

PREGLED STANJA PROČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

**prof. dr. sc. Marija Šperac,
dipl. ing. građ.**

Sveučilište J. J. Strossmayera u
Osijeku
Građevinski i arhitektonski fakultet
Osijek
Vladimira Preloga 3, Osijek,
Hrvatska
msperac@gfos.hr

**dr. sc. Dino Obradović,
mag. ing. aedif.**

Sveučilište J. J. Strossmayera u
Osijeku
Građevinski i arhitektonski fakultet
Osijek
Vladimira Preloga 3, Osijek,
Hrvatska

**Luka Juretić,
univ. bacc. ing. aedif.**

Sveučilište J. J. Strossmayera u
Osijeku
Građevinski i arhitektonski fakultet
Osijek
Vladimira Preloga 3, Osijek,
Hrvatska

U Republici Hrvatskoj od ukupne količine ispuštenih komunalnih otpadnih voda oko 90 % se prije ispuštanja u okoliš pročišćava primjenom različitih stupnjeva pročišćavanja. Otpadne vode pročišćavaju se u konvencionalnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda, kao i primjenom alternativnih sustava obrade, poput umjetnih močvara, biolaguna i različitih gotovih malih uređaja za pročišćavanje otpadnih voda koji pročišćavaju *in situ*. Ulaskom u Europsku uniju Republika Hrvatska preuzela je prava i obveze koje se u Europskoj uniji primjenjuju. Za pročišćavanja otpadnih voda, osim uređaja za pročišćavanje, potrebno je osigurati/izgraditi sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda, a to podrazumijeva i priključenost stanovništva na isti. Upravljanje muljevima s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda treba uskladiti s načelima akcijskog plana za kružno gospodarstvo. Kontinuirani pad broja stanovnika, naročito u manjim sredinama, omogućava primjenu različitih sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda koji su za okoliš prihvatljiviji. U radu će se dati usporedni pregled stanja pročišćavanja komunalnih otpadnih voda u Republici Hrvatskoj te u odabranim članicama Europske unije.

Ključne riječi: komunalne otpadne vode, pročišćavanje, odvodnja, uređaji za pročišćavanje, mulj

UVOD

Nagla urbanizacija, povećanje broja stanovnika i razvoj gospodarstva za posljedicu imaju veliku potrošnju vode i proizvodnju velikih količina otpadne vode.

Otpadne vode sustava javne odvodnje ili komunalne otpadne vode jesu sanitarne otpadne vode ili mješavina sanitarnih otpadnih voda s tehnološkim otpadnim vodama i/ili oborinskim vodama određene aglomeracije (Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda, NN 26/20). Komunalne otpadne vode onečišćene su različitim organskim i anorganskim sastojcima, otopljenim i neotopljenim. Nakon upotrebe, komunalne vode sadržavaju mješavinu raznih vodom nošenih onečišćenja, a svojstva im se razlikuju prema mjestu odakle potječu. S obzirom na to da se otpadne vode

vraćaju u hidrološki ciklus i ponovno koriste za različite potrebe, potrebno ih je prije ispuštanja u okoliš pročititi. Pročišćavanje otpadnih voda proces je smanjivanja onečišćenja do onih količina ili koncentracija s kojima pročišćene otpadne vode ispuštene u prijemnike postaju neopasne za život i ljudsko zdravlje i ne uzrokuju neželjne promjene u okolišu. U Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/20) donesene su norme ili standardi ispuštene vode kojima se određuje stupanj pročišćavanja, odnosno granične vrijednosti pojedinih pokazatelja otpadne vode koje ne smiju biti prekoračene prije ispuštanja u prijemnike, što vrijedi za slučaj kada ispuštene vode ne narušavaju kakvoću voda prijemnika. Stupanj pročišćavanja odnosno granice pojedinih pokazatelja ovise o veličini

naselja i o značajkama prijemnika.

