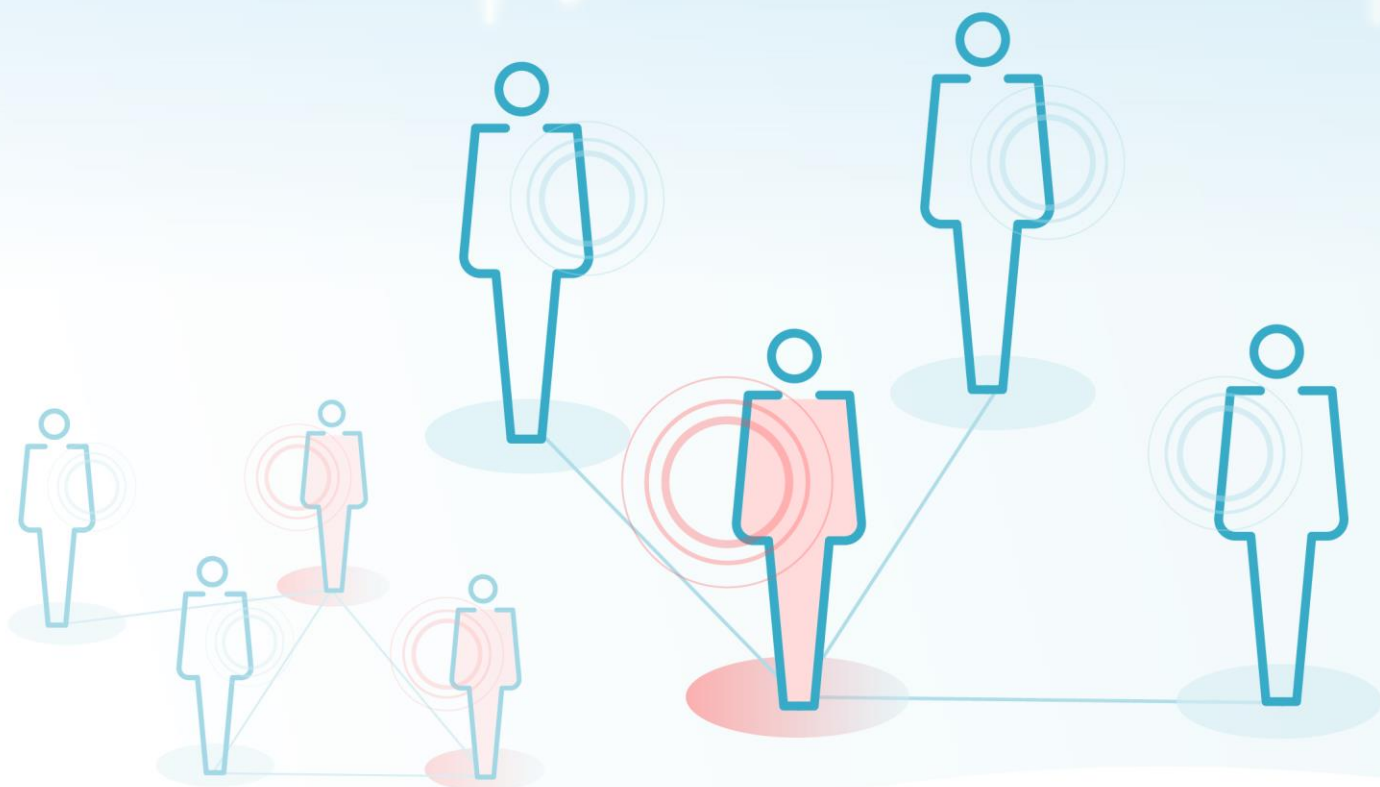


# Epidemiološko spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji v letu 2022



Epidemiološko spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah je relativno nov, a učinkovit pristop epidemiološkega spremljanja nalezljivih bolezni. K vzpostavitvi epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji smo na Centru za nalezljive bolezni na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje pristopili spomladi 2022. Prvi povzročitelj nalezljive bolezni, ki smo ga vključili v spremljanje, je bil SARS-CoV-2, ki je bil hkrati tudi edini spremljani povzročitelj nalezljive bolezni v odpadnih vodah v letu 2022.

Za sodelovanje pri vzpostavitvi in izvajanju vzorčenja ter laboratorijske analize spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah se zahvaljujemo Oddelku za javnozdravstveno mikrobiologijo na Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano.

Zahvaljujemo se upravljalcem 16 komunalnih čistilnih naprav (KČN) v Sloveniji, ki so se odzvale našemu povabilu k sodelovanju: CČN Ljubljana, CČN Domžale-Kamnik, CČN Kranj, CČN Domžale-Kamnik, CČN Celje, OČN Šaleške doline, CČN Koper, CČN Maribor, CČN Nova Gorica, CČN Trbovlje, CČN Litija in Šmartno pri Litiji, CČN Zagorje, CČN Postojna, CČN Novo mesto, CČN, Brežice, CČN Slovenj Gradec in CČN Murska Sobota.

Pri razvoju epidemiološkega kazalnika spremljanja SARS-CoV-2 v odpadnih vodah smo sodelovali s prof. dr. Herbertom Oberacherjem z Institute of Legal Medicine and Core Facility Metabolomics, Medical University of Innsbruck.

