

RAVNANJE Z ODPADKI IZ ZDRAVSTVA V ČASU PANDEMIJE COVID-19: SISTEMATIČNI PREGLED LITERATURE

URŠKA ROZMAN, ANJA VÖRÖŠ GAAL, SERGEJ KMETEC IN
SONJA ŠOSTAR TURK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Maribor, Slovenija.

E-pošta: urska.rozman@um.si, anja.voeroes@student.um.si, sergej.kmetec1@um.si,
sonja.sostar@um.si

Povzetek Pandemija covid-19 je prinesla drastične spremembe v proizvodnji in potrošnji odpadkov iz zdravstva, pri čemer je posebno pozornost potrebno posvetiti infektivnim odpadkom, prav tako pa se je povečala uporaba materialov za enkratno uporabo. Namen raziskave je bil ugotoviti, kako poteka ravnanje z odpadki iz zdravstva v času pandemije covid-19. V podatkovnih bazah Cinahl, Medline in PubMed smo izvedli sistematični pregled literature po smernicah PRISMA. V končni pregled in analizo literature je bilo vključenih 20 raziskav. V različnih državah sveta so bili izdelani in sprejeti novi najboljši pristopi, modeli in orodja, za upravljanje z odpadki iz zdravstva med pandemijo covid-19. Kot najboljša metoda za ravnanje z odpadki iz zdravstva se je izkazalo sežiganje. Izboljšala se je ozaveščenost prebivalcev o potencialni nevarnosti zdravstvenih odpadkov, kar je pripeljalo do bolj striktnega upoštevanja že obstoječe zakonodaje. Smernice za ravnanje z bolnišničnimi odpadki pa je pripravila tudi Svetovna zdravstvena organizacija.

Ključne besede:

odpadki iz
zdravstva,
ravljanje z
odpadki iz
zdravstva,
pandemija
Covid-19.

HEALTH WASTE MANAGEMENT DURING THE COVID-19 PANDEMIC: A SYSTEMATIC REVIEW

URŠKA ROZMAN, ANJA VÖRÖŠ GAAL, SERGEJ KMETEC &
SONJA ŠOSTAR TURK

University of Maribor, Faculty of Health Sciences, Maribor, Slovenija.
E-mail: urska.rozman@um.si, anja.voeroes@student.um.si, sergej.kmetec1@um.si,
sonja.sostar@um.si

Abstract The covid-19 pandemic has brought drastic changes in the production and consumption of health care waste, with special attention being paid to infectious waste, and the fact that the use of disposable materials has increased. The purpose of the study was to determine how healthcare waste is handled during the covid-19 pandemic. A systematic literature review was performed in the Cinahl, Medline and PubMed databases, according to the PRISMA guidelines. 20 studies were included in the final review and analysis of the literature. New best approaches, models and tools for healthcare waste management during the covid-19 pandemic have been developed and adopted in various countries around the world. Incineration has proven to be the best method for healthcare waste management. Awareness of the population about the potential danger of health waste has improved, which has led to stricter compliance with existing legislation. Guidelines for hospital waste management have also been prepared by the World Health Organization.

Keywords:

health
waste,
healthcare
waste
management,
the Covid-19
pandemic.

1 Uvod

Odpadki iz zdravstva predstavljajo enega izmed najbolj nevarnih odpadkov, saj so sestavljeni iz različnih skupin odpadkov, kot so ostri predmeti, deli teles in organov, vrečke s krvjo, kemikalije, citotoksična in citostatična zdravila, ter amalgamskih odpadkov (Rodriguez-Morales, 2013; Ministrstvo za okolje in prostor, 2008). Večino teh odpadkov proizvedejo bolnišnice in ostale zdravstvene ustanove v postopkih zdravljenja in obravnave pacientov (Pepin et al., 2014), pri čemer mora povzročitelj zagotoviti, da se odpadki ne prepuščajo kot mešani komunalni odpadki, ampak se na kraju njihovega nastanka odlagajo v posode ali vreče, ki so namenjene njihovem skladiščenju in je na njih vidna oznaka vrste odpadka (Ministrstvo za okolje in prostor, 2008). Odpadna embalaža se mora zbirati ločeno od odpadkov iz zdravstva, prav tako odpadkov ni dovoljeno mešati z drugimi odpadki. Zbiralcu se oddajajo v ustreznih posodah ali vrečah, označenih s podatki o kraju in času nastanka, vrsti odpadka iz zdravstva po številkah iz klasifikacijskega seznama ter količini odpadkov. Shranjujejo se tako, da ne onesnažujejo okolja ali ogrožajo zdravja ljudi. Povzročitelj odpadkov mora imeti načrt gospodarjenja z odpadki iz zdravstva v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z njimi. V načrtu morajo biti opisane vse vrste odpadkov iz zdravstva, ki nastajajo na območju opravljanja zdravstvene dejavnosti in tudi drugi odpadki, ki nastajajo v tej ustanovi (Ministrstvo za okolje in prostor, 2008).