Standardne vrijednosti za specifične parametre, prema kojima se određuje dobro stanje voda, propisane su Uredbom o standardu kakvoće voda. Primjenom propisanih formula u okviru Metodologije primjene kombiniranog pristupa (Hrvatske vode 2018), ovisno o stanju vodnog tijela i njegovoj prijemnoj moći, provjeravaju se i utvrđuju dopuštene granične vrijednosti emisija i opterećenja onečišćujućih tvari u pročišćenim otpadnim vodama, a s ciljem postizanja dobrog stanja voda ili zadržavanjem vrlo dobrog ili dobrog stanja voda. Upravo ta prijemna moć vodnog tijela da prihvati pročišćene otpadne vode i zadrži minimalno dobro stanje predstavlja standard prijemnika. Ona uvelike ovisi o protoku prijemnika i u slučaju kada se utvrdi da se ne može postići dobro stanje prijemnika, primjenom pravilnikom propisanih graničnih vrijednosti, mogu se propisati dopunske mjere zaštite i stroži uvjeti ispuštanja, odnosno strože granične vrijednosti koje se izračunavaju sukladno Metodologiji (Degoricija Lončar, Filipović 2019).

Ulaskom u Europsku uniju Republika Hrvatska preuzela je prava i obveze koje se primjenjuju u Europskoj uniji. Vežano uz potpunu primjenu Direktive Vijeća o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (91/271/EEZ), Republika Hrvatska dobila je prijelazno razdoblje do 31. prosinca 2023. godine.

Problem se javlja tamo gdje kućanstva nisu priključena na javnu kanalizaciju, koriste se septičke jame ili neki drugi načini odlaganja otpadnih voda te su moguća onečišćenja tla i izvora pitke vode (Obradović i dr. 2020).

1. PROIZVODI PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA I KRUŽNO GOSPODARSTVO

Pročišćavanjem otpadnih voda nastaju: pročišćene otpadne vode, energija i sirovine: na UPOV-ima I. stupnja pročišćavanja s prethodnim taložnicima, flotacijom, mikrositima i dr. izdvaja se sirovi ili primarni mulj, a oni II. i III. stupnja pročišćavanja (biološki) proizvode i biološki mulj čije zbrinjavanje predstavlja značajan problem, kako u Hrvatskoj tako i na široj razini. Upravljanje proizvodima s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV-a) treba uskladiti s načelima akcijskog plana za kružno gospodarstvo otpadom uz potrebu razgraničenja vodno-komunalnog resora i resora gospodarenja otpadom. Hijerarhija akcijskog plana u kontekstu mulja s UPOV-a može se postaviti sljedećim redoslijedom: sprječavanje generiranja mulja poboljšanjem procesa obrade otpadnih voda, upotreba na poljoprivrednim i ne-poljoprivrednim površinama, korištenje materijala i izdvajanje fosfora, termička obrada s uporabom energije, zbrinjavanje odlaganjem (Hidroprojekt-ing Zagreb, 2020.). Na europskoj razini jasno je naznačeno da je pročišćavanje komunalnih otpadnih voda temeljno za osiguranje javnog zdravlja i zaštite okoliša (Morris i dr. 2017). U posljednjih nekoliko

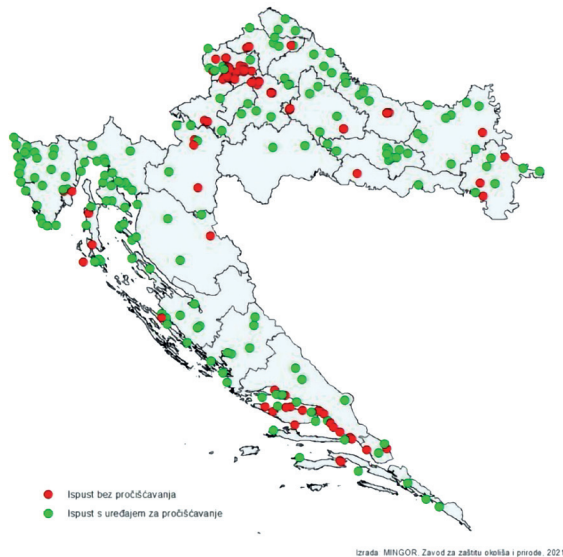
desetljeća sustavi pročišćavanja komunalnih otpadnih voda poboljšani su u svim državama EU-a (Kosek i dr. 2020; Smol 2023).