## Junij 2023

Citirajte kot: Galičič A, Kranjec N, Fafangel M. Epidemiološko spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji v letu 2022. Epidemiološko spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji. 2023;1-10. Dostopno na: <https://nijz.si/nalezljive-bolezni/spremljanje-nalezljivih-bolezni/epidemiolosko-spremljanje-povzrociteljev-nalezljivih-bolezni-v-odpadnih-vodah-v-sloveniji/>

## Avtorji

An Galičič, Natalija Kranjec, Mario Fafangel

## Povzetek

Spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah kot del spremljanja nalezljivih bolezni je bil v Sloveniji vzpostavljen leta 2022. Vežano na takratno epidemiološko situacijo covida-19, je bil virus SARS-CoV-2 prvi povzročitelj, ki je bil vključen v spremljanje v odpadnih vodah v Sloveniji.

Spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih vodah se je izvajalo na 16 komunalnih čistilnih napravah (KČN), v katere se stekajo odpadne vode 726.612 (34,2 %) prebivalcev Slovenije iz 33 občin iz vseh 12 statističnih regij Slovenije. Vzorčenje se je izvajalo enkrat tedensko na vseh vključenih KČN. Za vsak vzorec se je kvantitativno določilo genomske kopije SARS-CoV-2 in določilo mutacije genoma SARS-CoV-2. Obremenitve odpadne vode z virusom SARS-CoV-2 so bile pretvorjene v ocenjeno število okuženih oseb na 100.000 prebivalcev, pri čemer je bilo najprej virusno breme v odpadni vodi normalizirano na kvantificirane vrednosti kemijske potrebe po kisiku, temu pa je sledila določitev pretvorbenega faktorja prileganja virusnega bremena v odpadnih vodah s podatki aktivnih primerov okužb s SARS-CoV-2.

Ocenjeno število okuženih oseb na 100.000 prebivalcev je vrednost 3.000 preseglo na 8 KČN: 5-krat na CČN Novo mesto, 2-krat na CČN Slovenj Gradec in 1-krat na CČN Domžale-Kamnik, CČN Maribor, CČN Murska Sobota, CČN Celje, CČN Litija in Šmartno pri Litiji ter CČN Zagorje. V septembru in oktobru 2022 je na vseh KČN prevladovala (> 50,00 %) mutacija genoma Omikron BA.5.X SARS-CoV-2. Z mesecem novembrom je delež te mutacije genoma postopoma upadal, meseca decembra je tako ta mutacija genoma prevladovala še na 11 KČN. V mesecu novembru oziroma decembru 2022 sta se pričeli povečevati deleža mutacije genoma Omikron BQ.1.X SARS-CoV-2 in Omikron BA.2.75.X SARS-CoV-2.

Izzive razvoja epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji predstavlja vključitev dodatnih povzročiteljev nalezljivih bolezni v spremljanje, za katere obstaja strokovno utemeljen razlog tovrstnega spremljanja, pripravljenost na hitro vzpostavitev in izvajanje izrednega spremljanja povzročitelja nalezljive bolezni, ki povzroči nepričakovan dogodek, in zakonska ureditev strokovnega področja, s čimer bi se zagotovilo tudi njegovo stalno financiranje.

# Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 METODE</b> .....	<b>1</b>
2.1 Opis vzorca .....	1
2.2 Metodologija laboratorijske analize .....	2
2.3 Metodologija epidemiološkega spremljanja .....	3
<b>3 REZULTATI</b> .....	<b>3</b>
3.1 Ocenjeno število okuženih oseb s SARS-CoV-2 .....	3
3.2 Delež mutacij genoma SARS-CoV-2 .....	5
<b>4 RAZPRAVA</b> .....	<b>8</b>
4.1 Interpretacija rezultatov .....	8
4.2 Izzivi razvoja epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah ....	8
<b>5 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>9</b>
<b>6 REFERENCE</b> .....	<b>10</b>

## Seznam slik

Slika 1: Ocenjeno število okuženih oseb s SARS-CoV-2 na 100.000 prebivalcev za spremljanih 16 komunalnih čistilnih naprav, 1. 9. 2022-31. 12. 2022, Slovenija. ....	4
Slika 2: Delež mutacij genoma SARS-CoV-2 za spremljanih 16 komunalnih čistilnih naprav, 1. 9. 2022-31. 12. 2022, Slovenija. ....	6

## Seznam tabel

Tabela 1: Vključene komunalnih čistilne naprave (KČN), vključene občine in delež prebivalstva statistične regije, ki je priključen na spremljane komunalne čistilne naprave, po statističnih regijah Republike Slovenije. ....	2
--	---

## Seznam kratic

KČN	komunalna čistilna naprava
NIJZ	Nacionalni inštitut za javno zdravje
NLZOH	Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano
RNK	ribonukleinska kislina

# 1 Uvod

Epidemiologija odpadnih voda je relativno nov, a učinkovit pristop k epidemiološkemu spremljanju povzročiteljev nalezljivih bolezni. Spremljanje patogenih mikroorganizmov v odpadnih vodah je bilo v tujini že uveljavljeno, predvsem pri epidemiološkem spremljanju poliovirusov (1,2). V odpadnih vodah lahko spremljamo številne združbe mikroorganizmov in parazitov. Med združbami mikroorganizmov, ki jih lahko spremljamo v odpadnih vodah, veliko grožnjo javnemu zdravju predstavljajo predvsem virusi z ribonukleinsko kislino (RNK). Za te je značilno, da se zaradi njihove sposobnosti prilagajanja novim gostiteljem nenehno spreminjajo in s tem povzročajo možen nastanek novih različic posebnega pomena (angl. Variant of Concern - VoC) (3).

