfekcija, kao i držanje razmaka među ljudima, rad i školovanje od kuće te izbjegavanje kontakta s osobama izvan vlastitog kućanstva.²⁸ Tijekom pandemije COVID-19 unutar zdravstvenih ustanova provodile su se metode prevencije vezane uz osnovne (standardne) mjere zaštite zaposlenika, kao što je pranje i dezinfekcija ruku, pravilna uporaba osobne zaštitne odjeće te pojačane mjere dezinfekcije okoline i radnih površina. Također su se provodile specifične mjere izolacije bolesnika prilikom liječenja. Provođenjem takvih mjera nastajale su povećane količine infektivnog i potencijalno infektivnog materijala koji se trebao zbrinuti na pravilan način. Dakle, primjenom takvih mjera u prevenciji te dijagnostici i liječenju nastale su veće količine medicinskog otpada. Stoga je tijekom 2020. i 2021. došlo do znatnog porasta količina medicinskog, odnosno farmaceutskog otpada (slike 2 i 3). Na povećane količine utjecala je potrošnja medicinskih proizvoda koji su se rabili tijekom cijepljenja s ciljem prevencije i širenja bolesti COVID-19. Povećanje je uzrokovano i porastom količine upotrijebljene zaštitne opreme kod zdravstvenih radnika (rukavice, maske za lice, pregače, ogrtači, odijela, nazuvci za obuću) i jednokratnog

materijala za oboljele (odjeća za bolnicu, plahte, komprese i drugi materijal) u zdravstvenim ustanovama.

S obzirom na to da je pandemija COVID-19 tijekom 2020. bila na svojem vrhuncu, nastale su i najveće količine medicinskog otpada, ukupno 1093,38 t, a od toga je farmaceutske otpada bilo 2,17 t.

Kako se intenzitet pandemije smanjivao, tako se i količina medicinskog otpada smanjivala. Pa je tijekom 2021. bilo gotovo upola manje nastalog medicinskog otpada nego 2020. godine.

U 2021. nastalo je 580,5 t medicinskog otpada, od čega je 0,18 % odnosno 1,01 t sačinjavao farmaceutski otpad (slike 2 i 3).

Količina medicinskog otpada kroz 2022. godinu smanjivala se u odnosu na 2021. i 2020. Naime, ukupna količina medicinskog otpada tad je iznosila 423,64 t, a na farmaceutski otpad se odnosilo 0,26 t (0,06 % u odnosu na ukupnu količinu medicinskog otpada).

U svibnju 2023. proglašen je kraj pandemije, a količine medicinskog otpada približavale su se količinama nastalim u pretpandemijskom vremenu. Tako je ukupna količina medicinskog otpada te godine iznosila 333,46 t, od čega je farmaceutske otpada bilo 0,287 t (0,086 % od ukupne količine medicinskog otpada).

U Splitsko-dalmatinskoj županiji tijekom praćenog razdoblja najveću količinu medicinskog otpada prijavio je KBC Split²⁷ (tablica 1).

Iz tablice 1 vidljivo je da količine medicinskog otpada koje je prijavio KBC Split u prosjeku čine oko 70 % cjelokupne prijavljene količine medicinskog otpada u SDŽ-u. Odstupanje je vidljivo jedino 2020., tijekom koje je KBC Split participirao s 29 % u ukupnoj količini nastalog medicinskog otpada u SDŽ-u. Razlog je u tome što su i druge zdravstvene ustanove unutar SDŽ-a (Dom zdravlja, Nastavni zavod za javno zdravstvo, privatne zdravstvene ustanove)

sa svojim povećanim količinama nastalog medicinskog otpada sudjelovale u zbirnom prikazu nastale količina medicinskog otpada SDŽ-a. To nam pokazuje da je cjelokupni zdravstveni sustav (javni i privatni) SDŽ-a bio opterećen tijekom pandemije COVID-19.