Većina komunalnih postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda godinama je bila usmjerena na otpadne vode i pročišćavanje vode i ispuštanje u okoliš. Posljednjih godina propisi o funkcioniranju industrijskih i komunalnih objekata, uključujući UPOV-e, postroženi su (Sikosana i dr. 2019). Međutim, u posljednjih nekoliko desetljeća poseban je fokus postavljen na nova rješenja koja mogu osigurati vodu, energiju i sirovine (npr. hranjive tvari ili organski materijali) za različite procese kao što su ponovna uporaba, recikliranje i oporaba (Preisner i dr. 2022).

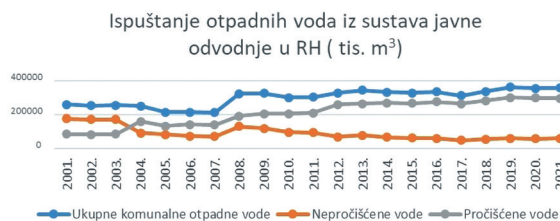
To je uvjetovano sve većim značajem pitanja zaštite okoliša, kao i preporuka i zahtjeva u području smanjenja utjecaja klimatskih promjena (European Commission Communication from the Commission 2019). Sektor upravljanja vodama i otpadnim vodama suočava se s različitim izazovima vezanim uz provedbu proekoloških zahtjeva i održivog upravljanja vodom, energijom i sekundarnim sirovinama. Izazovi su usmjereni na implementaciju rješenja iz područja kružnog gospodarstva. Inovativni pristup za postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda jest pretvoriti ih u "resursna postrojenja", to bi mogla biti takozvana "postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda budućnosti". Njihov cilj je primijeniti pretpostavke kružnog gospodarstva u području upravljanja vodom, energijom i sirovinama. Moguće opcije uporabe proizvoda s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda već su godinama dobro poznate u mnogim europskim zemljama. Međutim, njihov potencijal nije u potpunosti iskorišten, a još uvijek postoji značajna nužnost implementacije tehnologija koje poboljšavaju kružno gospodarenje vodom, energijom i nutrijentima s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Jedna od pokretačkih snaga je razvoj i implementacija potrebnog političkog okvira i institucionalnih/regulatornih okvira za promicanje kružnog gospodarstva. Daljnji razvoj koncepta kružnog gospodarstva na uređajima za pročišćavanje otpadnih voda očekuje se u nadolazećim godinama. Danas se u Hrvatskoj zbrinjavanje mulja s UPOV-a uglavnom svodi na odlaganje na zemljišnim odlagaljštima, korištenje u poljoprivredi, za poboljšanje stabilnosti loših tala, mulj se spaljuje te se dalje koristi pepeo koji je nastao spaljivanjem.

2. PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Pročišćene komunalne otpadne vode u Hrvatskoj uključuju primjenu različitih stupnjeva pročišćavanja [neki imaju samo prethodni stupanj (mehanički predtretman), neki samo I., najveći dio uređaja je za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV-a) s prethodnim, I. i II. stupnjem, dok neki imaju sve stupnjeve do III.]. U komunalnim otpadnim vodama potrebno je pratiti



Slika 1: Prostorna raspodjela ispusta komunalnih otpadnih voda u RH (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja 2021)



Slika 2: Količine ispuštenih ukupnih, nepročišćenih i pročišćenih otpadnih voda u RH (2001. - 2021.). (preuzeto i prilagođeno prema: Državni zavod za statistiku 2023)

minimalno sljedeće parametre: biokemijsku potrošnju kisika (BPK), kemijsku potrošnju kisika (KPK) i ukupnu suspendiranu tvar. Ovisno o osjetljivosti područja u kojima može doći do eutrofikacije, trebaju se pratiti i sljedeća dva pokazatelja: ukupni fosfor i ukupni dušik.