Namen vzpostavitve epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji je razvoj epidemiološko in javnozdravstveno utemeljenega komplementarnega sistema spremljanja, ki bo omogočal rutinsko spremljanje relevantnih povzročiteljev nalezljivih bolezni in učinkovito odzivanje ob tveganjih širjenja teh povzročiteljev.

Na Centru za nalezljive bolezni na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (NIJZ) smo k vzpostavitvi epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji pristopili spomladi 2022. Prvi povzročitelj nalezljive bolezni, ki smo ga vključili v vzpostavljeno spremljanje, je bil SARS-CoV-2. Spomladi smo pripravili strokovna izhodišča in predlog vzpostavitve epidemiološkega spremljanja SARS-CoV-2 v odpadnih vodah v Sloveniji (4), ki smo ga v poletnih mesecih implementirali v sodelovanju z Nacionalnim laboratorijem za zdravje, okolje in hrano (NLZOH). Epidemiološko spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih vodah se je pričelo v začetku septembra 2022. Posledično so v letnem poročilu 2022 predstavljeni rezultati spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah za zadnjo tretjino leta 2022, od septembra do decembra.

Epidemiološko spremljanje virusa SARS-CoV-2 v odpadnih vodah predstavlja komplementaren sistem spremljanja okužb s SARS-CoV-2, ki omogoča prostorsko in časovno spremljanje okužb s SARS-CoV-2 na populacijski ravni. Deluje na principu kvantitativne analize izločene ribonukleinske kisline (RNK) virusa v odpadnih vodah, ki se stekajo v komunalne čistilne naprave (KČN). Na podlagi analiz obremenitev odpadne vode z izločenim RNK virusa lahko pridobimo informacije o razširjenosti virusa v opazovani populaciji, ki jo predstavljajo vsi priključeni na posamezno KČN, neodvisno od tega, ali imajo izražene bolezenske znake, lahko tudi le blago izražene ali pa so brez bolezenskih znakov (5). Čeprav je SARS-CoV-2 virus, ki povzroča obolenje dihal, ga 48,1 % bolnikov izloča tudi z odvajanjem blata (6).

Cilj epidemiološkega spremljanja RNK SARS-CoV-2 v odpadnih vodah je spremljanje trendov kroženja virusa SARS-CoV-2 med prebivalstvom z namenom informiranja splošne in strokovne javnosti ter odločevalcev o razširjenosti virusa SARS-CoV-2 ter usmerjanega javnozdravstvenega ukrepanja.

V poročilu so prikazani podatki o ocenjenem številu okuženih oseb s SARS-CoV-2 na 100.000 prebivalcev in delež mutacij genoma SARS-CoV-2 na dan odvzema vzorca odpadne vode na vtoku vseh 16 sodelujočih KČN.

## 2 Metode

### 2.1 Opis vzorca

V spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih vodah je bilo vključenih 16 KČN, v katere se stekajo odpadne vode 726.612 (34,2 %) prebivalcev Slovenije iz 33 občin. Spremljanje se je izvajalo v vseh 12 statističnih regijah v Republiki Sloveniji. Seznam vključenih KČN, vključenih občin in delež prebivalstva statistične regije, ki je priključen na spremljane KČN, je prikazan v Tabeli 1.

**Tabela 1: Vključene komunalnih čistilne naprave (KČN), vključene občine in delež prebivalstva statistične regije, ki je priključen na spremljane komunalne čistilne naprave, po statističnih regijah Republike Slovenije.**

Statistična regija	Komunalne čistilne naprave	Občine	Delež prebivalstva statistične regije, ki je priključen na spremljane čistilne naprave*
<b>Osrednjeslovenska</b>	CČN Ljubljana, CČN Domžale-Kamnik	Ljubljana, Kamnik, Domžale, Mengeš, Trzin, Komenda	53,6 %
<b>Gorenjska</b>	CČN Kranj, CČN Domžale-Kamnik	Cerklje na Gorenjskem, Kranj, Naklo, Šenčur	26,9 %
<b>Savinjska</b>	CČN Celje, OČN Šaleške doline	Celje, Štore, Velenje, Šoštanj	29,0 %
<b>Obalno-kraška</b>	CČN Koper	Koper, Izola, Ankaran	45,5 %
<b>Podravska</b>	CČN Maribor	Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Duplek, Hoče-Slivnica	33,5 %
<b>Goriška</b>	CČN Nova Gorica	Nova Gorica, Brda, Šempeter-Vrtojba, Miren-Kostanjevica	21,5 %
<b>Zasavska</b>	CČN Trbovlje, CČN Litija in Šmartno pri Litiji, CČN Zagorje	Trbovlje, Litija, Šmartno pri Litiji, Zagorje ob Savi	54,2 %
<b>Primorsko-notranjska</b>	CČN Postojna	Postojna	17,1 %
<b>Jugovzhodna Slovenija</b>	CČN Novo mesto	Novo mesto	16,7 %
<b>Posavska</b>	CČN Brežice	Brežice	10,2 %
<b>Koroška</b>	CČN Slovenj Gradec	Slovenj Gradec	17,2 %
<b>Pomurska</b>	CČN Murska Sobota	Murska Sobota	15,2 %
<b>Osrednjeslovenska</b>	CČN Ljubljana, CČN Domžale-Kamnik	Ljubljana, Kamnik, Domžale, Mengeš, Trzin, Komenda	53,6 %
<b>Gorenjska</b>	CČN Kranj, CČN Domžale-Kamnik	Cerklje na Gorenjskem, Kranj, Naklo, Šenčur	26,9 %
<b>Savinjska</b>	CČN Celje, OČN Šaleške doline	Celje, Štore, Velenje, Šoštanj	29,0 %
<b>Obalno-kraška</b>	CČN Koper	Koper, Izola, Ankaran	45,5 %

Vir podatkov: Občine, ki so priključene na spremljane komunalne čistilne naprave.