Uspoređivati količine nastalog medicinskog otpada s podacima u raznim zemljama svijeta nije jednostavno, jer pri tome mogu biti razlike u definicijama medicinskog otpada, ovisno o zakonodavstvu svake zemlje. Ali i uz navedena ograničenja u tumačenjima rezultata vidljiva je povezanost, tj. trend porasta u nastaloj količini medicinskog otpada u različitim zemljama svijeta tijekom trajanja pandemije COVID-19.^{29,30}

Tako prema rezultatima provedenog istraživanja u gradu zapadne pokrajine Turske, koja ima približan broj stanovnika kao i Splitsko-dalmatinska županija dobiveni rezultati pokazuju povećanje količine medicinskog otpada za 48 % u razdoblju pandemije COVID-19 u odnosu na količine nastale prije pandemije.³¹ Pri tome su *Hanader i sur.* dokazali da 75 % prikupljene količine medicinskog otpada potječe iz javnih bolnica u gradu. Također, istraživanje provedeno u Iranu pokazuje porast količina medicinskog otpada tijekom 2020. za 1022 % u odnosu na 2019. godinu, a povećanje je zabilježeno u javnim i u privatnim bolnicama.³²

Prikupljeni podaci pokazuju da je borba ne samo s bolešću COVID-19 već i sa zbrinjavanjem velike količine nastalog medicinskog otpada bio globalni izazov. Sukladno Pravilniku o gospodarenju medicinskim otpadom, proizvođač medicinskog otpada dužan je proizvedeni medicinski otpad predati ovlaštenoj osobi ili ga isporučiti na obradu izvan RH. Isto tako, proizvođač medicinskog otpada može obradu tog otpada obavljati i samostalno ako raspolaže odgovarajućom opremom sukladno Pravilniku.⁸

Zakon o gospodarenju otpadom⁶ propisuje (Dodatak I i Dodatak II) postupke zbrinjavanja i uporabe otpada s nazivima i pripadajućim oznakama propisanih, a nalaze se u prilogima 5.1. i 5.2. navedenog zakona (tablica 2).

Tablica 1 – Udio medicinskog otpada prijavljen iz KBC-a Split u odnosu na ukupne količine medicinskog otpada u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Table 1 – Percentage of medical waste reported by the University Hospital of Split relative to the total amount of medical waste in the Split-Dalmatia County

Godina Year	Količine medicinskog otpada prijavljenog iz KBC-a Split/t Amounts of medical waste reported from the University Hospital of Split/t	Količine medicinskog otpada prijavljenog iz KBC-a Split u odnosu na ukupne količine prijavljenog medicinskog otpada u Splitsko-dalmatinskoj županiji /% Amounts of medical waste reported from the University Hospital of Split in relation to the total amount of reported medical waste in Split-Dalmatia County /%
2018.	158,1	70,8
2019.	171,5	69,1
2020.	317,5	29,0
2021.	474	81,7
2022.	324,8	76,0
2023.	232,3	69,6

Tablica 2 – Popis postupaka zbrinjavanja (D) i oporabe (R) otpada⁶Table 2 – List of procedures for the disposal (D) and recovery (R) of waste⁶