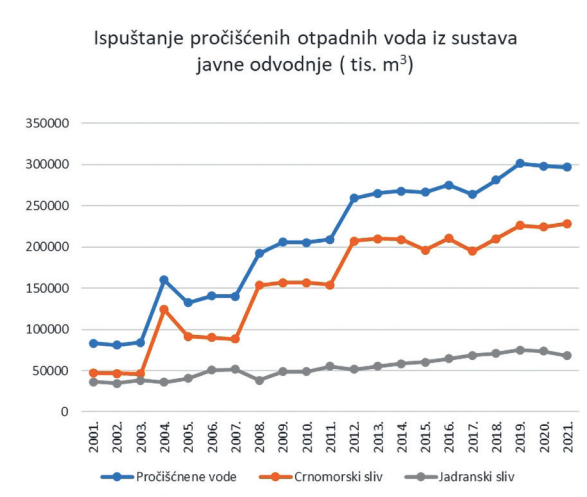
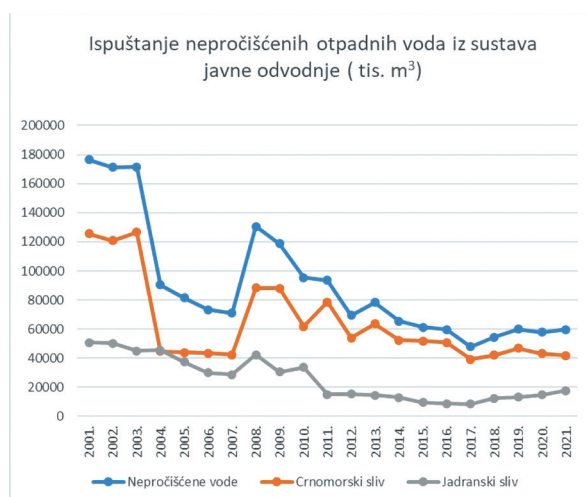
U Registru onečišćenja okoliša (ROO) je u 2020. godini prijavljeno ukupno 267 ispusta komunalnih otpadnih voda. Na 96 ispusta prijavljeno je ispuštanje

bez pročišćavanja (36 %) dok je za 171 ispušt prijavljen neki od stupnjeva pročišćavanja otpadnih voda (64 %). Za 51 ispušt (19 %) prijavljen je prethodni stupanj pročišćavanja, za 27 ispusta (10 %) prvi (I.) stupanj, za 74 ispusta (28 %) drugi (II.) stupanj te je za 19 ispusta (7 %) prijavljen treći (III.) stupanj pročišćavanja komunalnih otpadnih voda (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Vranar, Z. 2021). Od 267 ispusta navedenih u bazi ROO-a za izvještajnu 2020. godinu navedena vrijednost uključuje i one ispuste na kojima nisu instalirani uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, već se nepročišćena otpadna voda ispušta u prirodni prijemnik. Na [slici 1](#) prikazana je prostorna raspodjela komunalnih otpadnih voda u RH.

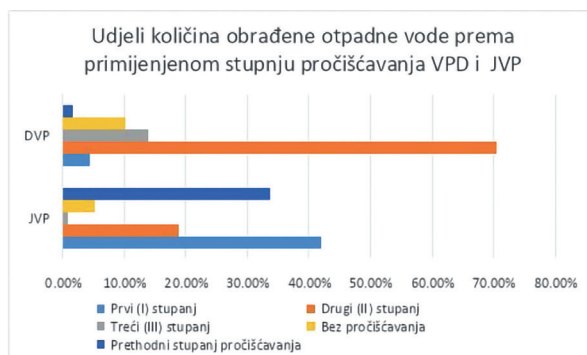
Prema podacima Državnog zavoda za statistiku RH prikazani su osnovni pokazatelji stanja pročišćavanja otpadnih voda u RH. Na [slici 2](#). prikazana je količina ispuštenih voda iz sustava javne odvodnje u periodu od 2001. do 2021. godine. Iz slike je vidljivo da je ukupna količina ispuštene otpadne vode tokom vremena u blagom porastu, a u zadnje tri godine stagnira. Što se tiče odnosa pročišćene i nepročišćene ispuštene otpadne vode 2004. godina bila je prijelomna u korist ispuštene pročišćene vode otkada se količine pročišćene ispuštene vode značajno povećavaju u odnosu na nepročišćenu ispuštenu otpadnu vodu.