## 2.2 Metodologija laboratorijske analize

V skladu s priporočili Evropske komisije 2021/472 (7) so bili odvzeti 24-urni vzorci vtoka odpadne vode z uporabo časovno sorazmernega vzorčevalnika. NLZOH je tedensko na KČN z usposobljenim osebjem izvajal vzorčenje dotoka odpadne vode. Vsak vzorec je spremljal zapisnik o vzorčenju, ki vsebuje natančne podatke o času vzorčenja, pretoku, temperaturi vode in številne druge parametre. Vsak vzorec je analiziran na kemijske parametre (el. prevodnost, pH, neraztopljene snovi, celotni dušik, fosfor, kemijska potreba po kisiku). Mikrobiološka analiza je ugotovila in določila prisotnost kopij specifičnega gena SARS-CoV-2 v litru odpadne vode, kar je omogočalo natančno opredelitev vseh parametrov in s tem celostno interpretacijo rezultatov. Proces mikrobiološke analize vzorcev odpadne vode se je pričel v roku 24 ur po odvzemu. Vzorci so bili do obdelave shranjeni pri temperaturi od +4 do +8 °C. V mikrobiološkem laboratoriju so vzorce predhodno centrifugirali (odstranitev neraztopljenih snovi), koncentrirali z ultrafiltracijo, nato so iz koncentrata osamili RNK ter kvantitativno določili genomske kopije SARS CoV-2. Za zagotavljanje kakovosti so bile v postopek vključene procesne in interne kontrole.

V vseh testiranih vzorcih se je s sekveniranjem in bioinformatično obdelavo podatkov izvedlo še določanje mutacij genoma SARS CoV-2, ki so značilne za posamezne različice (8). S pomočjo bioinformatičnega orodja Freyja, specializiranega za analizo kompleksnih vzorcev se je izvedlo meritve frekvence točkovnih mutacij in globina



sekveniranja na vsakem mestu v genomu, kar se je nato uporabilo za oceno zastopanosti deležev posameznih različic v vzorcih odpadne vode (9).

Vzorčenje odpadne vode in laboratorijske analize je izvajal NLZOH.

### 2.3 Metodologija epidemiološkega spremljanja

Obremenitve odpadne vode z virusom SARS-CoV-2 so bile pretvorjene v ocenjeno število okuženih oseb na 100.000 prebivalcev. Metodologija priprave te ocene je bila povzeta po raziskavi Daleiden et al. (10). Proces priprave je potekal v dveh korakih.

V prvem koraku je bilo virusno breme odpadne vode (prisotnost SARS-CoV-2 gen N3) normalizirano na kvantificirane vrednosti kemijske potrebe po kisiku v istih vzorcih.

V drugem koraku je bil z namenom lažjega razumevanja normalizirane vrednost virusnega bremena SARS-CoV-2 določen pretvorbeni faktor prilaganja virusnega bremena v odpadnih vodah s podatki aktivnih primerov okužb SARS-CoV-2. Pretvorbeni faktor je bil na podlagi kliničnega testiranja (11) določen eksperimentalno z linearno regresijo, pri čemer je bil uporabljen 10 dnevni časovni zamik. Podatki so bili predhodno transformirani z logaritmsko funkcijo, osamelci so bili odstranjeni.