V Decembru 2019 se je v kitajskem mestu Wuhan pojavil izbruh akutne respiratorne koronavirusne bolezni (Covid-19), ki jo povzročča virus SARS-CoV-2 (Mol and Caldas, 2020; WHO, 2019). Viru se je zelo hitro razširil po svetu, kar je vplivalo na povečanje število pacientov v zdravstvenih ustanovah, hkrati pa tudi na povečanje odpadkov iz zdravstva (Haji et al., 2020; Wei and Manyu, 2020; WHO, 2020). Pacient, ki je okužen s Covid-19 ustvari povprečno 3,4kg zdravstvenih odpadkov na dan (Asian Development Bank, 2020). Medicinski odpadki, ki nastanejo ob ravnanju s pacienti z Covid-19 so uvrščeni med nevarne odpadke. Stopnje predelave vključujejo sortiranje, odlaganje v posode, transport, začasno skladiščenje, evidentiranje, obdelavo, dezinfekcijo in sežiganje (Nindrea, R. D., et al., 2021). V skladu s smernicami Cenetrts for Disease Control and Prevention v Ameriki se zdravstveni odpadki od bolnikov okuženih s Covid-19 obravnavajo enako, kot odpadki od ostalih bolnikov (Commendatore, 2020).

Ustrezno ravnanje z odpadki je bistvena storitev za družbo, pri čemer je ločeno zbiranje in recikliranje odpadkov ključnega pomena za zdravje, varnost, okolje in gospodarstvo (European Commission, 2020). Države morajo zgotoviti ustrezno načrtovanje zmogljivosti za obdelavo in po potrebi skladiščenje odpadkov iz zdravstva. V primeru težav pri skladiščenju, morajo zagotoviti začasno varno skladiščenje odpadkov (European Commission, 2020). Celoten sistem ravnanja z odpadki, mora upoštevati zmanjšanje socialno-ekonomskih in okoljskih vplivov. Zakon o nalezljivih boleznih pravi, da mora biti ravnanje z odpadki izvršeno na takšen način, ki ne ogroža zdravja ljudi ter ne povzroča čezmerne obremenitve okolja (Ministrstvo za zdravje, 1995).

Namen raziskave je bil raziskati ravnanje z zdravstvenimi odpadki v času pandemije Covid-19. Cilj raziskave je bil ugotoviti, kako se ravna z zdravstvenimi odpadki v času pandemije Covid-19 in ugotoviti kateri je najučinkovitejši način ravnanja z odpadki iz zdravstva, da bi preprečili širjenje Covid-19.

