

A. Barišin^{a*} i M. Rujnić Havstad^{b**}^a Hrvatski zavod za javno zdravstvo
Rockefellerova 7, 10 000 Zagreb^b Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ul. Ivana Lučića 5, 10 000 ZagrebPandemijska plastika –
otpad o kojem se ne priča

Uvod

Upravo se navršila četvrta godišnjica proglašenja pandemije COVID-19. To je prilika za upoznavanje javnosti s podacima o stvorenom otpadu, posebno onom od osobne zaštitne opreme, koji je većinom plastičan. Plastika ima vrlo lošu reputaciju, a često je glavni krivac za ukupni otpad, iako u njemu sudjeluje sa znatno manjim udjelom nego što se to u javnosti misli. To može zahvaliti onečišćenju okoliša jednokratnim plastičnim proizvodima i ambalažom, što je posljedica nepravilnog postupanja tim proizvodima i neadekvatnih sustava gospodarenja otpadom. No, kako se čini, medicinski otpad nastao tijekom pandemije, koji se većinom sastoji od predmeta osnovne zaštitne opreme, mogao bi predstavljati znatno veći problem od plastičnih vrećica, ambalaža ili slamki.

Okoliš, već preplavljen plastičnim otpadom koji se svakodnevno proizvodi iz nemedicinskih izvora, tijekom pandemije dodatno je opterećen otpadom iz medicinskih izvora, od proizvoda namijenjenih zaštiti od infekcije COVID-19. Proizvedena je velika količina zaštitnih proizvoda za pučanstvo, zdravstvene ustanove, virološke laboratorije i prostore za cijepljenje. Posljedično se nagomilao otpad u vidu iskorištenih zaštitnih maski za opću populaciju, osobne zaštitne opreme (OZO) u zdravstvenim ustanovama, potrošenih testova u laboratorijima te praznih bočica i igala na mjestima provođenja cijepljenja.

Vrste medicinskog otpada

Medicinski otpad je onaj koji nastaje u zdravstvenim ustanovama. Prema svojstvima je podijeljen na opasni i neopasni medicinski otpad. Zbog njegovih potencijalno opasnih karakteristika medicinskim otpadom potrebno je upravljati u skladu s odredbama Zakona o gospodarenju otpadom¹ i Pravilnika o gospodarenju medicinskim otpadom.²

Od ukupne količine otpada koji nastaje u zdravstvenim djelatnostima oko 85 % spada u neopasan otpad sličan komunalnom otpadu koji nastaje u kućanstvima. Preostalih 15 % smatra se opasnim otpadom koji može biti zarazan, otrovan ili radioaktivan.³

Medicinski otpad može se podijeliti u sljedeće kategorije:^{2,3}

- zarazni (infektivni) otpad: otpad kontaminiran krvlju i drugim tjelesnim tekućinama (npr. iz odbačenih dijagnostičkih uzoraka), kulture i zalihe infektivnih uzročnika iz laboratorijskog rada (npr. otpad od obdukcija i zaraženih životinja iz laboratorija) ili otpad od pacijenata s infekcijama (npr. brisevi, zavoji i medicinski proizvodi za jednokratnu upotrebu);
- patološki otpad: ljudska tkiva, organi ili tekućine, dijelovi tijela i kontaminirane životinjske lešine;
- oštri otpad: šprice, igle, jednokratni skalpeli i oštrice itd.;
- kemijski otpad: npr. otapala i reagensi koji se rabe za laboratorijske pripreme, dezinfekcijska sredstva, sredstva za sterilizaciju i teški metali sadržani u medicinskim uređajima (npr. živa u pokvarenim starim termometrima) i baterijama;

- farmaceutski otpad: istekli, neiskorišteni i kontaminirani lijekovi i cjepiva;
- citotoksični i citostatski otpad: otpad koji sadrži tvari s genotoksičnim svojstvima (tj. vrlo opasne tvari koje su mutagene, teratogene ili kancerogene), kao što su citotoksični lijekovi koji se upotrebljavaju u liječenju onkoloških stanja i njihovi metaboliti
- amalgamski otpad iz stomatološke zaštite;
- radioaktivni otpad: kao što su proizvodi kontaminirani radionuklidima uključujući radioaktivni dijagnostički materijal ili radioterapeutski materijal;
- neopasni ili opći otpad: otpad koji ne predstavlja posebnu biološku, kemijsku, radioaktivnu ili fizičku opasnost.

