

Generisanje i upravljanje medicinskim otpadom u Srbiji – pregled

RADMILA M. ŠEROVI, Ministarstvo poljoprivrede i

zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd

IVANA V. JELI, Univerzitet Singidunum,

Fakultet za primenjenu ekologiju – Futura, Beograd

DRAGI LJ. ANTONIJEVI, Univerzitet Singidunum,

Fakultet za primenjenu ekologiju – Futura, Beograd

MESUD R. ADŽEMOVI, Univerzitet Singidunum,

Fakultet za primenjenu ekologiju – Futura, Beograd

ZORAN R. VUJOVI, Univerzitet Singidunum,

Fakultet za primenjenu ekologiju – Futura, Beograd

VERICA S. JOVANOVI, Institut za javno zdravlje Srbije “Dr Milan Jovanovi Batut”, Beograd

BRANISLAVA I. MATI, Institut za javno zdravlje Srbije “Dr Milan Jovanovi Batut”, Beograd

Originalni nau ni rad

UDC: 628.4.046

DOI: 10.5937/tehnika1603487S

U radu su predstavljeni podaci o generisanju, koli inama i upravljanju medicinskim otpadom (MO) u Srbiji. Predstavljeni su na ini procene i ukupne godišnje koli ine generisanja MO po kategorijama. Zaklju eno je da se najviše proizvede farmaceutskog (64%) i infektivnog (32%) MO. Prema dobijenim podacima, upravljanje MO u Srbiji je trenutno na niskom nivou, osim kada je u pitanju infektivni otpad. U radu su predložene jednostavnije metode tretmana u postoje im autoklavima i kompleksnije metode (insineracija i plazmena piroliza), kao kratkoro na i dugoro na rešenja. Predvi ena rastu a koli ina MO zahteva pove anje postoje ih kapaciteta prerade i primenu novih rešenja. Kapacitet instaliranih autoklava može da bude uve an pove anjem njihovog radnog vremena, kako bi se izbegla dodatna ulaganja. Me utim, tretman u autoklavima je pogodan samo za infektivni otpad. Za drugi MO, ije glavne frakcije ine farmaceutski i hemijski otpad ne postoji infrastruktura. Kao privremeno rešenje, farmaceutski otpad se tretira u inostranstvu što na duži vremenski period nije finansijski prihvatljivo. Kako trenutno osnovu tretmana MO u Srbiji ini samo mreža zdravstvenih ustanova opremljenih autoklavima, kao centralnih (CMT) i lokalnih (LMT) mesta tretmana za tretman infektivnog otpada, preporuka je da se ovoj mreži pridruže i dodatni kapaciteti za tretman neinfektivnog otpada, uz istovremenu optimizaciju nivoa organizacije upravljanja celokupnim MO.

Klju ne re i: medicinski otpad, opasan otpad, generisanje, upravljanje

1. UVOD

Tokom poslednje dve dekade, u svetu su u injeni zna ajni napori u poboljšanju upravljanja medicinskim otpadom (MO) [1]. Globalno, postoji ozbiljan nedotatak pouzdanih podataka, od generisanja preko karakterizacije otpada, što otežava rešavanje problema njegovim upravljanjem [2]. Neodgovaraju e rukovanje i odlaganje MO je, tako e, prepoznato kao mogu i izvor velikih problema u budu nosti [3]. Tehnologija tretma-

na i odlaganja otpada trebalo bi da bude usmerena ka smanjenju negativnih posledica i pove anju održivosti. Upravljanje MO moralo bi da podrazumeva povezivanje ustanova koje se sve vrste otpada tretiraju i odlažu na ekonomi an na in uz minimalne negativne uticaje na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

U Srbiji se proizvedu velike koli ine otpada svake godine. Procenjeno je da je ukupno preko 2,5 miliona tona otpada proizvedeno u Srbiji, a razne vrste otpada esto se mešaju sa komunalnim vrstnim otpadom na deponijama [4]. Nepravilno upravljanje otpadom, posebno infektivnim i opasnim otpadom koji se neefikasno razdvajaju, može da doprinese zaga enju životne sredine i narušavanju zdravlja ljudi [5]. Usvajanjem nove zakonske regulative u Srbiji zna ajno je

Adresa autora: Radmila Šerovi, Vlada Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd, Nemanjina 22-26

Rad primljen: 19.05.2016.

Rad prihva en: 23.05.2016.

unapređen sistem upravljanja otpadom, posebno medicinskim, koji je donedavno bio na vrlo niskom nivou [7]. Zakon o upravljanju otpadom [8], Pravilnik o upravljanju MO [9] i drugi podzakonski akti, nametnuli su svim subjektima sistema obavezu upravljanja otpadom, što bi trebalo da dovede do efikasnije i efektivnije realizacije aktivnosti u cilju zaštite zdravlja ljudi, životinja i životne sredine i usaglašavanja sa EU standardima.