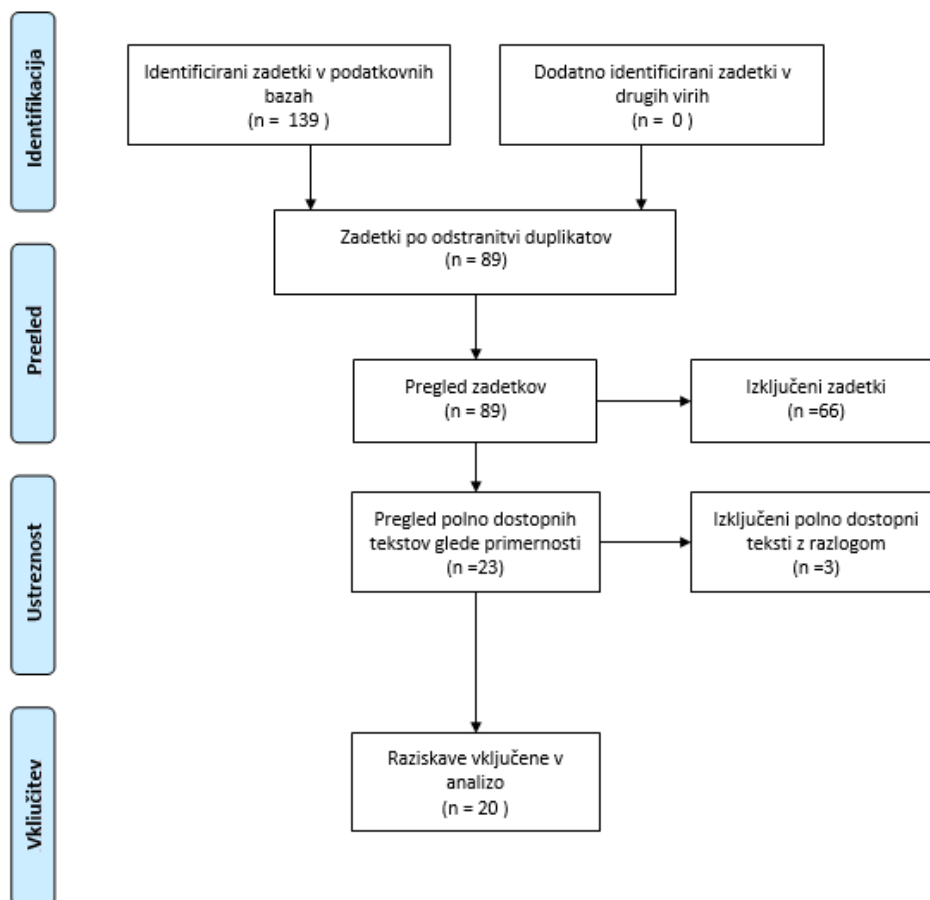
2 Metode

2.1 Viri podatkov in iskalna strategija

Izvedli smo sistematični pregled znanstvene literature po smernicah PRISMA (Moher, et al., 2009) z analizo in sintezo. Uporabili smo iskalni niz v angleščini: ("waste management") AND (COVID OR pandemic OR "corona virus") AND (healthcare) v bazah podatkov Cinahl, Medline in PubMed. V pregledu smo uporabili naslednje limite: raziskovalni članki objavljeni v angleškem jeziku med leti 2019 in 2021.

2.2 Izbor raziskav

Z iskalno strategijo smo v vseh treh bazah našli 139 virov. Dodatno identificiranih zadetkov v drugih virih ni bilo. Po odstranitvi duplikatov je ostalo 89 zadetkov, ki smo jih vključili v pregled. Po pregledu naslova in povzetka smo izključili 66 virov, po pregledu polno dostopnega besedila pa smo izključili še 3 vire. Razlogi za izključitev 69 raziskav so bili: neustrezna tematika ter plačljive objave, do katerih nismo imeli dostopa. V pregled polno dostopnih tekstov glede primernosti je bilo vključenih 20 virov (Slika 1)



Slika 1: Diagram izbora virov po priporočilih PRISMA

2.3 Analiza podatkov

Značilnosti relevantnih virov smo predstavili v diskusiji, kjer smo opisali ugotovitve iz pregleda in analize relevantne literature. Poudarjene so bile glavne ugotovitve iz identificiranih virov. Podatki so vključevali: informacije glede količin nastalih odpadkov iz zdravstva, rezultate izvedenih anket, postopke obdelav odpadkov iz zdravstva ter nove razvite modele in orodja za učinkovito ravnanje z odpadki iz zdravstva.

3 Rezultati in diskusija

Identificiranih je bilo 20 raziskav izmed katerih je bila v 4 člankih uporabljena metoda anketiranja, 9 člankov so predstavljali pregledni / sistematični pregledni članki, v ostalih 7 člankih pa je bila uporabljena kvantitativna raziskovalna metoda.