Ukupna površina RH podijeljena je na dva velika sliva: crnomorski sliv (vodno područje Dunav) i jadranski sliv (jadransko vodno područje). Crnomorski sliv je površinom, brojem stanovnika veći od jadranskog, što za posljedicu ima rezultate o količinama nepročišćenih i pročišćenih otpadnih voda po ova dva sliva prikazane na [slici 3](#).

Na vodnom području rijeke Dunav većina ispuštenih komunalnih otpadnih voda obrađena je na uređajima s drugim (II.) stupnjem pročišćavanja ([slika 4](#)). Na ovaj način obrađeno je oko 145,3 milijuna m³ ispuštenih komunalnih otpadnih voda, tj. oko 70 % ispuštenih komunalnih otpadnih voda na ovom vodnom području.



Slika 3: Količine ispuštenih ukupnih, nepročišćenih i pročišćenih otpadnih voda po slivovima (2001. - 2021.). (preuzeto i prilagođeno prema: Državni zavod za statistiku 2023)



Slika 4: Udjeli količina obrađene otpadne vode prema primijenjenom stupnju pročišćavanja VPD-a i JVP-a (preuzeto i prilagođeno prema: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja 2022)

Trećim (III.) stupnjem pročišćavanja obrađeno je oko 13,8 % ispuštenih komunalnih otpadnih voda na ovom vodnom području, tj. oko 28 milijuna m³ ispuštenih komunalnih otpadnih voda. Bez pročišćavanja ili tek s prethodnim stupnjem pročišćavanja ispušta se oko 23,7 milijuna m³ komunalnih otpadnih voda tj. oko 11,5 % ispuštenih otpadnih voda na ovom vodnom području (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja 2022).

Na jadranskom vodnom području bez pročišćavanja ili tek s prethodnih stupnjem pročišćavanja ispušta se oko 32,8 milijuna m³ komunalnih otpadnih voda tj. oko 39 % ukupno ispuštenih otpadnih voda na ovom vodnom području. Prvim stupnjem (I.) pročišćavanja obrađeno je oko 35,6 milijuna m³ ispuštenih otpadnih voda, tj. oko 42 % ispuštenih komunalnih otpadnih voda na jadranskom vodnom području. Drugim (II.) stupnjem pročišćavanja obrađeno je 15,8 m³, a trećim tek 0,62 m³ ispuštenih komunalnih voda, tj. 18,6 % odnosno 0,7 %.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u Priopćenju o javnoj odvodnji za 2021. godinu navodi se da je mreža javne odvodnje u 2021. iznosila 13.664 km, što je 1,6 % više u odnosu na 2020. Ukupan broj uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u 2021. iznosio je 183. Povećao se broj uređaja za prvostupanjsko i trećestupanjsko pročišćavanje, dok se broj uređaja za drugostupanjsko pročišćavanje smanjio, i to 4,5 % (tablica 1)

Kontinuirani pad broja stanovnika, naročito u manjim sredinama, omogućava primjenu različitih sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda koji su za okoliš prihvatljiviji (Plan upravljanja vodnim područjima do 2027., NN 84/23). Najčešće primjenjivani alternativni uređaji za pročišćavanje otpadnih voda u RH su biljni uređaji (umjetne močvare), biolagune (slika 5), različiti gotovi mali uređaji za pročišćavanje otpadnih voda koji pročišćavaju *in situ*. Prednost je ovih uređaja mala, skoro nikakva potrošnja energije, visoka učinkovitost pročišćavanja, mala proizvodnja mulja, mali broj osoblja potrebnog za opsluživanje postrojenja. Nedostaci ovih postrojenja su: velike površine potrebne za njihov smještaj (biljni uređaji, biolagune), proces pročišćavanja duže traje, pogodne su za manje količine otpadnih voda, nemogućnost rada pri niskim temperaturama.