Količina i sastav MO zavise od mnogih faktora. Studije MO u italijanskim bolnicama pokazale su da tip sanitarne službe u velikoj meri utiče na količinu generisanog MO [10]. U proceni nastajanja MO preporučljivo je korišćenje zajedničkih osnovne za kvantifikaciju, kako bi podaci iz različitih regiona mogli da se porede [11]. Procena generisanja je prvi važan korak u stalnom poboljšanju upravljanja MO. Rezultati mogu da se koriste za uspostavljanje osnovne za planiranje, predviđanje troškova i optimizaciju celokupnog sistema upravljanja MO [3].

Sledeći bitan korak je pronalaženje najefikasnijih rešenja za tretiranje i odlaganje MO, sa projekcijama za dugoročni period. Neophodno je izgraditi održiv sistem upravljanja MO, koji mora da uzme u obzir zaštitu životne sredine, finansijske aspekte, kao i tehnološku i tehničku izvodljivost tretmana i odlaganja [12]. U svetu se koristi nekoliko načina, odnosno metoda zbrinjavanja MO: odlaganje na deponije, smanjenje proizvodnje otpada, recikliranje, sterilizacija vodenom parom, insineracija i plazmena piroliza [13]. Dobra ekološka praksa u ovom domenu, trebalo bi da podrazumeva klasifikaciju, segregaciju, smanjenje količine otpada, označavanje i kodiranje, rukovanje, transport i skladištenje i konačno odlaganje otpada [14].

U ovom radu su prikazani načini stvaranja i procena količina MO, zasnovani na istraživanju sprovedenom tokom druge faze projekta „Tehnika podrška za tretman medicinskog otpada u Srbiji“ (TP-TMO), kao i sistem upravljanja ovim otpadom u Srbiji. Prikazani rezultati dobijeni su u 25 administrativnih okruga u Republici Srbiji. Podaci o ukupnim količinama otpada koji se proizvode u zdravstvenim ustanovama u Srbiji upotrebjeni su rezultatima Agencije za zaštitu životne sredine Srbije (SEPA) i republičkog Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“. Projekat TP-TMO sproveden je u dve faze od 2007. do 2014. godine. Druga faza, započeta 2011. godine, omogućila je upotrebavanje podataka za više kategorija MO, pored infektivnog otpada. Analizom dostupnih podataka, monitoringom, metodom slučajnog uzorka, anketiranjem, tumačenjem i ekstrapolacijom dobijenih rezultata, procenjena je dinamika stvaranja MO uz dovoljnu pouzdanost za dalje planiranje upravljanja. Tokom prve faze projekta dobijeni su rezultati generisanja infektivnog otpada, procenjenog na

5000 tona [15], od čega 20% potiče od ambulantnog, 75% od bolničkog i 5% od mikrobioloških testova [15]. U nastavku istraživanja procenjeno je i totalno godišnje generisanje farmaceutskog i hemijskog MO, koje prvom fazom nije bilo obuhvaćeno [15].

Takođe, u ovom radu su date i smernice za kratkoročni i dugoročni tretman MO, kao i moguće opcije tretmana. S obzirom da je tokom istraživanja ustanovljeno da trenutnu mrežu institucija za zbrinjavanje MO čini samo mreža Centralnih mesta za tretman (CMT) i Lokalnih mesta za tretman (LMT) infektivnog otpada sterilizacijom vodenom parom na nivou okruga, preporučeno je da bi u narednom periodu trebalo pridružiti dodatne kapacitete i tretmane. Iako je posebno važno tretiranje infektivnog MO, s obzirom na količinu i zakonski kratak rok za njegovo adekvatno zbrinjavanje, istraživanje naglašava i neophodnost rešavanja problema tretmana ostalog MO.

2. GENERISANJE MO U SRBIJI

Zdravstveni i veterinarski sektori proizvode različite vrste otpada, koji se najviše i deo smatra i zbrinjava na isti način kao komunalni otpad [16]. Manji deo označava se kao potencijalno opasan MO, iako neke vrste ovog otpada, po svojim karakteristikama ne pripadaju opasnom otpadu [17].