Oznaka postupka Procedure code	Naziv postupka Procedure name
D 1	Odlaganje otpada u ili na tlo (na primjer odlagalište itd.)
D 2	Obrada otpada u tlu (na primjer biološka razgradnja tekućeg ili muljevitog otpada u tlu itd.)
D 3	Duboko utiskivanje otpada (na primjer utiskivanje otpada crpkama (u bušotine, iscrpljena ležišta soli, prirodne šupljine itd.)
D 4	Odlaganje otpada u površinske bazene (na primjer odlaganje tekućeg ili muljevitog otpada u jame, bazene, lagune itd.)
D 5	Odlaganje otpada na posebno pripremljeno odlagalište (na primjer odlaganje u povezane komore koje su poklopljene i izolirane jedna od druge kao i od okoliša itd.)
D 6	Ispuštanje otpada u kopnene vode isključujući mora/oceane
D 7	Ispuštanje u mora/oceane uključujući i ukapanje u morsko dno
D 8	Biološka obrada koja nije specificirana drugdje u ovim postupcima, a koja za posljedicu ima konačne sastojke i mješavine koje se zbrinjavaju bilo kojim postupkom D 1 do D 12
D 9	Fizikalno-kemijska obrada otpada koja nije specificirana drugdje u ovim postupcima, a koja za posljedicu ima konačne sastojke i mješavine koje se zbrinjavaju bilo kojim postupkom D 1 do D 12 (na primjer isparivanje, sušenje, kalciniranje itd.)
D 10	Spaljivanje otpada na kopnu
D 11	Spaljivanje otpada na moru
D 12	Trajno skladištenje otpada (na primjer smještaj spremnika u rudnike itd.)
D 13	Spajanje ili miješanje otpada prije podvrgavanja bilo kojem postupku D 1 do D 12
D 14	Ponovno pakiranje otpada prije podvrgavanja bilo kojem od postupaka D 1 do D 13
D 15	Skladištenje otpada prije primjene bilo kojeg od postupaka zbrinjavanja D 1 do D 14 (osim privremenog skladištenja otpada na mjestu nastanka, prije skupljanja)
R 1	Uporaba otpada uglavnom kao goriva ili drugog načina dobivanja energije
R 2	Obnavljanje/regeneracija otpadnog otapala
R 3	Recikliranje/obnavljanje otpadnih organskih tvari koje se ne rabe kao otapala (uključujući kompostiranje i druge procese biološke pretvorbe)
R 4	Recikliranje/obnavljanje otpadnih metala i spojeva metala
R 5	Recikliranje/obnavljanje drugih otpadnih anorganskih materijala
R 6	Regeneracija otpadnih kiselina ili lužina
R 7	Oporaba otpadnih sastojaka koji se koriste za smanjivanje onečišćenja
R 8	Oporaba otpadnih sastojaka iz katalizatora
R 9	Ponovna prerada otpadnih ulja ili drugi načini ponovne uporabe otpadnih ulja
R 10	Tretiranje tla otpadom u svrhu poljoprivrednog ili ekološkog poboljšanja
R 11	Uporaba otpada nastalog bilo kojim postupkom R 1 do R 10
R 12	Mijenjanje otpada radi primjene bilo kojeg od postupaka oporabe R 1 do R 11
R 13	Skladištenje otpada prije bilo kojeg od postupaka oporabe R 1 do R 12 (osim privremenog skladištenja na mjestu nastanka, prije skupljanja)

Tijekom 2020. na području RH³³ nastalo je 26 % neopasnog i 74 % opasnog medicinskog otpada. Od toga je u RH predobrađeno i finalnim postupcima obrađeno 38 %, a izvezeno na finalnu obradu 60 % nastalog otpada nakon prethodne predobrade u RH. Izravno je u Njemačku, Mađarsku ili Austriju izvezeno 2 % medicinskog otpada.

U RH kod postupaka predobrade i obrade medicinskog otpada često se primjenjuju postupci: R 12, R 13, D 9, D 13 i D 15, dok se konačna obrada u RH najviše provodi postupkom D 1.³³ Medicinski otpad koji se izvozi na konačnu obradu provodi se postupcima R 1 i D 10. Naime, u RH najveći dio medicinskog otpada obrađuje se fizikalnim postupcima u uređajima za obradu infektivnog otpada postupkom sterilizacije/autoklaviranjem. Obradivač zaraznog medicinskog otpada najmanje šest puta godišnje u ovlaštenom laboratoriju mora napraviti analizu kojom se utvrđuje jesu li iz obrađenog medicinskog otpada uklonjeni mikroorganizmi. Odsutnost rasta mikroorganizama temeljem provedene analize dokazuje da je obrađeni zarazni medicinski otpad postao neopasan te se tad odlaže na odlagalište. Farmaceutski, citotoksični, kemijski i sličan opasni medicinski otpad uglavnom se izvozi na obradu – energetske uporabu (postupak R 1). Zbrinjavanje patološkog otpada, kao što su dijelovi ljudskog tijela i slično, mora se provoditi pod posebnim uvjetima spaljivanjem u krematorijima ili zakapanjem u groblja.