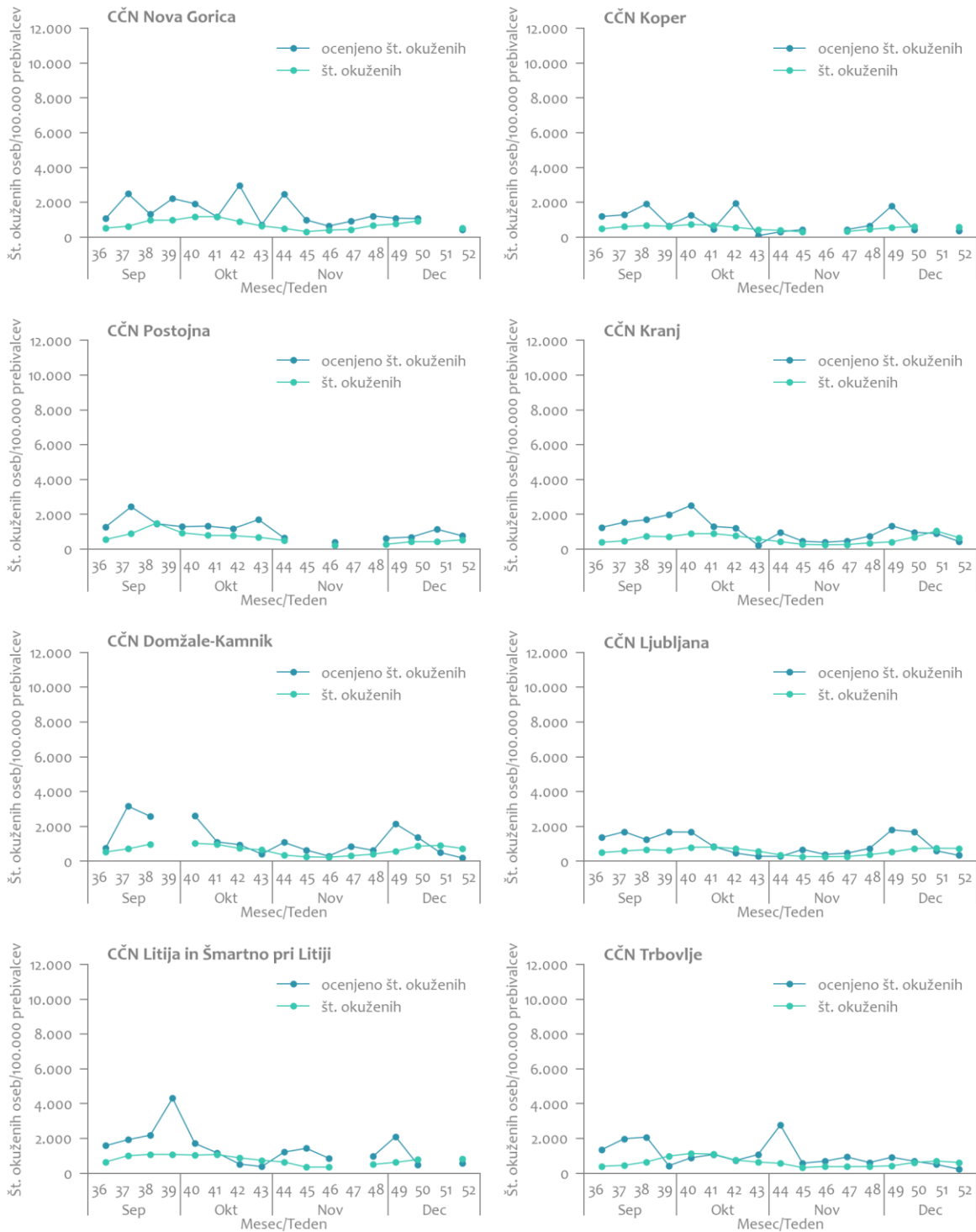
## 3 Rezultati

### 3.1 Ocenjeno število okuženih oseb s SARS-CoV-2

Ocenjeno število okuženih oseb na 100.000 prebivalcev, ki ga s strokovnega vidika lahko primerjamo s kazalnikom aktivnih primerov, je vrednost 3.000 presešlo na 8 KČN (od 16 spremljanih): 5-krat na CČN Novo mesto, 2-krat na CČN Slovenj Gradec in 1-krat na CČN Domžale-Kamnik, CČN Maribor, CČN Murska Sobota, CČN Celje, CČN Litija in Šmartno pri Litiji ter CČN Zagorje. Izrazito visoke vrednosti ocenjenega števila okuženih oseb na 100.000 prebivalcev, ki so se pojavile v obliki osamelca (npr. 10.521 na CČN Murska Sobota na dan 25. 09. 2022), se lahko pojavijo zaradi dejavnikov, ki vplivajo na spremljane parametre, ki so odvisni od številnih antropoloških in okoljskih dejavnikov.

Za opazovano obdobje spremljanja (1. 9. 2022-31. 12. 2022) je ocenjeno število okuženih oseb s SARS-CoV-2 na 100.000 prebivalcev za spremljanih 16 KČN prikazano na Sliki 1.

**Slika 1: Ocenjeno število okuženih oseb s SARS-CoV-2 na 100.000 prebivalcev za spremljanih 16 komunalnih čistilnih naprav, 1. 9. 2022-31. 12. 2022, Slovenija.**





Vir: Spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih vodah v Sloveniji (NIJZ), 15. 05. 2023.