Količine generisanog MO u Srbiji tokom jedne godine dobijene su analizom svih relevantnih faktora i prikupljenih podataka prema vrsti MO:

- Ukupna godišnja proizvodnja infektivnog otpada procenjena je na osnovu broja zdravstvenih ustanova, broja kreveta i prosečne zauzetosti [15].
- Ukupna količina generisanog farmaceutskog otpada procenjuje se na osnovu broja zdravstvenih ustanova državnog sektora i broja državnih apoteka, kao i na osnovu broja ovakvih ustanova u privatnom sektoru [16]. Kada je reč o generisanju farmaceutskog otpada u domaćinstvima nedostaju osnovni podaci, pa se njegova količina zasniva na stručnoj pretpostavci na osnovu retkih podataka ispitivanja i podataka objavljenih od strane drugih evropskih zemalja [18]. S obzirom da se u domaćinstvima uglavnom ne vrši selekcija, veći deo otpada završava na neuređenim odlagalištima bez konkretnih podataka [19]. Prosečna stopa proizvodnje citostatičkog i citotoksičnog otpada preračunata je po broju pacijenata koji se leče svakog dana [16]. Generisanje ovog otpada je reda veličine 0,25 kg na dan. Prema podacima, godišnji prosečni ovakvih pacijenata je 800 [16].
- Hemijski otpad koji nastaje u zdravstvenom sektoru većinom se proizvodi u medicinskim laboratorijama. Većina ovog otpada je u obliku tečnosti

i može da se klasifikuje kao neopasni otpad. Dostupni su samo nepotpuni podaci o stopama proizvodnje hemijskog otpada [16], nije se indikativne količine pretpostavljaju ekstrapolacijom podataka. Deo količine reagensa bi trebalo da se klasifikuje kao opasni otpad, usled prisustva cijanida i žive [17].

- Tačan podatak o proizvodnji patoanatomskog otpada nije utvrđen. Međutim, moguće je izneti procene s obzirom da većinu delova tela i organa predstavljaju placente [16]. Količina ovog otpada se procenjuje na osnovu težine placente koja iznosi između 0,5 i 1 kg [16] i njihovog prosečnog godišnjeg broja uz godišnju stopu rađanja od 9,19 na 1000 stanovnika [16], što znači da se u Srbiji prosečno godišnje rodi 67.200 dece. Smatra se da su ostale količine generisanog patoanatomskog otpada dvostruko manje [16].
- Pošto se veterinarski patoanatomski otpad regulišu odvojenim propisima, katalog otpada Republike Srbije ne obuhvata unos za veterinarski patološki otpad. Veterinarski farmaceutski, citotoksični i hemijski otpad se, u veterinarskom sektoru, stvara samo u malim količinama i njegova količina se procenjuje na osnovu broja državnih i privatnih veterinarskih institucija koje se bave pružanjem zdravstvene zaštite životinja [16].

3. KOLIČINE MO U SRBIJI

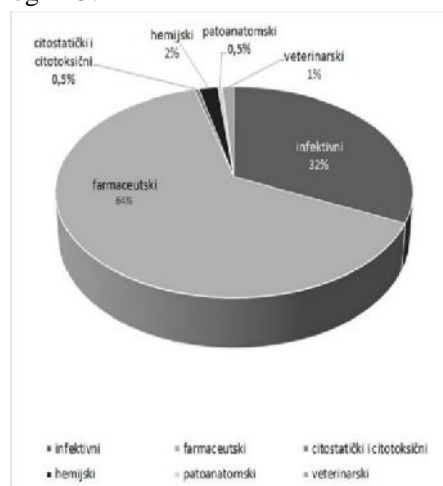
Prema gore navedenim pokazateljima, procenjena je ukupna godišnja proizvodnja MO po kategorijama:

- Godišnja proizvodnja infektivnog otpada u Srbiji, kako je već rečeno, procenjuje se na 4500 do 5.000 tona [15]. Za svrhe planiranja, korišćena je procenjena godišnja stopa proizvodnje od 5.000 tona, kao konstanta u periodu planiranja do 2025. godine.
- Ukupna količina farmaceutskog otpada koja nastane u svim zdravstvenim ustanovama državnog sektora i državnim apotekama u Srbiji procenjena je na 7000 tona godišnje. Prema rezultatima istraživanja u privatnom sektoru otkriveno je proizvodnja ovog otpada od 1000 do 3000 tona godišnje. Za potrebe planiranja, u okviru projekta, pretpostavljeno je da je stopa stvaranja farmaceutskog otpada u domaćinstvima 50 tona godišnje, što dovodi do procene ukupne stope proizvodnje farmaceutskog otpada na 60 tona godišnje. Godišnja stopa proizvodnje citostatičkog i citotoksičnog otpada procenjuje se na 70 do 75 tona. Od ove količine 15 tona biće kontaminirane nerazblaženim citotoksičnim i citostatičkim supstancama, dok preostalih 55 do 60 tona podrazumeva oštre predmete, plastične cevi, staklene i plastične

boce kontaminirane razblaženim citotoksičnim i citostatičkim supstancama (obično je reč o 1% rastvoru leka u infuzionom rastvoru).