Pandemija Covid-19 povzročila velik izziv za bolnišnice, ki so morale skrbeti za bolnike okužene z virusom Covid-19. Zaradi soočanja s problemom kontaminacije in nastajanja odpadkov, so morale bolnišnice sprejeti nove protokole za ravnanje z odpadki in njihovo obdelavo. Prav tako je bilo potrebno v le nekaj mesecih spremeniti delovne izmene in usposobiti ekipe za nove postopke. V Wuhanu se je količina zdravstvenih odpadkov povečala za šestkrat (Öztürk, I., 2021). V Braziliji je nastajanje odpadkov poskočilo s približno 0,2 % v preteklih letih na skoraj 5 % v letu 2020 (Martins, M. A., et al., 2021). V Libanonu je količina zdravstvenih odpadkov povezanih s COVID-19 predstavljala med 5-20 % vse infektivnih odpadkov. Z odpadki, ki so nastali zaradi primerov, povezanih s COVID-19, se je ravnavalo v skladu z veljavnimi predpisi, ki se nanašajo na kužne odpadke iz zdravstva (Maalouf, A. & Maalouf, H., 2021). V Tajvanu so med leti 2016 in 2019 infektivni odpadki predstavljali približno 89 % prijavljenih količin, z letnim porastom za 4,14 %. Zaradi izbruha Covid-19 pa se je količina odpadkov iz zdravstva od leta 2019 do 2020 povečala za 4,6% (Tsai, W.-T. 2021). SARS-CoV-2 RNA pa so odkrili v vzorcih odplak in odpadne vode Nepala, Indije, Pakistana in Bangladeša (Islam, A., et al., 2021). V Iranu so bili programi ločevanja odpadkov, recikliranja in kompostiranja zaradi pandemije COVID-19 ukinjeni, vsi zbrani komunalni odpadki se odlagajo, zato se je odlaganje komunalnih odpadkov dramatično povečalo za 3,6-krat. Ponovno bo potrebno zagotoviti ustrezne protokole za ravnanje z komunalnimi odpadki za ponovni zagon programov varnega ločevanja, recikliranja in kompostiranja, da se zmanjša pritisk na zemljišče za odlaganje, hkrati pa se izvaja varno ravnanje z odpadki, ki zmanjša možnost širjenja virusa (Zand et al., 2020). Tudi v Indiji je kljub veljavnim predpisom za ločevanje zdravstvenih odpadkov, mešanje s trdnimi komunalnimi odpadki in drugimi plastičnimi odpadki velik izziv v času pandemije (Goswami et al., 2021).

Osebjem, ki je vključeno v sistem ravnanja z odpadki iz zdravstva, mora biti dobro seznanjeno s postopki ravnanja (Thakur, 2021). Rezultati ankete v Savdski Arabiji so pokazali, da je bilo približno 92,5 % anketirancev seznanjenih s protokoli za obvladovanje okužb, 90,3 % s postopkom ravnanja z odpadki COVID-19, 91,7 % pa z razpoložljivostjo vseh pripomočkov za obvladovanje okužb. Spol, izobrazba in delovne izkušnje so pomembno vplivali na ozaveščenost zdravstvenih delavcev o postopkih ravnanja z odpadki v njihovi ustanovi in na njihovo znanje o razpoložljivosti virov za obvladovanje okužb (Aleanizy et al., 2021). V drugi študiji so ugotovili, da je 41 % anketirancev imelo izvrstno znanje, 34 % dobro znanje in 25 % pomanjkljivo znanje glede ravnanja z biomedicinskimi odpadki, pri čemer so zdravniki in medicinske sestre dosegali boljše rezultate kot ostali zdravstveni delavci. Le 2,3 % se niso strinjali, da je ločevanje bolnišničnih odpadkov v različne kategorije zamudno medtem ko je 24,6 % anketirancev menilo, da je upravljanje biomedicinskih odpadkov dodatno obremenilo njihovo delo. (Jalal et al., 2021). V Bangladešu je le 18,65% anketirancev splošne populacije vedelo, da se uporabljene osebna zaščitna oprema sežiga (Islam et al., 2020).