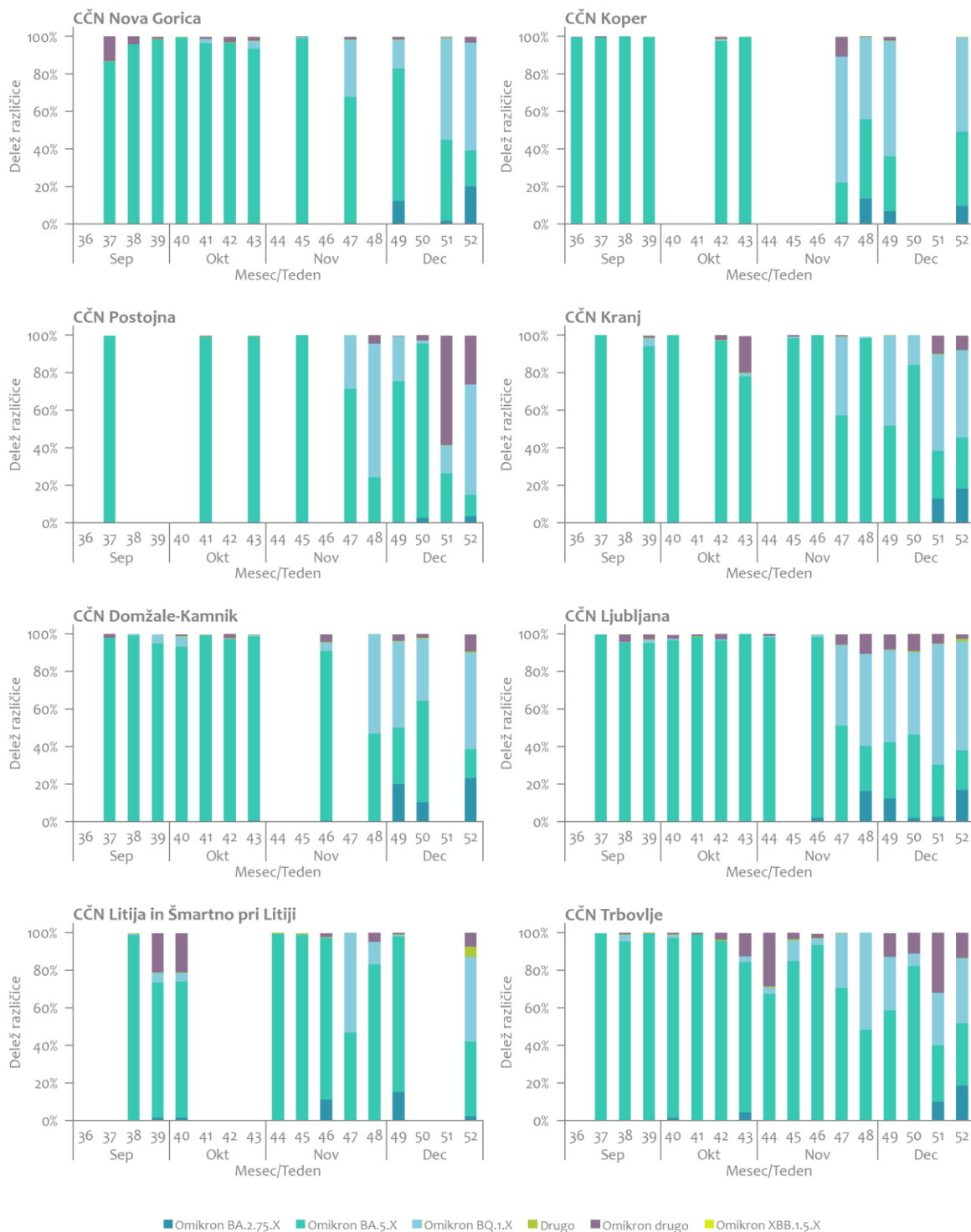
### 3.2 Delež mutacij genoma SARS-CoV-2

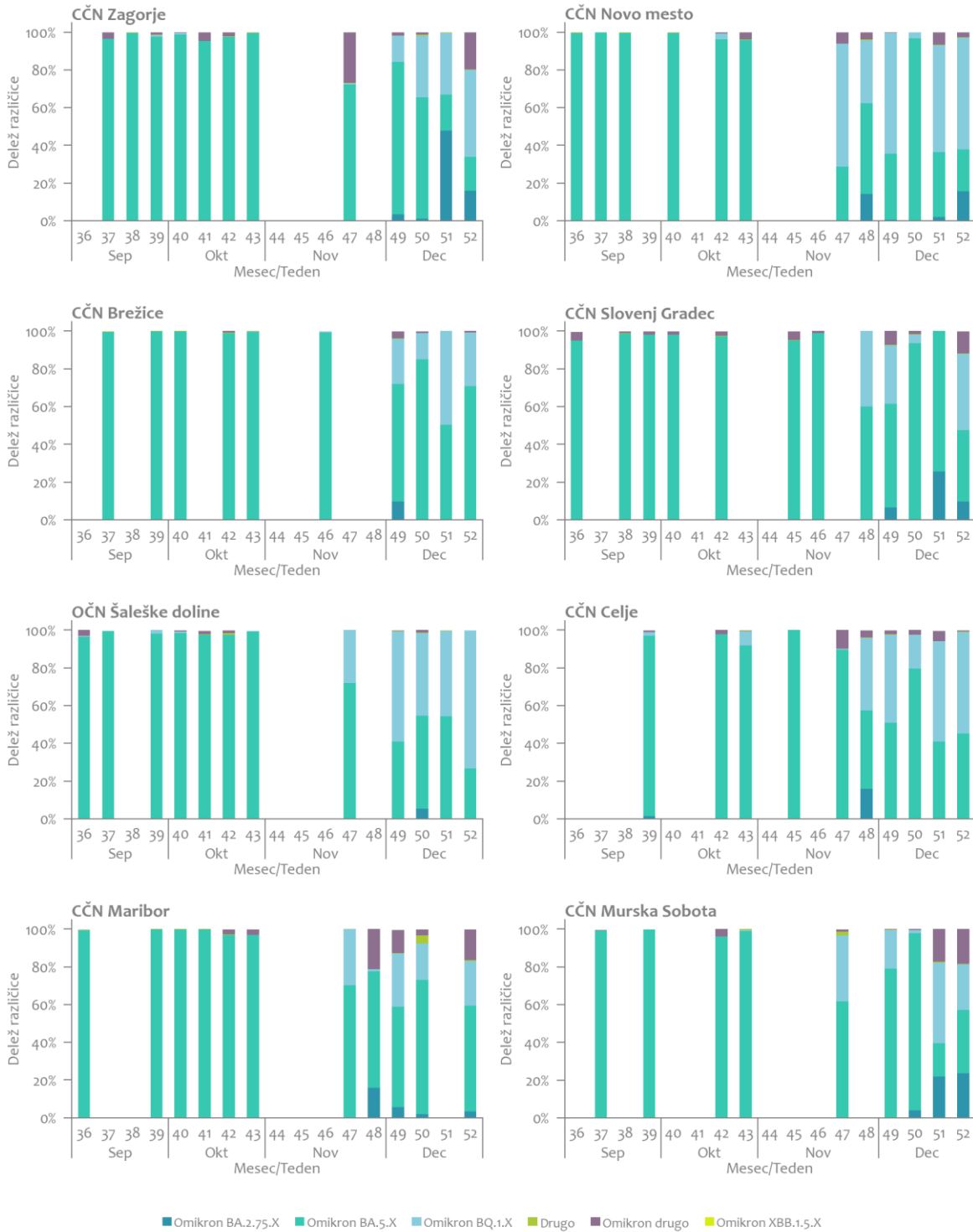
V prvih dveh mesecih spremljanja, septembra in oktobra 2022, je na vseh KČN prevladovala (> 50,00 %) mutacija genoma Omikron BA.5.X SARS-CoV-2. Na 15 KČN je ta mutacija genoma prevladovala še v mesecu novembru 2022, na 12 KČN tudi še v mesecu decembru 2022. Na 1 KČN natančnega zaključka obdobja prevladujočega deleža mutacije genoma Omikron