- Prema dostupnim podacima, godišnje se proizvede do 310 tona hemijskog MO. Najveći deo ovog otpada je u obliku tečnosti, odnosno koncentrovanih ili razblaženih rastvora i većina se klasifikuje kao neopasni otpad.
- Prerađivanjem prema generisanom broju placentali godišnje, za stvaranje patoanatomskog otpada dobija se rezultat od oko 50 tona. Pošto je procenjeno da su dodatne količine generisanog patoanatomskog otpada upola manje, za potrebe planiranja pretpostavljena je ukupna stopa proizvodnje od 75 tona godišnje.
- Veterinarski farmaceutski, citotoksični i hemijski otpad se procenjuje na ukupnu godišnju proizvodnju od 160 i 190 tona.

Na slici ispod prikazan je procentualni sastav generisanog MO.



Slika 1 - Proizvodnja MO po kategorijama (t/god.)

4. UPRAVLJANJE MO U SRBIJI

Upravljanje MO vrši se prema njegovoj klasifikaciji, odnosno kategoriji. Prema dobijenim podacima, separacija se razlikuje od mesta do mesta, posebno kada je u pitanju razvrstavanje infektivnog otpada. Oštri predmeti se sakupljaju u kontejnere, a infektivni i neinfektivni otpad se razdvaja. Infektivni laboratorijski otpad iz mikrobioloških laboratorija se obično tretira u autoklavima na licu mesta pre odlaganja, dok se infektivni otpad iz drugih delova zdravstvenih ustanova sterilizuje u autoklavima sa većim stepenom centralizacije. Hemijski otpad se najčešće odlazi izlivanjem u kanalizaciju umesto zbrinjavanja na adekvatan način, dok se farmaceutski otpad obično uva u zdravstvenim ustanovama isto i po više godina [16].

Evidencija tretiranog infektivnog MO putem sterilizacije u autoklavima izvršena je za 52 od 55

zdravstvenih ustanova (94,5%) tokom 2011. godine, od kojih 30 CMT i 22 kao LMT. Iz operativnih razloga, Srbija je tokom projekta podeljena na četiri regije: Vojvodina, centralni i južni deo republike i grad Beograd kao poseban geografsko-administrativni entitet s obzirom na velike količine MO koje se generišu u ustanovama na njegovoj teritoriji. Unutar regija poštovana je distribucija ustanova po principima administrativnih okruga, u skladu sa Uredbom o planu mreže zdravstvenih ustanova [20].

Tabela 1. Tretirani infektivni MO po okruzima u regulisanim tokovima otpada u 2011. god.

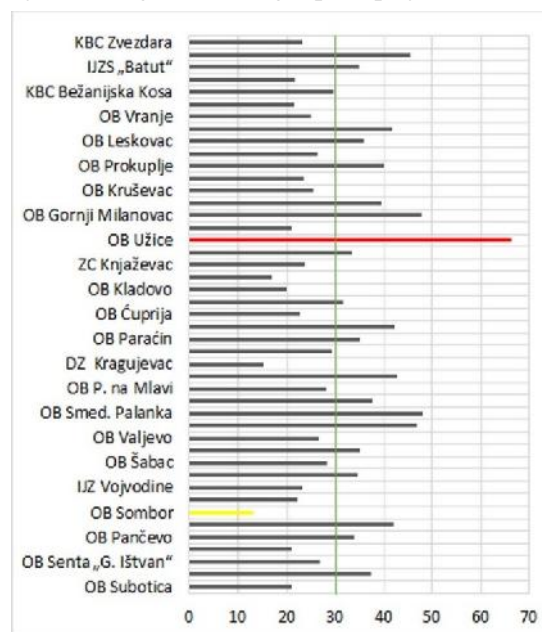
Projektna regija	Ukupno tretirano inf. MO (t)
Vojvodina	465,72
Centralna Srbija	1041,96
jug Srbije	360,76
grad Beograd	405,35
Ukupno tretirano inf. MO u svim okruzima (projektnim regijama)	2.273,79

Postoje i autoklavi su relativno male veličine, sa projektovanim kapacitetom od 12 kg/ciklusu za najmanje modele i 25 do 30 kg/ciklusu za veće. S obzirom da infektivni otpad koji se odlazi u privremena skladišta unutar zdravstvenih ustanova mora da se podvrgne sterilizaciji u roku od 72 sata od njegovog generisanja [16], to je isto ograničava rad autoklava punim ili neophodnim kapacitetom. Na osnovu podataka, pretpostavljeno je da postoje i instalirani autoklavi mogu da obezbede potreban kapacitet za tretman infektivnog otpada do 2020. godine. Trenutno je u 25 administrativnih okruga u skladu sa Uredbom o planu mreže zdravstvenih ustanova [21] u Srbiji instaliran 121 mali autoklav. Režim u kome trenutno rade je 4 do 5 ciklusa po smeni sa jednom smenom po radnom danu.