Večina odpadkov iz zdravstva je obdelanih v certificiranih visokotemperaturnih sežigalnicah v skladu z uradnimi predpisi (Tsai, W.T. 2021). Možno je tudi avtoklaviranje. Ostanke iz sežigalnice ali avtoklava je potrebno trdno zapakirati in poslati na pooblaščen odlagalnišče. Na podeželskih območjih Indonezije, kjer nimajo teh orodij morajo odpadke razkužiti s 0,5% razkužilom na osnovi klora (Nindrea, R.D., et al., 2021). Z vidika obdelave se poleg sežiga, ki se pogosto obravnava kot tehnologija sežiganja pri visoki temperaturi, kot izvedljive možnosti za ravnanje z biomedicinskimi odpadki lahko obravnavajo tudi druge tehnologije, kot so: avtoklaviranje, plinska sterilizacija, kemična dezinfekcija, mikrovalovna obdelava, obsevanje in termična aktivacija. V zadnjem času se za karbonizacijo medicinskih odpadkov uporablja tudi nova tehnologija, ki uporablja tehniko avtoklaviranja pri visokem tlaku in temperaturi, imenovana hidrotermalna karbonizacija (Sharma, H. B., et al., 2020). Na voljo morajo biti ustrezni objekti za začasno skladiščenje odpadkov, če se pojavijo težave v zvezi s sežiganjem ali zmogljivostjo odstranjevanja. Odpadke je treba hraniti v zaprtih posodah v zaščitnih prostorih, v katere lahko vstopa le pooblaščen osebje. Razkužilo je treba uporabiti na zunanjih in notranjih površinah, da se prepreči morebiten prenos virusa. Vsi delavci, ki delajo na tem območju, morajo upoštevati varnostne ukrepe (Das, A. K., et al., 2021).

Ugotovitve razkrivajo, da so izkušnje, tehnologija odstranjevanja in infrastruktura zbiranja odpadkov najpomembnejši kriterij za izbiro podjetja, ki odstranjuje zdravstvene odpadke. Več-nivojski pristop, pomaga vodstvu bolnišnice pri izbiri ekonomsko, družbeno in okoljsko trajnostnega podjetja za odstranjevanje zdravstvenih odpadkov (Chauhan, A. & Singh, S. P., 2021). Metoda pirolize je pritegnila pozornost raziskovalcev, saj vključuje visoko stopnjo razgradnje odpadkov, enostaven postopek in podpira zeleno ravnanje z odpadki namesto sedanje prakse sežiganja. Piroliza je termokemični postopek, pri katerem se plastični odpadki pri visokih temperaturah v razkisanem ozračju spremenijo v nižje molekularne spojine. Medtem ko pri sežiganju plastike nastajajo predvsem ogljikov dioksid, voda in mikroplastika, ki se pojavlja v dnu pepela. Pri pirolizi se sprošča zelo malo onesnaževal (Harussani, M. M., et al., 2021).

Za čim bolj učinkovito ravnanje z odpadki iz zdravstva v času pandemije Covid-19 se priporočajo prilagoditve, sprejemanje ukrepov in strategij ter uveljavljanje obstoječe politike ravnanja z biomedicinskimi odpadki in sanitarne politike. Potrebno je izboljšanje ravnanja z odpadki, povezanih s COVID-19, in zakonodaje za preprečevanje nadaljnjega onesnaževanja okolja. Poleg tega bi morali državljani upoštevati ustrezne postopke odstranjevanja odpadkov COVID-19 za nadzor onesnaženosti okolja (Islam, A., et al., 2021). Razviti so bili različni modeli za ravnanje z zdravstvenimi odpadki, ki temeljijo na načelih zelenega upravljanja, ki poudarjajo večdisciplinarno usklajevanje in vključevanje virov različnih oddelkov med izrednim dogodkom na področju javnega zdravja (Liu, Z., et al., 2021). Ponekod se je optimiziralo ločevanje odpadkov na mestu nastanka (Gowda, N. R., et al., 2021), ali pa so bili vzpostavljeni modeli za zmanjševanje stroškov prevoza, skladiščenja in tveganje v povezavi s prevozom odpadkov (Aydemir-Karadag, A., 2021). Razvito je bilo tudi podporno orodje, ki je pomagal vodjam razumeti glavne točke, ki jih je treba obravnavati za izboljšanje sektorja. Z njim je bilo mogoče preveriti, ali je ravnanje v proučevanih ustanovah zadovoljivo (De Aguiar Hugo de Aguiar Hugo, A. & Lima, R. da S., 2021). Kljub negativnim posledicam koronavirusa na svetu, je pandemija pozitivno vplivala na okolje, saj je začasna blokada (»lock-down«) povzročila zmanjšano onesnaževanje okolja. Zmanjšanje obremenitve z odpadki in onesnaževanja okolja, bi bilo možno doseči z recikliranjem in ustreznim upravljanjem s strani komunalnih službe in bolnišnic (Öztürk, I., 2021).