Glavni izvori medicinskog otpada su:³

- bolnice i druge zdravstvene ustanove,
- laboratoriji i istraživački centri,
- mrtvačnice i centri za obdukciju,
- laboratoriji za istraživanje i testiranje na životinjama,
- banke krvi,
- domovi za starije.

Medicinski otpad vezan uz pandemiju COVID-19

Medicinski otpad povezan s pandemijom COVID-19 uključuje dijelove osobne zaštitne opreme (OZO), komplete za testiranje COVID-19, cjepiva te plastičnu ambalažu i spremnike (tablica 1). Nužni OZO obuhvaća maske, rukavice, jednokratne štitnike za lice, medicinske ogrtače i zaštitne pregače. Proizvodi kao što su navlake za kosu i cipele, kombinezoni, kirurške kape te neke vrste kirurških rukavica i onih za preglede smatraju se dijelovima OZO-a koji nisu nužni.⁴

Tablica 1 – Glavne vrste medicinskog otpada povezanog s pandemijom COVID-19⁴

Dio	Vrsta otpada	Zahtijeva sigurno rukovanje i obradu
Maska	Infektivni	Da
Rukavice	Infektivni	Da
Ogrtači	Infektivni	Da
Brzi antigenski test na COVID-19	Neopasni	Većina dijelova može se reciklirati; vrlo mali dio reagensa može zahtijevati sigurno rukovanje i odlaganje ako se radi o velikom broju testova
PCR test	Kemijski	Da (sadrži guanidin tiocijanat)
Bočica s cjepivom	Neopasni	Ne
Igla za cijepljenje	Oštri	Da (ambalaža se može reciklirati)
Plastična ambalaža i spremnici	Neopasni	Ne

* Dr. sc. Andreja Barišin, e-pošta: andrea.barisin@hzjz.hr

** Mr. sc. Maja Rujnić Havstad, e-pošta: maja.rujnic@fsb.unizg.hr

Razni plastični materijali upotrebljavaju se za izradu dijelova OZO-a. Respiratorna maska N95 je polipropilenska (PP), kao i većina troslojnih kirurških maski i navlaka za cipele i kosu. Glavne komponente štitnika za lice su poli(etilen-tereftalat) (PET), polikarbonat (PC) i poli(vinil-klorid) (PVC). Naočale su izrađene od PC-a ili PVC-a, a zaštitni ogrtač je od polipropilena, poliestera ili polietilena. Kombinezoni (bijeli i plavi kompleti) sastoje se uglavnom od polietilena visoke gustoće (PE-HD). Glavna komponenta rukavica od lateksa je prirodni kaučuk, vinilne rukavice su od PVC-a, a nitrilne od nitrilnog kaučuka.⁵⁻⁸

Slika 1 prikazuje većinom plastični otpad vezan uz pandemiju COVID-19.⁵



Slika 1 – Vrste otpada nastalog tijekom pandemije COVID-19⁵

Izvršitelj Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) pod nazivom *Globalna analiza zdravstvenog otpada u kontekstu COVID-19*⁴ iz 2022. iznosi da je između ožujka 2020. i studenoga 2021. godine naručeno i distribuirano oko 87 000 tona osobne zaštitne opreme, koja je završila kao otpad. Radi se o milijardi i pol jedinica. Istodobno je zatraženo i otpremljeno samo 5 milijuna vreća koje mogu podnijeti 61 000 tona otpada. To znači da je nastalo 26 000 tona otpada koji nije sigurno pohranjen. Prema istraživanju skupine za zaštitu okoliša *OceansAsia*, u oceanima je samo tijekom 2020. završilo 1,5 milijardi zaštitnih maski.⁹

Međutim, to je samo mali dio opreme koju je distribuirala Svjetska zdravstvena organizacija. Brojke su najvjerojatnije znatno veće, iako je vrlo teško procijeniti o kojim se količinama radi. SZO je procijenio da je svakog mjeseca potrebno gotovo 89 milijuna maski za lice, 76 milijuna rukavica, 30 milijuna ogrtača, kao i 1,6 milijuna zaštitnih naočala za zdravstvene radnike na prvoj liniji tijekom pandemije.¹⁰ No zbog općih zdravstvenih smjernica i težnje za osobnom zaštitom, uporaba osobne zaštitne opreme brzo se proširila među svjetskom populacijom. Prema procjenama *Statista Consumer Market Insights*, globalna prodaja maski, uključujući kirurške, respiratorne i platnene maske, porasla je s 12,5 milijardi u 2019., kad je njihova uporaba bila uglavnom ograničena na medicinsko osoblje, na 378,9 milijardi u 2020. To je povećanje od 30 puta, što je jednako gotovo 50 maski po osobi diljem svijeta.¹¹