Kako se trenutno primenjuje tretman u autoklavima, ne postoje problemi zaštite životne sredine pošto i autoklavi veće kapaciteta imaju ograničen uticaj na životnu okolinu. Iako je ova opcija sa stanovišta i tehničkih i pravnih okvira sasvim zadovoljavajuća, finansijski je veoma nepovoljna, posebno u sadašnjem režimu rada u kojem autoklavi rade u jednoj smeni po radnom danu.

Kako je prikazano na slici 2, srednja vrednost, kao i maksimalna vrednost u OB Užice (66,25 kg/ciklusu) i minimalna u OB Sombor (13,23 kg/ciklusu) ukazuju na to da je rad sistema za tretman infektivnog MO ili preopterećen ili se u procesu ne vodi računa o popunjenosti kapaciteta rada autoklava, s obzirom na

maksimalni kapacitet autoklava po jednom ciklusu. Na slici 2, vidi se da od ukupno 45 od 28 ustanova po jednom ciklusu sterilizacije sterilizuje više od navedene proizvođačke norme. S druge strane, postoje ustanove čiji kapaciteti nisu popunjeni, odnosno sterilizuje se manje od 15 kg infektivnog otpada po jednom ciklusu.



Slika 2 - Efikasnost rada sistema za tretman infektivnog MO (kg/ciklusu)

Na osnovu analize, postoje i autoklavi za tretman infektivnog MO instalirani u zdravstvenim ustanovama u Srbiji, sa stanovišta propisanog perioda eksploatacije, mogu da nastave sa radom dokle god je to ekonomski isplativo. U praksi, to predstavlja vremenski period od približno 10 godina od puštanja u rad, koji može da bude i duži. U kratkoročnom periodu, kapaciteti za tretman infektivnog otpada bili bi povećani produžavanjem vremena rada postoje ih autoklava. U trenutnom režimu rada, kapacitet instaliranih autoklava odgovara potrebama za tretman do procenjenih 5000 tona infektivnog MO godišnje. Međutim, na nivou nekih okruga postoje određeni nedostaci u kapacitetu ili samoj opremi.

Kada je reč o tretmanu farmaceutskog i organskog hemijskog otpada, na osnovu dobijenih podataka, preporuka je da kontejnerska spalionica manjih kapaciteta, tipa Small-scale Incinerators (SSI) [13], koja obuhvata i skladište, bude postavljena u Beogradu budući da proizvodnja ovakvog otpada gravitira ka ovom okrugu. Do instalacije odgovarajuće spalionice, izvoz kompletnog farmaceutskog otpada i njegovo spaljivanje u inostranstvu predstavljaju jedino rešenje. Realizacija SSI omogućava ne samo tretiranje većine MO proizvedenog u Srbiji, nego i odvijanje tretmana u skladu sa naelom blizine koje je usvojeno prema preporuci EU Zakonom o upravljanju otpadom [8], a

koje propisuje zbrinjavanje otpada što je moguće bliže mestu nastanka.

Međutim, pošto SSI postižu radnu temperaturu od najviše 900°C halogenovane hemikalije, uključujući i neke citostatske lekove koji zahtevaju spaljivanje na 1100°C, ne mogu da budu tretirane na ovaj način [13]. SSI ne daju ni rešenje za neorganski hemijski otpad iz medicinskih laboratorija.

U praksi, kako je navedeno, neopasni hemijski otpad se izliva u kanalizaciju, dok se neorganske opasne hemikalije tretiraju u postojećim privatnim postrojenjima u Srbiji ili uvoze u objektima proizvođača otpada do realizacije budućih pogona za fizičko-hemijski tretman koji mogu da tretiraju ovu vrstu otpada, kao što je npr. tretman plazmenom pirolizom [22].

Na osnovu istraživanja, procenjeno je da od 2021. godine, instalirani autoklavi usled ograničenog perioda eksploatacije neće moći da se koriste za tretman infektivnog otpada. Nakon ovog perioda biće neophodni novi pogoni za tretman, po preporuci, kombinacijom različitih tehnologija.

U stalost sakupljanja infektivnog otpada je najmanje jednom u pet dana, dok u najnepovoljnijim uslovima uvećanje količina infektivnog otpada mora da se sakuplja svaki dan [16]. Ovakva frekventnost centralizovani tretman infektivnog otpada čini neizvodljivim.

Zbog toga je za infektivni otpad potreban decentralizovani pristup koji podrazumeva, gde god je to moguće, tretman u velikim autoklavima na nivou regiona i tretman u regionalnim centrima za upravljanje otpadom u autoklavima srednjeg kapaciteta u oblastima u kojima putna infrastruktura ne dozvoljava decentralizovani sistem.