BA.5.X SARS-CoV-2 zaradi izpada podatkov ni mogoče določiti. V mesecu novembru oziroma decembru 2022 sta se pričeli povečevati deleža mutacije genoma Omikron BQ.1.X SARS-CoV-2 in Omikron BA.2.75.X SARS-CoV-2.

Za opazovano obdobje spremljanja (1. 9. 2022-31. 12. 2022) je delež mutacij genoma SARS-CoV-2 za spremljanih 16 KČN prikazan na Sliki 2.

**Slika 2: Delež mutacij genoma SARS-CoV-2 za spremljanih 16 komunalnih čistilnih naprav, 1. 9. 2022-31. 12. 2022, Slovenija.**





Vir: Spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih vodah v Sloveniji (NIJZ), 15. 05. 2023.

## 4 Razprava

### 4.1 Interpretacija rezultatov

Spremljanje SARS-CoV-2 v odpadnih voda je v opazovanem obdobju (1. 9. 2022-31. 12. 2022) pravočasno in v ustrezni intenzivnosti zaznalo decembrski porast okužb. Ta porast je bil vezan na širjenje novih različic SARS-CoV-2, prisotnost katerih je bila pravočasno zaznana tudi v spremljanju virusa SARS-CoV-2 v odpadnih vodah. Implementacija vizualizacije rezultatov spremljanja SARS-CoV-2 v odpadni vodi na spletni strani NIJZ (<https://modeliranje.nijz.si>) je omogočila učinkovito obveščanje sploše in strokovne javnosti ter tako pripomogla k uspešnemu obvladovanju porasta okužb.

Pri interpretaciji rezultatov spremljanja SARS-CoV-2 v odpadnih vodah je potrebno upoštevanje specifičnih značilnosti tovrstnega epidemiološkega spremljanja.

Prvič, spremljanje okuženih oseb s SARS-CoV-2 zajema vse okužene osebe s SARS-CoV-2, ki so priključene na posamezno KČN. To pomeni, da so vključene vse osebe, neodvisno od tega ali imajo izražene bolezenske znake, lahko tudi le blago izražene ali pa so brez bolezenskih znakov (5).

Drugič, krivulja aktivnih primerov na podlagi humanega testiranja ima pri našem spremljanju 10-dnevni časovnik zamik glede na krivuljo ocenjenega števila okuženih oseb s SARS-CoV-2 na podlagi rezultatov spremljanja virusne RNK v odpadni vodi.

Tretjič, odpadna voda, ki se steka na KČN, najpogosteje vsebuje komunalne vode iz gospodinjstev in drugih dejavnosti, padavinske vode ter industrijske vode. Odpadna voda tako predstavlja izjemno kompleksen sistem mikrobioloških organizmov in kemijskih spojin, katerih vrednosti v odpadni vodi so odvisne od številnih antropoloških in okoljskih dejavnikov. Navedene dejavnike, ki vplivajo na količino odpadne vode in njihovo sestavo, smo z izbranim metodološkim pristopom izračuna epidemiološkega kazalnika izključili v največji možni meri.

### 4.2 Izzivi razvoja epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah

Strokovno področje epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah je bilo v Sloveniji vzpostavljeno leta 2022. Vežano na takratno epidemiološko situacijo covid-19, je bil virus SARS-CoV-2 prvi povzročitelj, ki je bil vključen v spremljanje v odpadnih vodah.

Izzive razvoja epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah predstavlja vključitev dodatnih povzročiteljev nalezljivih bolezni v spremljanje, za katere obstaja strokovno utemeljen razlog tovrstnega spremljanja. Med njimi so zagotovo poliovirusi (12).

Pomemben izziv razvoja epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah predstavlja tudi pripravljenost na hitro vzpostavitev in izvajanje izrednega spremljanja povzročitelja nalezljive bolezni, ki povzroči nepričakovan dogodek, npr. vzorčenje odpadne vode posameznega letala ali letališča (13,14).