Osim osobne zaštitne opreme, u svijet je otpremljeno više od 140 milijuna kompleta za testiranje COVID-19, s potencijalom stvaranja 2600 tona općeg otpada (uglavnom plastičnog) i 731 000 litara kemijskog otpada. Ne treba zaboraviti ni na cjevica, kojih je do prosinca 2021. u svijetu primijenjeno gotovo 8 milijardi. Cjevica uključuju šprice i igle i moraju se odložiti u sigurnosne kutije – njih gotovo 79 milijuna. Te aktivnosti cijepljenja generirale su više od 144 000 tona dodatnog otpada, uključujući 88 000 tona staklenih bočica, 48 000 tona šprica i igala i 8000 tona sigurnosnih kutija.⁴

A taj otpad i dalje raste. Prema podatcima znanstvene internetske publikacije *Our World in Data*,¹² do 1. ožujka 2024. broj primijenjenih cjevica narastao je na 13,57 milijardi. Treba naglasiti da su plastične šprice uvedene kao zamjena za one od metala, koje se moralo sterilizirati pri povišenim temperaturama.

U Republici Hrvatskoj 2020. godine nastalo je 7014 tona medicinskog otpada, od čega 74 % opasnog, a 26 % neopasnog medicinskog otpada. U odnosu na količinu otpada nastalog do 2019. godine to je povećanje od 28 %, što se može pripisati povećanoj potrošnji medicinskih proizvoda zbog pandemije COVID-19. Količina opasnog medicinskog otpada porasla je za 18 %, a količina neopasnog medicinskog otpada za 67 %. U prethodnom petogodišnjem razdoblju količina medicinskog otpada rasla je prosječno 8 %/god.¹³

Gospodarenje medicinskim otpadom

Globalno tržište medicinskog otpada u 2023. procijenjeno je na 9,2 milijarde USD prihoda, a uz predviđeni godišnji rast od 5,9 % do 2028. narast će na 12,2 milijarde USD. Očekuje se da će ulaganja dijagnostičkih laboratorija i istraživačkih centara, proširenje jedinica i usmjerenost na gospodarenje medicinskim otpadom potaknuti tržište gospodarenja medicinskim otpadom. Osim toga očekuje se i povećanje potražnje za postupcima poput spaljivanja u nadolazećim godinama, što će potaknuti rast tog tržišta.¹⁴

Nažalost, gospodarenje medicinskim otpadom u mnogim je zemljama neadekvatno, neorganizirano ili uopće ne postoji, osim ostalog i zbog nepostojanja ikakvog sustava gospodarenja otpadom. Prije vremena zdravstvene ugroze COVID-19 oko 2 milijarde ljudi diljem svijeta nije imalo pristup prikupljanju otpada, a njih 3 milijarde nije imalo kontrolirano odlaganje otpada.¹⁵ Velik problem je što, globalno, tri od deset medicinskih ustanova nema uspostavljen sustav odvajanja otpada, a u najmanje razvijenim zemljama tek jedna od tri ustanove ima neki osnovni sustav gospodarenja medicinskim otpadom.⁴

Prikupljanje otpada postalo je još važnije tijekom pandemijskog zdravstvenog izazova. Međutim, mnogim operaterima u gospodarenju otpadom ili lokalnim vlastima nedostajalo je iskustvo, tehničko znanje i financijska sredstva da bi omogućili sigurnost svojim radnicima. Nadalje, nebrojeni "neformalni radnici" namiruju životne potrebe sakupljajući i prodajući materijale za recikliranje iz takvoga otpada. Zbog velikih količina medicinskog otpada i nepostojanja objekata za sigurnu obradu i zbrinjavanje medicinskog otpada, u nerazvijenim zemljama često se takav otpad spaljuje ili odlaže na otvorenom, a to može dovesti do velikog zdravstvenog rizika.¹⁵

Mogućnosti obrade medicinskog otpada

Prema UNEP-ovom Kompendiju postupaka za obradu/uništavanje medicinskog otpada,¹⁶ četiri su moguća postupka obrade medicinskog otpada: toplinski, kemijski, radijacijski i biološki. Peti postupak, mehanički, dopuna je navedenim postupcima.