4. Zaključak

Medicinski otpad predstavlja potencijalni izvor onečišćenja okoliša i izazivanje infekcija kod ljudi te je nužno da se njime gospodari na pravilan način. Tijekom epidemije bolesti COVID-19 zdravstveni sustav bio je suočen s novim izazovnim okolnostima, zbrinjavanjem većih količina nastalog medicinskog otpada. RH je tijekom pandemije COVID-19 zabilježila znatno povećanje količina nastalog medicinskog otpada, što je predstavljalo dodatni izazov za zdravstvene djelatnike i zdravstvene ustanove.

Količina prikupljenog medicinskog otpada bila je najveća tijekom 2020., a tad je i pandemija bila na vrhuncu. U toj godini količina prikupljenog medicinskog otpada bila je gotovo četiri puta veća u odnosu na 2019. Najveća količina medicinskog otpada finalnim se postupcima obrađuje u RH u uređajima za obradu infektivnog otpada postupcima sterilizacije (postupak D 9), a manji se dio zbrinjava spaljivanjem (postupak D 10).

Potrebno je kontinuirano razvijanje svijesti kod građanstva, ali i zdravstvenih djelatnika o opasnostima koje su moguće po ekosustav i na javno zdravlje ako se medicinskim otpadom ne gospodari pravilno.

Nadalje, treba voditi računa o racionalnom nastanku medicinskog otpada te je potreban potpuniji nadzor podatka o prikupljenoj količini obrađenog medicinskog otpada u Republici Hrvatskoj. Na taj način bi se ojačala sljedivost opasnog otpada od mjesta nastanka do konačnog odlaganja te bi se rizik za zdravlje i okoliš sveo na nižu razinu. Također, u blizini nastajanja medicinskog otpada moguće je uvođenje boljih praksa u gospodarenju pojedinih vrsta

medicinskog otpada osobito infektivnog otpada (nabavom uređaja za sterilizaciju infektivnog otpada). Stoga, na postojećem sustavu gospodarenja medicinskim otpadom ima prostora za poboljšanje s ciljem očuvanja javnog zdravlja i zaštite ekosustava.

Popis kratica

List of abbreviations

COVID-19	– bolest uzrokovana koronavirusom SARS-CoV-2 – Coronavirus disease 2019
APF	– Registar onečišćavanja okoliša – Register of environmental pollution
SARS-CoV-2	– teški akutni respiratorni sindrom koronavirus 2 – severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2
k.b.	– ključni broj otpada – key number of waste
SDŽ	– Splitsko-dalmatinska županija – Split-Dalmatia County
RH	– Republika Hrvatska – Republic of Croatia