3. USPOREDNI PREGLED STANJA PROČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ TE U ODABRANIM ČLANICAMA EUROPSKE UNIJE

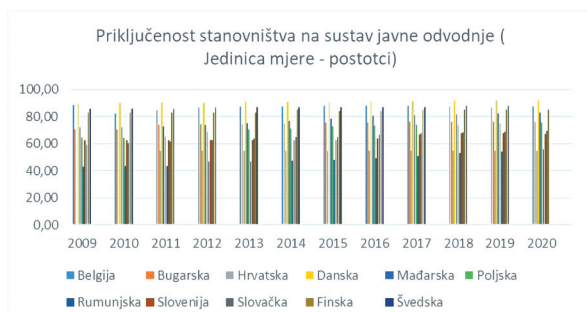
Prema statističkim podacima Europske unije na slici 6

Tablica 1: Mreža javne odvodnje i uređaji za pročišćavanje otpadnih voda u 2020. i 2021. (Državni zavod za statistiku 2022).

Karakteristika	2020.	2021.
Ukupna duljina mreže javne odvodnje, km	13453	13664
Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda	174	183
Broj uređaja za prvostupanjsko pročišćavanje	65	74
Broj uređaja za drugostupanjsko pročišćavanje	88	84
Broj uređaja za trećestupanjsko pročišćavanje	21	25



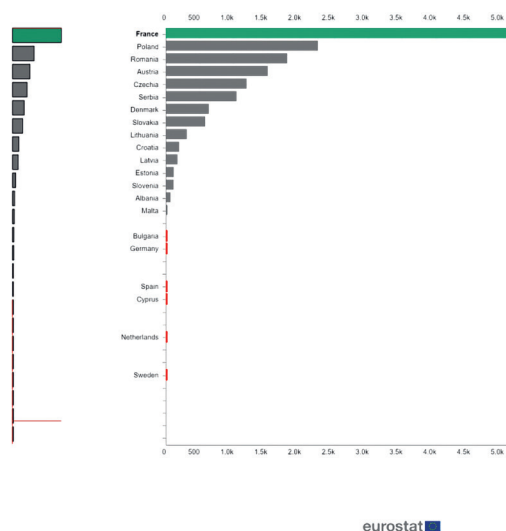
Slika 5: a) Biljni uređaj u Vinogradcima b) Biolaguna u Iloku



Slika 6: Priključenost stanovništva na sustave javne odvodnje (preuzeto i prilagođeno prema: Eurostat, Statistics 2023a)

Generation and discharge of wastewater in volume

Time frequency: Annual Wastewater generation, treatment and discharge: Generation of wastewater - point sources - total Unit of measure: Million cubic metres



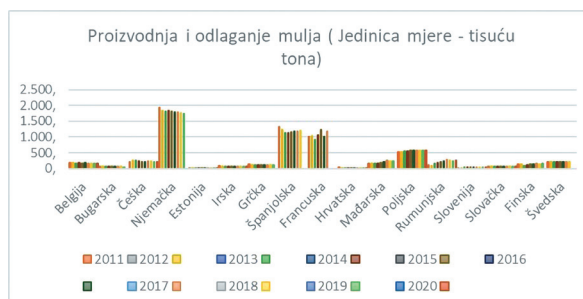
Slika 7: Količine nastalih i ispuštenih otpadnih voda u 2021. godini (Eurostat, Statistics 2023b)

dani su usporedni prikazi priključenosti stanovništva na sustav javne odvodnje za RH i druge europske zemlje za period od 2009. do 2020. (slika 6), količine nastajanja i ispuštanja otpadnih voda te proizvodnja i odlaganje mulja za period od 2011. do 2020. godine (slika 8)