Niskotemperaturni toplinski procesi rabe toplinsku energiju pri temperaturama dovoljno visokima da unište mikroorganizme,

ali nedostatnim da izazovu izgaranje ili pirolizu otpada. Rade pri temperaturama između 100 i 180 °C, a odvijaju se najčešće uz uporabu vodene pare za dezinfekciju otpada. Postupci koji rabe vodenu paru su autoklavi konstruirani posebno za obradu otpada, hibridni sustavi autoklava i sustavi kontinuirane obrade parom.

Postupak koji je u osnovi vlažni niskotemperaturni proces je obrada mikrovalovima. U mikrovalnim sustavima dezinfekcija se odvija djelovanjem vlažne topline (vruća voda i para koju stvara mikrovalna energija). Mikrovalne jedinice rade na frekvenciji od 2450 MHz.

Postupci obrade medicinskog otpada temeljeni na pari kao što su autoklavi koji nemaju fazu smanjenja veličine otpada nakon obrade i mikrovalni postupci koji ne uključuju usitnjavanje postižu minimalno smanjenje volumena. U osnovi, samo se uklanja zrak, a određene vrste plastičnih materijala se rastale. Hibridni autoklavi, kontinuirani sustavi za obradu parom i mikrovalne jedinice koje uključuju unutarnje usitnjavanje ili miješanje mogu postići smanjenje volumena otpada od 60 do 80 %, ovisno o vrsti sustava usitnjavanja. Postupci temeljeni na pari koje uključuju ciklus sušenja također mogu smanjiti masu otpada za 15 do 20 %.

Visokotemperaturni toplinski procesi najčešće se odvijaju pri temperaturama iznad 850 °C, a kemijski i fizikalno mijenjaju otpad. Radi se o postupcima spaljivanja, pirolize i rasplinjavanja. Spaljivanje je proces izgaranja pri visokoj temperaturi koji reducira organski i zapaljivi otpad u anorganske, nezapaljive čvrste ostatke i plinovite nusproizvode izgaranja. Piroliza je toplinska degradacija materijala primjenom topline u nedostatku kisika. Rasplinjavanje uključuje dodavanje malih, kontroliranih količina kisika ili pare. Dobro projektirane i upravljane spalionice mogu smanjiti volumen za 80 – 90 % i masu za oko 75 %.

Procesi kemijske obrade rabe kemijske dezinficijense za uništavanje patogena u otpadu. Učinkovitost deaktivacije mikroba ovisi o vrsti kemijskog dezinficijensa, njegovoj koncentraciji, sposobnosti izlaganja svih površina i vremenu kontakta, ali na nju također mogu utjecati, među ostalim, temperatura, pH, tvrdoća vode i količina organskog dijela u otpadu. Najčešći su sustavi kemijske obrade na bazi klora koji rabe ili otopljeni klorov dioksid ili natrijev hipoklorit (izbjeljivalo).

Infektivni otpad može se tretirati i postupcima zračenja, primjerice zračenjem elektronskim snopom, umjetno proizvedenim radioaktivnim izotopom kobalta, kobaltom-60 i UV-C zračenjem. Biološki procesi odnose se na prirodnu razgradnju organske tvari, npr. uz pomoć enzima za ubrzanje uništavanja organskog otpada koji sadrži patogene.

Mehanički postupci obuhvaćaju usitnjavanje, mljevenje, miješanje i sabijanje. Primjenjuju se kao dopuna već spomenutim postupcima u svrhu poboljšanja brzine prijenosa topline, prodiranja pare ili kontakta s kemijskim dezinficijensom. Mehanički procesi također se rabe za smanjenje volumena obrađenog otpada, da se obrađeni otpad učini neprepoznatljivim ili da se uklone fizičke opasnosti u slučaju otpada od oštih predmeta.

Najpopularniji komercijalno dostupni postupci postupanja s medicinskim otpadom su spaljivanje, odlaganje, obrada mikrovalovima, kemijska dezinfekcija i autoklaviranje.¹⁶

Odabir najprikladnijeg sustava obrade medicinskog otpada trebao bi uključivati razmatranje raznih čimbenika. Neki od njih su:^{17,18}

- relevantni međunarodni i lokalni propisi o zaštiti okoliša,
- karakteristike i količina nastalog otpada,
- dostupan prostor i sigurnost postupka obrade,
- dostupnost prikupljanja i sigurnog zbrinjavanja obrađenog otpada,

- proračun kapitalnih troškova, troškova rada i održavanja,
- proračun potrebnog kapaciteta obrade,
- dokazanost sustava obrade u stvarnom operativnom okruženju.