Literatura

References

1. URL: <http://www.euro.who.int/en/countries> (11. 5. 2024.)
2. URL: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> (11. 5. 2024.)
3. WHO: Coronavirus disease (COVID-19) pandemic, <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (11. 5. 2024.)
4. Vlada Republike Hrvatske, Službena stranica Vlade za pravodobne i točne informacije o koronavirusu, <https://www.koronavirus.hr/> (11. 5. 2024.)
5. Zakon o gospodarenju otpadom, Narodne novine, br. 84/23 i 142/23.
6. Zakon o održivom gospodarenju otpadom, Narodne novine, br. 94/13, 73/17, 14/19, 98/19.
7. Pravilnik o gospodarenju otpadom, Narodne novine, br. 106/22.
8. Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom, Narodne novine, br. 50/15 i 56/19.
9. N. Marinković, K. Vitale, I. Afrić, N. Janev Holcer, Javnozdravstveni aspekti gospodarenja opasnim otpadom, Arh. Hig. Rada Toksikol. **56** (2005) 21–32, url: <https://hrcaj.srce.hr/187>.
10. URL: <https://tehnika.lzmk.hr/kemikalije-i-plinovi/> (11. 5. 2024.)
11. K. A. Sepkowitz, L. Eisenberg, Occupational Deaths among Healthcare Workers, *Emerg. Infect. Dis.* **11**(7) (2005) 1003–1008, doi: <https://doi.org/10.3201/eid1107.041038>.
12. I. Borowy, Medical waste: the dark side of healthcare, *Hist Cienc Saude Manguinhos.* **27**(1) (2020) 231–251, doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702020000300012>.
13. W. P. Stone, S. P. Clarke, J. P. Cimiotti, R. Correa-de-Araujo, Nurses Working Conditions: Implications for Infectious Disease, *Emerg. Infect. Dis.* **10**(11) (2004) 1984–1989, doi: <https://doi.org/10.3201/eid1011.040253>.
14. K. Nozaki, R. Tanoue, T. Kunisue, N. M. Tue, S. Fujii, N. Sudo, T. Isobe, K. Nakayama, A. Sudaryanto, A. Subramanian, K. A.

- Bulbule, P. Parthasarathy, L. H. Tuyen, P. H. Viet, M. Kondo, S. Tanabe, K. Nomiyama*, Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface water and fish from three Asian countries: Species-specific bioaccumulation and potential ecological risks, *Sci. Total Environ.* **866** (2023) 161258, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161258>.
15. M. Periša, S. Babić, Farmaceutici u okolišu, *Kem. Ind.* **65** (2016) 471–482, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2015.026>.
 16. M. Doble, A. Kumar, *Biotreatment of Industrial Effluents: Pharmaceuticals*, Elsevier Inc., London, 2005, <http://www.elsevier.com/books/biotreatment-of-industrial-effluents/doble/978-0-7506-7838-4>.
 17. F. Cappelli, O. Longoni, J. Rigato, M. Rusconi, A. Sala, I. Fochi, M. T. Palumbo, C. Roscioli, F. Salerno, F. Stefani, R. Bettinetti, S. Valsecchi, Suspect screening of wastewaters to trace anti-COVID-19 drugs: Potential adverse effects on aquatic environment, *Sci. Total Environ.* **824** (2022) 153756, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153756>.
 18. K. R. Vanapalli, H. B. Sharma, V. P. Ranjan, B. Samal, J. Bhat-tacharya, B. Kumar Dubey, S. Goel, Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic, *Sci. Total Environ.* **750** (2021) 141514, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141514>.
 19. P. C. DeLeo, C. Huynh, M. Pattanayek, K. C. Schmid, N. Pechacek, Assessment of ecological hazards and environmental fate of disinfectant quaternary ammonium compounds, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **206** (2020) 111116, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111116>.
 20. S. Ilyas, R. R. Srivastava, H. Kim, Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management, *Sci. Total Environ.* **20** (2020) 749, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141652>.
 21. K. Kuroda, C. Li, K. Dhangar, M. Kumar, Predicted occurrence, ecotoxicological risk and environmentally acquired resistance of antiviral drugs associated with COVID-19 in environmental waters, *Sci. Total Environ.* **776** (2021) 145740, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145740>.
 22. N. Diaz-Camal, J. D. Cardoso-Vera, H. Islas-Flores, L. M. Gómez-Oliván, A. Mejía-García, Consumption and occurrence of antidepressants (SSRIs) in pre- and post- COVID-19 pandemic, their environmental impact and innovative removal methods: A review, *Sci. Total Environ.* **829** (2022) 154656, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154656>.
 23. X. Wu, J. Zhang, S. Hu, G. Zhang, H. Lan, J. Peng, H. Liu, Evaluation of degradation performance toward antiviral drug ribavirin using advanced oxidation process and its relations to ecotoxicity evolution, *Sci. Total Environ.* **850** (2022) 157851, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157851>.
 24. R. Devereux, B. Ayati, E. Kebede Westhead, R. Jayaratne, D. Newport, Impact of the Covid-19 pandemic on microplastic abundance along the River Thames, *Mar. Pollut. Bull.* **189** (2023) 114763, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114763>.
 25. Pregled podataka o gospodarenju medicinskim otpadom za 2021. godinu, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb, 2022.
 26. Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša, *Narodne novine*, br. 3/22.
 27. URL: <https://roo.azo.hr/> (11. 5. 2024.)
 28. Pravilnik o uvjetima i načinu obavljanja mjera za sprečavanje i suzbijanje bolničkih infekcija, *Narodne novine*, br. 60/92, 26/93 i 29/94. NN 85/2012.
 29. O. T. Olaniyan, A. Dare, B. Okoli, C. O. Adetunji, B. O. Ibitoye, G. E. Okotie, O. J. Eweoya, Increase in SARS-CoV-2 infected biomedical waste among low middle-income countries: environmental sustainability and impact with health implications, *Basic Clin. Physiol. Pharmacol.* **33**(1) (2021) 27–44, doi: <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2020-0533>.
 30. Z. Fo Zuo, C. Yang, F. Ye, M. Wang, J. Wu, C. Tao, Y. Xun, Z. Li, S. Liu, J. Huang, A. Xu, Trends in respiratory diseases before and after the COVID-19 pandemic in China from 2010 to 2021, *BMC Public Health* **23**(1) (2023) 217, doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15081-4>.
 31. A. Hanedar, D. I. Çiğci, N. Zafer, E. Görgünet, The impact of COVID-19 pandemic in medical waste amounts: a case study from a high-populated city of Turkey, *J. Mater. Cycles Waste Manag.* **24** (2022) 1760–1767, doi: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01428-3>.
 32. R. R. Kalantary, A. Jamshidi, M. M. G. Mofrad, A. J. Jafari, N. Heidari, S. Fallahzadeh, M. Hesami Arani, J. Torkashvand, Effect of COVID-19 pandemic on medical waste management: a case study, *J. Environ. Health Sci. Eng.* **19**(1) (2021) 831–836, doi: <https://doi.org/10.1007/s40201-021-00650-9>.
 33. Pregled podataka o gospodarenju medicinskim otpadom za 2020. godinu, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb, 2021.