4 Zaključek

Pandemija Covid-19 nam je prinesla veliko sprememb. Zaradi vedno večje proizvodnje in uporabe materialov za enkratno uporabo, se je količina odpadkov iz zdravstva drastično povečala, s čemer pa so se države sveta spopadala na zelo različne načine. Kot najpogosteje uporabljena metoda za odstranjevanja odpadkov se uporablja sežig, zaskrbljujoče pa je dejstvo, da so nekatere države ukinile programe ločevanja odpadkov iz zdravstva. Ker zdravstveni odpadki, okuženi z virusi, lahko okužijo delavce v tem sektorju in na ta način še dodatno prispevajo k širjenju virusa, je izobraževanje in ozaveščanje nujno potrebno. Prav tako je potrebno vzpodbujati raziskave s področja novih metod in tehnologij za ravnanje in odstranjevanje odpadkov iz zdravstva ter medsektorsko sodelovanje. Potrebi so učinkoviti varnostni ukrepi in delovne strategije, ki omogočijo pravilno ravnanje z odpadki iz zdravstva.

References

- ADB, 2020. Asian Development Bank. [Online] Available at: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/23/8976>[Accessed 30.11.2021].
- Aleanizy, F. S. & Alqahtani, F. Y., 2021. Awareness and knowledge of COVID-19 infection control precautions and waste management among healthcare workers: Saudi cross-sectional study. *Medicine*, 100(21), p. e26102.
- Aydemir-Karadag, A., 2021. Bi-Objective Adaptive Large Neighborhood Search Algorithm for the Healthcare Waste Periodic Location Inventory Routing Problem. *Arabian journal for science and engineering*, pp. 1–16
- Chauhan, A. & Singh, S. P., 2021. Selection of healthcare waste disposal firms using a multi-method approach. *Journal of environmental management*, 295, p. 113117.
- Commendatore, C., 2020. Waste 360. [Online] Available at: <https://www.waste360.com/medical-waste/coronavirus-impacts-hit-solid-waste-managers-generators>[Accessed 29.11.2021].
- Das, A. K., et al., 2021. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review. *Science of the Total Environment*, [Online] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220> [Accessed 27.11.2021].
- De Aguiar Hugo, A. & Lima, R. da S., 2021. Healthcare waste management assessment: Challenges for hospitals in COVID-19 pandemic times. *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 39(1_suppl), pp. 56–63.
- European Commission, 2020. Waste management in the context of the coronavirus crisis. [Online] Available at: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/waste_management_guidance_dg-env.pdf%0Ahttps://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/disinfection-environments-covid-19 [Accessed 5.11.2021].
- Goswami, M., et al., 2021. Challenges and actions to the environmental management of bio-medical waste during COVID-19 pandemic in India. *Heliyon*, 7(3), p. e06313.