Osobna zaštitna oprema iz kućanstava (uglavnom maske) najčešće završava u komunalnom otpadu, a nažalost vrlo često i u okolišu. Beč, grad od 1,9 milijuna stanovnika koji se prostire na 415 km² i ima nešto manje od milijun kućanstava, primjer je uspješnog gospodarenja komunalnim otpadom. Dakako, Beč ima cjelovit sustav gospodarenja otpadom, koji uključuje sakupljanje, obradu i odlaganje preostatka. U gradu je postavljeno 230 000 spremnika za mješoviti otpad i 220 000 spremnika za odvojeno sakupljanje otpada. Uz to je stanovnicima dostupno 16 centara za odvojeno prikupljanje otpada. Mješoviti otpad se obrađuje u četiri energane za otpad, pa nije bilo problema s otpadom uzrokovanim pandemijom COVID-19, jer se on spaljuje pri temperaturama višima od 800 °C koja uništava patogene. U kompostani se obrađuje vrtni i zeleni otpad, a na odlagalište odlazi samo otpad iz energane.¹⁹

Preporuke za smanjenje medicinskog otpada

Neki dijelovi osobne zaštitne opreme pretjerano se upotrebljavaju. Rukavice su osobna zaštitna oprema koja se često pretjerano upotrebljava ili zlorabi. Rukavice, u smislu količine, čine najveći udio otpada OZO-a od svih proizvoda koji se nabavljaju. Razumijevanje kad se koristiti rukavicama u svrhu smanjenja rizika od izlaganja tjelesnim tekućinama (uz higijenu ruku) ključna je komponenta standardnih mjera prevencije i kontrole infekcija radi sigurnosti pacijenata i njegovatelja. Prekomjerna uporaba rukavica bila je dugogodišnji problem i prije COVID-19, što je rezultiralo nepotrebnim financijskim troškovima i štetnim utjecajima na okoliš.⁴

Svjetska zdravstvena organizacija stoga predlaže nekoliko rješenja s ciljem smanjenja medicinskog otpada:⁴

- smanjenje količine nepotrebnog OZO-a sigurnom i racionalnom uporabom, uključujući primjenu drugih mjera prevencije infekcija poput higijene ruku;
- uporaba manjih količina i održivije ambalaže;
- razvoj i uporaba sigurnog višekratnog OZO-a koji se lako dezinficira (rukavice, pregače i maske);
- uporaba osobne zaštitne opreme izrađene s većim udjelom materijala na biosnovi ili materijala koji se mogu reciklirati;
- ulaganje u sustave recikliranja općeg medicinskog otpada;
- implementaciju obrnute logistike i centralizirane obrade otpada primjenom tehnologija bez spaljivanja;
- ulaganje u lokalnu i regionalnu proizvodnju OZO-a.

Svaka uporaba višekratnih proizvoda doprinosi smanjenju količina otpada. Prema analizi Tehničkog sveučilišta MIT,²⁰ da je svaki zdravstveni radnik u Sjedinjenim Američkim Državama rabio novu respiratornu masku N95 za svakog pacijenta s kojim se susreo tijekom prvih šest mjeseci pandemije, ukupan broj potrebnih maski bio bi oko 7,4 milijarde, uz troškove od 6,4 milijarde USD. To bi dovelo do 84 tisuća tona otpada. To se nije dogodilo, jer su zdravstveni radnici zbog nestašice maski u prvih mjesecima pandemije često jednu masku nosili cijeli dan, a uvođenjem postupka dekontaminacije i nekoliko dana.

Bilo koja od strategija primjena maski za višekratnu upotrebu dovela bi do bitnog sniženja troškova i stvorenog otpada. Primjerice, dekontaminacija vodikovim peroksidom ili ultraljubičastim svjetlom. Ti bi se brojevi potencijalno mogli još više smanjiti uporabom višekratne silikonske maske N95, osobito ako su i filtri za višekratnu upotrebu. Istraživači su procijenili da bi u šest mjeseci ta vrsta maske mogla smanjiti troškove na 831 milijun USD i ot-

pad na 1,6 tisuća tona, a to je 50 puta manje stvorenog otpada samo od maski i tijekom samo šest mjeseci.