Področje epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah ni zakonsko urejeno, zato bi bilo treba redno in izredno spremljanje v odpadnih vodah tudi zakonsko urediti, s čimer bi se zagotovilo tudi stalno financiranje tovrstnega spremljanja.

## 5 Zaključek

Epidemiološko spremljanje povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah se je za povzročitelja SARS-CoV-2 izkazalo kot učinkovito komplementarno spremljanje nalezljivih bolezni, katerega vloga se bo krepila z zmanjševanjem obsega humanega testiranja na okužbo.

Pomembno javnozdravstveno vlogo predstavlja tudi spremljanje deleža mutacij genoma SARS-CoV-2. Spremljanje deleža mutacij genoma SARS-CoV-2 nam nudi vpogled v zastopane in tudi prevladujoče mutacije genoma SARS-CoV-2 na tedenski ravni, kar je pomembna informacija pri obvladovanju bolezni in pravočasnemu odzivanju v primeru pojava in širjenja novih mutacij genoma SARS-CoV-2.

Prvi rezultati vzpostavljenega sistema epidemiološkega spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah v Sloveniji kažejo na pomembnost tega komplementarnega sistema spremljanja in utemeljujejo njegov nadaljnji razvoj.

## 6 Reference

1. Medema G, Been F, Heijnen L, Petterson S. Implementation of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus to support public health decisions: Opportunities and challenges. *Curr Opin Environ Sci Health* 2020; 17:49–71. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.09.006>.
2. Asghar H, Diop OM, Weldegebriel G, Malik F, Shetty S, El Bassioni L, et al. Environmental surveillance for polioviruses in the Global Polio Eradication Initiative. *J Infect Dis* 2014; 210(1): 294-303. Dostopno na: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiu384>.
3. Sims N, Kasprzyk-Hordern B. Future perspectives of wastewater-based epidemiology: Monitoring infectious disease spread and resistance to the community level. *Environ Int* 2020; 139. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105689>.
4. Galičič A, Kranjec N, Fafangel M. Strokovna izhodišča in predlog vzpostavitve epidemiološkega spremljanja SARS-CoV-2 v odpadnih vodah v Sloveniji. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2022.
5. Jones DL, Baluja MQ, Graham DW, Corbishley A, McDonald JE, Malham SK, et al. Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19. *Sci Total Environ* 2020; 749. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141364>.
6. Foladori P, Cutrupi F, Segata N, Manara S, Pinto F, Malpei F, et al. SARS-CoV-2 from faeces to wastewater treatment: What do we know? A review. *Sci Total Environ* 2020; 743. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140444>.
7. Priporočilo Komisije (EU) 2021/472 z dne 17. marca 2021 o skupnem pristopu za vzpostavitev sistematičnega spremljanja virusa SARS-CoV-2 in njegovih različic v odpadnih vodah v EU. Uradni list Evropske unije, 2021. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021H0472&from=ES>.
8. Grubaugh ND, Gangavarapu K, Quick J, Matteson NK, De Jesus JG, Main BJ, et al. An amplicon-based sequencing framework for accurately measuring intrahost virus diversity using PrimalSeq and iVar<sup>®</sup>. *Genome Biol* 2019; 20(1):8. Dostopno na: <https://doi.org/10.1186/s13059-018-1618-7>.
9. Karthikeyan S, Levy JI, De Hoff P, Humphrey G, Birmingham A, Jepsen K, et al. Wastewater sequencing reveals early cryptic SARS-CoV-2 variant transmission. *Nature* 2022; 609:101–108. Dostopno na: <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05049-6>.
10. Daleiden B, Niederstätter H, Steinlechner M, Wildt S, Kaiser M, Lass-Flörl C, et al. Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 in Austria: development, implementation, and operation of the Tyrolean wastewater monitoring program. *J Water Health* 2022; 20(2):314–28. Dostopno na: <https://doi.org/10.2166/wh.2022.218>.
11. Metode epidemiološkega spremljanja števila umrlih oseb s potrjeno okužbo s SARS-CoV-2. Dnevno spremljanje okužb SARS-CoV-2 (COVID-19). Dostopno na: <https://nijz.si/nalezljive-bolezni/koronavirus/dnevno-spremljanje-okuzb-s-sars-cov-2-covid-19/>.
12. Svetovna zdravstvena organizacija. Guidelines for environmental surveillance of poliovirus circulation. SZO: 2003. Dostopno na: [https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/WHO\\_V-B\\_03.03\\_eng.pdf](https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/WHO_V-B_03.03_eng.pdf).
13. Galičič A, Kranjec N, Rožanec J, Fafangel M, Steyer A. Strokovna izhodišča in predlog vzpostavitve spremljanja povzročiteljev nalezljivih bolezni v odpadnih vodah letališča in posameznega letala v Sloveniji. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2023.
14. Evropska komisija. Ad-hoc guidance: Wastewater sampling of aircrafts and airports for SARS-CoV-2 surveillance. Bruselj, 09. 01. 2023. Dostopno na: [https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/static/pdf/Sampling%20Aircrafts\\_FINAL\\_Version%209%20Jan%202023.pdf](https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/static/pdf/Sampling%20Aircrafts_FINAL_Version%209%20Jan%202023.pdf).