Na osnovu izloženog, može da se predloži šest opcija tretmana MO:

- Tretiranje u autoklavima u različitim zdravstvenim ustanovama na teritoriji okruga uz instalaciju dodatnih autoklava kako bi se postigao zadovoljavajući kapacitet za tretman svih količina otpada. Takođe, s obzirom da izveštaj o stopama proizvodnje infektivnog otpada na osnovu TP-TMO projekta, procenjuje da bi se njegova proizvodnja povećala na 6000 tona u 2025. godini, kapacitet instaliranih autoklava bi mogao da bude sasvim dovoljan za uvećane potrebe produžavanjem njihovog radnog vremena, pa dodatna ulaganja ne bi bila neophodna. Izražava se da bi udvostručavanje radnog vremena autoklava u bolnicama povećalo kapacitet čak na 9090 tona godišnje.
- Zamena trenutno instaliranih autoklava u zdravstvenim ustanovama velikim autoklavima za tretman infektivnog MO van zdravstvenih ustanova. Razmatranje ove opcije bi trebalo da usledi tek

pred kraj ekonomične eksploatacije trenutno instaliranih autoklava.

- Spaljivanje u modernim malim spalionicama naprednih tehnologija, što podrazumeva njihovu nabavku i instalaciju na odabranim mestima.
- Masovno spaljivanje MO u centralnoj spalionici za opasni otpad. Ova opcija je obuhvaćena Strategijom upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine [20] kao jedna od preporučenih opcija za tretman MO, u skladu sa pravilima medicinske struke i Svetske zdravstvene organizacije.
- Spaljivanje sa komunalnim otpadom u pogonu koji istovremeno proizvodi energiju ili spaljivanje u termoelektranama na uglju.
- Privremeno uvođenje farmaceutskog i hemijskog otpada i njihov izvoz na dalji tretman.

Tehnologije tretmana otpada zavise od njegove vrste i količine, kao i od kapaciteta potrebne opreme i zakonske regulative. Izbor tehnologije mora da uspostavi održivi rad mreže ustanova kroz koje sve vrste otpada mogu da se tretiraju i odlože na ekonomičan način uz minimalne negativne uticaje na zdravlje ljudi i životnu okolinu.

Kako trenutno osnovu tretmana MO u Srbiji čini samo mreža zdravstvenih ustanova opremljenih autoklavima, kao centralnih (CMT) i lokalnih (LMT) mesta tretmana za tretman infektivnog otpada na nivou upravnih okruga [21], ovoj mreži moraju da se pridruže i dodatni kapaciteti za tretman neinfektivnog otpada, uz istovremenu optimizaciju nivoa organizacije upravljanja celokupnim MO.

Takođe, instaliranje pogona za insineraciju otpada omogućilo bi tretiranje najvećih količina MO proizvedenog u Srbiji, i to u skladu sa pomenutom ključnom preporukom EU direktive o „naelektrificiranosti“ [8]. Uticaj na životnu sredinu ne mora da bude nužno nepovoljan, jer uz instaliranu obaveznu opremu za zaštitu od zagađenja ovakav uticaj može da se smanji ispod dozvoljenih granica. Suspaljivanje otpada u pogonima za dobijanje energije uz štetne emisije [23] ili pogoni za plazmenu pirolizu, mogu da imaju i pozitivan uticaj na životnu sredinu s obzirom da u ovim tehnologijama otpad može da zameni fosilna goriva, odnosno energente [19]. Usled navedenih činjenica tretman i odlaganje MO mogu da se posmatraju kroz određene opcije i ciljeve za kratkoročni i dugoročni period.

Kratkoročni period tretmana i odlaganja MO trebalo bi da podrazumeva:

- Optimalno iskorišćenje trenutno uspostavljene mreže za sterilizaciju vodenom parom;
- Izvoz farmaceutskog i opasnog organskog hemijskog otpada na spaljivanje do realizacije kapaciteta za spaljivanje otpada u Srbiji;

- Realizaciju SSI za spaljivanje farmaceutskog i opasnog organskog hemijskog otpada;
- Tretman opasnog neorganskog otpada u postoje im pogonima u Srbiji ili njegovo uvanje do realizacije takvih kapaciteta.

Dugoro ni period tretmana i odlaganja MO podrazumeva realizaciju pogona za spaljivanje otpada uz proizvodnju energije uz suspaljivanje kompletnog generisanog MO, sa izuzetkom citotoksi nog, citostatikog, neorganskog hemijskog otpada i opasnog hemijskog otpada. Ove kategorije otpada bi trebalo da se obra uju u centralnom pogonu za tretman opasnog otpada.