Zaključak

Tijekom pandemije COVID-19 stvorene su ogromne količine medicinskog otpada, posebno od dijelova osobne zaštitne opreme, koja je većinom plastična. Nažalost, vrlo često su završili u okolišu, bilo na kopnu, bilo u morima i oceanima, gdje se ne bi

trebali nalaziti, kao ni plastična ambalaža. Posebno su problematične zaštitne maske, koje su se proizvodile i trošile u ogromnim količinama. Medicinski otpad ugrožava javno zdravstvenu sigurnost i okoliš, pa je ključno ulaganje u poboljšanje sustava gospodarenja takvim otpadom. To uključuje racionalnu upotrebu osobne zaštitne opreme i smanjenje nepotrebnih količina, kao i razvoj te poticanje uporabe sigurne višekratne opreme za osobnu zaštitu koja se lako dezinficira. Ne treba posebno napominjati da će i takva oprema, koja nije jednokratna, već višekratna, biti načinjena od, mnogima tako mrske, ali i nužne, plastike.

Literatura

1. Zakon o gospodarenju otpadom, Hrvatski sabor, NN 84/2021, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_84_1554.html.
2. Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, NN 50/2015, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_50_989.html.
3. Health-care waste, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste> (pristupljeno 28. 2. 2024.).
4. Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations, World Health Organization, 2022., <https://www.who.int/publications/i/item/9789240039612> (pristupljeno 25. 1. 2024.).
5. K. Al-Omran, E. Khan, N. Ali, M. Bilal, Estimation of COVID-19 generated medical waste in the Kingdom of Bahrain, *Sci. Total Environ.* **801** (2021) 149642, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149642>.
6. G. E. De-la-Torre, T. A. Aragaw, What we need to know about PPE associated with the COVID-19 pandemic in the marine environment, *Mar Pollut Bull.* **163** (2021) 111879, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111879>.
7. A. L. V. Cubas, E. H. S. Moecke, A. P. Provin, A. R. A. Dutra, M. M. Machado, I. C. Gouveia, The Impacts of Plastic Waste from Personal Protective Equipment Used during the COVID-19 Pandemic, *Polymers (Basel)* **15** (2023) 3151, doi: <https://doi.org/10.3390/polym15153151>.
8. P. Bubaš, D. Hećimović, F. Mikuličić, I. Terzić, M. Miloloža, Utjecaj COVID-19 obrazaca ponašanja na ekosustave, *Kem. Ind.* **73** (1-2) (2024) 65–74, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2023.022>.
9. COVID-19 Facemasks & Marine Plastic Pollution, <https://oceansasia.org/covid-19-facemasks/> (pristupljeno 20. 2. 2024.).
10. Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide, <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide> (pristupljeno 24. 2. 2024.).
11. F. Richter, Global Mask Sales Surged 30-Fold During the Pandemic, <https://www.statista.com/chart/29100/global-face-mask-sales/> (pristupljeno 8. 3. 2024.).
12. Coronavirus (COVID-19) Vaccinations, <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations> (pristupljeno 15. 2. 2024.).
13. V. Bulat, Pregled podataka o gospodarenju medicinskim otpadom za 2020. godinu, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb, 2021., https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/lzvjesca/ostalo/OTP_Pregled_medicinski2020_FINAL%20web%20verzija_0102.pdf.
14. Medical waste management market, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/medical-waste-management-market-1256.html> (pristupljeno 1. 3. 2024.).
15. How to continue waste management services during the COVID-19 pandemic, UN Habitat Webinar, 16 April 2020, <https://nuacampus.org/lcu/how-to-continue-waste-management-services-during-the-covid-19-pandemic/> (pristupljeno 8. 3. 2024.).
16. J. Emmanuel, Compendium of Technologies for Treatment / Destruction of Healthcare Waste, United Nations Environment Programme, 2012., <https://www.unep.org/ietc/resources/report/compendium-technologies-treatment-destruction-healthcare-waste> (pristupljeno 3. 3. 2024.).
17. H. G. Mazzei, S. Specchia, Latest insights on technologies for the treatment of solid medical waste: A review, *J. Environ. Chem. Eng.* **11** (2) (2023) 109309, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109309>.
18. M. Diykema-Boyd, Choosing the right medical waste treatment technology, <https://pfsdm.org/medical-waste-treatment-technology/> (pristupljeno 8. 3. 2024.).
19. N. Herrmann, The Vienna Model of Municipal Waste Management & Special Measurements due to COVID-19, webinar "Waste management during the COVID-19 pandemic – Adapting the systems", 23 April 2020, <https://drive.google.com/file/d/1M-K1NjV24lkFGG9wKA4mJVveZGmlk2kj/view> (pristupljeno 8. 3. 2024.).
20. The environmental toll of disposable masks, MIT News, <https://news.mit.edu/2021/covid-masks-environment-0720> (pristupljeno 20. 2. 2024.).