- Gowda, N. R., et al., 2021. War on waste: Challenges and experiences in COVID-19 waste management. *Disaster medicine and public health preparedness*, pp. 1–13.
- Harussani, M. M., et al., 2021. Pyrolysis of polypropylene plastic waste into carbonaceous char: Priority of plastic waste management amidst COVID-19 pandemic. *The Science of the total environment*, 803, p. 149911.
- Haji, J. Y., Subramaniam, A., Kumar, P., Ramanathan, K., & Rajamani, A. (2020). State of personal protective equipment practice in indian intensive care units amidst COVID-19 pandemic: a nationwide survey. *Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 24(9), 809.
- Islam, A., et al., 2021. Escalating SARS-CoV-2 circulation in environment and tracking waste management in South Asia. *Environmental science and pollution research international*, pp. 1–18.
- Islam, S. M. D.-U., et al., 2020. Perception and attitudes toward ppe-related waste disposal amid covid-19 in Bangladesh: an exploratory study. *Frontiers in public health*, 8, p. 592345.
- Jalal, S. M., et al., 2021. Assessment of knowledge, practice and attitude about biomedical waste management among healthcare professionals during covid-19 crises in Al-Ahsa. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(6).
- Liu, Z., et al., 2021. Research on Optimization of Healthcare Waste Management System Based on Green Governance Principle in the COVID-19 Pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 18(10).
- Maalouf, A. & Maalouf, H., 2021. Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 39(1_suppl), pp. 45–55.
- Martins, M. A., et al., 2021. Generation of infectious waste during the COVID-19 pandemic: The case of a Brazilian hospital. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 39(10), pp. 1245–1255.
- Mol, M. P. G., & Caldas, S. (2020). Can the human coronavirus epidemic also spread through solid waste?. *Waste Management & Research*, 38(5), 485-486. Available at: <https://www.uradn-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1998-01-4330?sop=1998-01-4330> [Accessed 5.11.2021].
- Ministrstvo za okolje in prostor, 2008. *Pravno - informacijski sistem*. [Online] Available at: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4957> [Accessed 5.11.2021].
- Ministrstvo za zdravje, 1995. *Pravno - informacijski sistem*. [Online] Available at: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO433> [Accessed 17.11.2021].
- Moher, D. et al., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), p. e1000097.
- Nindrea, R. D., et al., 2021. The Challenges: Management of Infectious Medical Waste During the Pandemic COVID-19 in Health Care Facilities in Indonesia. *Asia-Pacific journal of public health*.
- Öztürk, İ., 2021. The COVID-19 Pandemic and Waste Management. *Duzce Medical Journal*, 23, pp. 27–29.
- Pepin, J., Abou Chakra, C. N., Pepin, E., Nault, V., & Valiquette, L. (2014). Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections, 2000–2010. *PloS one*, 9(6), e99677.
- Rodriguez-Morales, A. J. (Ed.). (2013). *Current topics in public health*. BoD–Books on Demand.
- Sharma, H. B., et al., 2020. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, conservation, and recycling*, 162, p. 105052.
- Siming, Y., Sonne, C. & Ok, Y. S., 2020. COVID-19's unsustainable waste management Mmisguided forest action in EU biodiversity strategy as a biodiversity strategy. *American Association for the Advancement of Science*, 368(6498), pp. 1438–1439.
- Singh, N., Tang, Y. & Ogunseitan A., O., 2020. ACS Publications. [Online] Available at: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c03022>[Accessed 29.11.2021].
- Thakur, V., 2021. Framework for PESTEL dimensions of sustainable healthcare waste management: Learnings from COVID-19 outbreak. *Journal of cleaner production*, 287, p. 125562.

- Tsai, W.-T., 2021. Analysis of medical waste management and impact analysis of COVID-19 on its generation in Taiwan. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 39(1_suppl), pp. 27–33.
- UN, 2020. United Nations. [Online] Available at: <https://samo.un.org/en/40100-managing-biomedical-and-healthcare-waste-during-covid-19>[Accessed 26.11.2021].
- Wei, G., & Manyu, L. (2020). The Hidden Risks of Medical Waste and the COVID-19 Pandemic. *Waste360*.
- WHO. Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus, <https://www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>, 2019.
- WHO. Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance. World Health Organization, <https://www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>, 2020, pp. 9.
- Zand, A. D. & Heir, A. V., 2020. Emerging challenges in urban waste management in Tehran, Iran during the COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, [Online] 162(July), p. 105051. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105051> [Accessed 29.11.2021]. d.o