SUMMARY

Medical Waste in the Pre-pandemic and Pandemic Period of COVID-19

Anita Rakić^{a,b*} and Mladen Perišić^c

Medical waste is generated during the provision of care, protection, and preservation of human health, as well as through various services that involve contact with blood and bodily secretions. Procedures for the proper collection and disposal of waste, including medical waste, are a crucial component of public health preservation, as they prevent the direct or indirect transmission of infection. With the advancement of waste management systems, the management of medical waste has also evolved — from its point of origin to final disposal.

Medical waste management includes the collection, transportation, processing, and disposal of the waste. The COVID-19 pandemic led to a significant increase in the production of medical and pharmaceutical waste, with four times more medical waste generated in 2020 than in 2019. According to data from the Register of Environmental Pollution (Croatian abbrev. ROO), 96 % of reported medical waste was classified under category 18 01 03* – waste that requires special collection and disposal procedures to prevent infection.

The aim of this study was to point out the differences in the amounts of medical and pharmaceutical waste generated before and during the COVID-19 pandemic in Split-Dalmatia County, as well as the procedures for their disposal.

Keywords

COVID-19, medical waste, pharmaceutical waste, waste disposal, waste recovery

^a Teaching Institute for Public Health of Split-Dalmatia County, Vukovarska 46, 21 000 Split, Croatia

^b University of Split, Department of Health Studies, Ruđera Boškovića 35, 21 000 Split, Croatia

^c Split-Dalmatia County, Domovinskog rata 2, 21 000 Split, Croatia

Professional paper

Received April 5, 2024

Accepted May 15, 2024