Iako je jedan od ciljeva upravljanja MO samodovoljnost države, izvoz ostaje deo sistema sve do realizacije kapaciteta za tretman farmaceutskog i hemijskog otpada. Usled pomenutih ograni enja, izvoz treba da bude sveden samo na farmaceutski citotoksi ni i citostati ki otpad. Iako se, u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom, medicinska sredstva koriš ena za primenu farmaceutskih proizvoda, tako e, smatraju farmaceutskim otpadom, prihvatljivo je odlaganje ove vrste otpada zajedno sa komunalnim otpadom na deonijama [16].

S obzirom da pogon za tretman opasnog otpada, predvi en Strategijom o otpadu, nije namenjen samo za medicinski nego i za opasni otpad koji proizvode druge grane privrede, tretman infektivnog otpada na nivou nižem od nacionalnog nivoa, realizaciju ovakvog pogona ini opravdanom bez obzira da li je ovim uklju eno i samo planiranje tremana infektivnog otpada. S tehni kog stanovišta, pogon za tretman opasnog otpada je i veoma pogodno rešenje za ve inu najopasnijih tokova otpada iz zdravstvenog sektora, posebno za citotoksi ni i citostati ki otpad, kao i za organski hemijski otpad. Kapaciteti za fizi ko-hemijski tretman ovog pogona pogodni su i za tretman neorganskog otpada.

5. ZAKLJU AK

Upravljanje MO predstavlja ozbiljan inilac zaštite životne sredine i postaje sve ve i javni zdravstveni problem. Sprovedena analiza pokazuje da upravljanje MO mora da bude bolje organizovano, sa izri itim kriterijumima i strogom evidencijom.

Postoje i sistem tretmana MO omogu ava zbrinjavanje infektivnog otpada kroz sistem decentralizovanih pogona za sterilizaciju vodenom parom u CMT i LMT pogonima. Ukupno je u 25 administrativnih okruga u Srbiji instaliran 121 mali autoklav. U režimu rada u kome trenutno rade, kapacitet odgovara potrebama za tretman do 5000 tona godišnje. U svim okruzima koji imaju manjak kapaciteta, ovi nedostaci mogu da se eliminišu uve anjem broja radnih

sati u kojima rade autoklavi instalirani u bolnicama. Ukoliko bi se isti princip primenio na celu teritoriju zemlje, dobio bi se višak kapaciteta koji bi pokrio dodatnih 80% potreba. Pove anje vremena rada autoklava u bolnicama bi pove alo kapacitet na 9090 tona godišnje. Po etni izveštaj o stopama proizvodnje infektivnog otpada na osnovu TP-TMO projekta, procenjuje da bi se, po najnepovoljnijim uslovima, proizvodnja otpada pove ala na 6000 tona u 2025. godini. To zna i da je kapacitet instaliranih autoklava sasvim dovoljan da pokrije uve anje potreba samo udvostruavanjem smena po radnom danu gde je to potrebno, što zna i da ne bi bila potrebna dodatna ulaganja.

Me utim, tretman u autoklavima je pogodan samo za infektivni otpad. Za drugi MO, ije glavne frakcije ine farmaceutski, sa najve im u eš em u celokupnom MO, i hemijski otpad ne postoji infrastruktura. Kao privremeno rešenje, farmaceutski otpad se tretira u inostranstvu. Ovo je skupo rešenje i na duži vremenski rok nije prihvatljivo. Stoga je potrebna instalacija pogona za insineraciju i centralnog pogona za tretman ukupnog opasnog otpada, kako bi se obezbedio ekonomi an tretman celokupnog generisanog MO. Krajnji cilj treba da bude stvaranje sistema upravljanja MO koji je u skladu sa održivim razvojem, odnosno o uvanjem zdravlja ljudi i zaštitom životne sredine.

LITERATURA

- [1] Chartier Y, Emmanuel J, Pieper U, Prüss A, Rushbrook P, Stringer R, Townend W, Wilburn S, Zghondi R, Safe Management of Wastes from Health Care Activities, World Health Organization, 2014.
- [2] Caniato M, Tudor T, M. Vaccari M, International governance structures for health-care waste management: A systematic review of scientific literature, *Journal of Environmental Management*, 153, 93-107, 2015.
- [3] Xin Y. Comparison of hospital medical waste generation rate based on diagnosis-related groups, *Journal of Cleaner Production*, 100, 202-207, 2015.
- [4] Uroševi S, Peji B, or evi D, Contemporary tendencies in waste management in Serbia, *Economics management information technology (EMIT)*, 1, 3, 159-166, 2012.
- [5] De Titto E, Savino A. A, Townend W. K. Healthcare waste management: The current issues in developing countries, *Waste Manag. Res. J. Int. Solid Wastes Public Clean. Assoc. ISWA*, 30 (6), 559-561, 2012.
- [6] Brichard K. Out of sight, out of mind...the medical waste problem, *Lancet*, 359, 2002.
- [7] F. J. Popovi , J. V. Filipovi , V. N. Božani , Paradigm shift needed - municipal solid waste management in Belgrade, Serbia, *Hem. Ind.*, 67(3), 547-557, 2011.

- [8] Zakon o upravljanju otpadom („Sl. Glasnik RS“, br. 36/09, 88/10)
- [9] Pravilnik o upravljanju medicinskim otpadom („Sl. Glasnik RS“ br. 78/10)
- [10] Liberti L, Tursi A, Costantino N, Ferrara L, Nuzzo G, Optimization of infectious hospital waste management in Italy: part II. Waste characterization by origin, Waste Manag. Res., 14, 417-431, 1996.
- [11] Windfeld E, Brooks M. Medical waste management - A review, Journal of Environmental Management, 163, 98-108, 2015.
- [12] U. S. Agency for International Development (USAID), Treatment Alternatives for Medical Waste Disposal, Program for Appropriate Technology in Health (PATH), 2005.
- [13] Batterman S, Findings on an Assessment of Small-scale Incinerators for Health-care Waste, Water, Sanitation and Health Protection of the Human Environment, 58, 2004.
- [14] Emmanuel J, Best Environmental Practices and Alternative Technologies for Medical Waste Management, Eighth International Waste Management Congress And Exhibition, Institute of Waste Management of Southern Africa-Botswana Chapter 25-28, 2007.
- [15] Jovanovi V, Gerrit Tesink J, Jovanovi D, onovi N, Jevti M, Mati B, Šerovi R, Development of Healthcare Waste Management in Serbia and Challenges in the Improvement of the Quality of Healthcare Services, Tehnika, 14, 2, 343-348, 2014.
- [16] Predlog Nacionalnog plana za upravljanje medicinskim otpadom [Internet], Nacionalni plan za upravljanje otpadom poreklom iz zdravstvenih ustanova, 2013. [pregledano 18.04.2013.]. Dostupno na: <http://www.mpzss.gov.rs/dokumenti/>
- [17] Environmental Protection Agency (EPA), European Waste Catalogue and Hazardous Waste List, Environmental Protection Agency (EPA), 2002.
- [18] Vollmer G, Disposal of Pharmaceutical Waste in Households - A European Survey, Green and Sustainable Pharmacy, Springer Science & Business Media, 165-178, 2008.
- [19] Stevanovi - arapina H, Stepanov J, Savi D, Mihajlov A. Emisija toksinih komponenti kao faktor izbora najbolje opcije za upravljanje otpadom primenom koncepta ocenjivanja životnog ciklusa, Hem. Ind., 65(2), 205-209, 2011.
- [20] Nacionalna strategija za upravljanje otpadom za period 2010 - 2019. godine („Sl. Glasnik RS“, br. 29/10)
- [21] Uredba o planu mreže zdravstvenih ustanova (Sl. gl. RS, br. 42/2006 i 119/2007)
- [22] Nema S, Ganeshprasad K. Plasma pyrolysis of medical waste, Current Science, Vol. 83, 271-278, 2002.
- [23] Jovi N, Radoni J, Turk-Sekuli M, Vojinovi - Miloradov M, Popov S, Identifikacija izvora emisije esteri ne frakcije policikličkih aromatičnih ugljovodonika u neposrednoj blizini industrijske zone Novog Sada, Hem. Ind., 67(2), 337-348, 2013.

SUMMARY

GENERATION AND MANAGEMENT OF MEDICAL WASTE IN SERBIA - A REVIEW

This study presents generation, quantities and medical waste (MW) management in Serbia. It represents assessment methods and total annual MW generation by categories. It was concluded that pharmaceutical (64%) and infectious (32%) MW production is the largest. According to available data, MW management in Serbia is currently at low level, except when it comes to infectious waste. Research proposed simpler treatment methods in existing autoclaves and complex methods (incineration and plasma-pyrolysis), as well as short-term and long-term solutions. Predicted MW growing amount requires existing capacity increase for processing and new solutions application. Installed autoclaves capacity could be increased by increasing working time, in order to avoid additional investment. However, treatment in autoclave is only suitable for infectious MW. For other medical waste, which main fractions are pharmaceutical and chemical waste, there is no infrastructure. As temporary solution, pharmaceutical waste is treated abroad which in longer period is not financially feasible. Considering that MW treatment in Serbia currently is based on health facilities network equipped with autoclaves, as central (CTF) and local (LTF) treatments facilities for infectious waste treatment, it is recommended additional capacity implementation for treatment of non-infectious waste to this network, with simultaneous management level optimization of whole MW.

Key words: medical waste, hazardous waste, generation, management