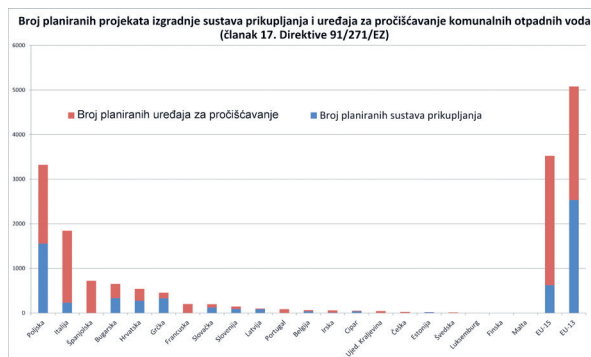
Prema podacima za navedene države, RH ima najmanju priključenost stanovništva na sustav javne odvodnje koja iznosi 54,6 % za period 2011 – 2020 (bez povećanja priključenosti). Rumunjska ima 43,10 % priključenosti stanovništva na sustav javne odvodnje u 2009. godini, da bi do 2020. taj postotak bio 56 %. Najveću priključenost stanovnika na sustav javne odvodnje ima Danska i iznosi 92 %.

Na slici 7 vidljiva je ogromna razlika u količinama ispuštenih otpadnih voda u zemljama EU-a. Prema podacima za 2021. godinu Hrvatska je ispuštala 200,82 milijuna kubnih metara otpadnih voda, a Francuska 5.092,03 milijuna kubnih metara.

U skladu s razvijenošću pojedine države, brojem stanovnika i priključenosti na sustav javne odvodnje je i količina proizvedenog i odlaganog mulja s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (slika 8). Za očekivati je da će se količine mulja smanjivati u budućnosti kad



Slika 8: Proizvodnja i odlaganje mulja (izrada autora prema: Eurostat, Statistics 2023c)



Slika 9: Broj planiranih projekata izgradnje UPOV-a (Europska komisija 2016)

se pojača povezanost pročišćavanja otpadnih voda i kružnog gospodarstva.

Prema osmom izvješću o stanju provedbe i programima za provedbu (kako se zahtijeva člankom 17.) Direktive Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda na slici 9 prikazan je broj planiranih projekata izgradnje sustava prikupljanja i uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda zemalja EU-a.

Većina planiranih projekata nalazi se u EU-13. Ostali se nalaze u državama članicama koje su dalje od postizanja ciljeva (npr. Italija i Španjolska), državama članicama s predstojećim rokovima za nedavno proglašena osjetljiva područja (npr. Francuska) ili s infrastrukturom koja je bila usklađena, ali ju je potrebno obnoviti. Planiranom infrastrukturom za pročišćavanje obuhvaćeno je 7 % ukupnog tereta onečišćenja generiranog u EU-u (43 milijuna ES). Ukupna predviđena ulaganja potrebna za izgradnju novih projekata nužnih za postizanje potpune usklađenosti s Direktivom procjenjuju se na 22 milijarde eura jednoliko raspoređene na infrastrukturu za prikupljanje i infrastrukturu za pročišćavanje.

4. ZAKLJUČAK

Pročišćavanje otpadnih voda prije ispuštanja u okoliš nužno je radi zaštite okoliša, očuvanja kakvoće voda, zaštite ljudskog zdravlja. Prema dokumentaciji Hrvatskih voda o stanju odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda na kraju 2018. godine, evidentirana su 293 sustava javne odvodnje, 131 na vodnom području rijeke Dunav i 162 na jadranskom vodnom području. Na

njih je priključeno 2.345.180 stanovnika (55 % ukupnog stanovništva prema popisu 2011.). Pročišćavanjem otpadnih voda obuhvaćeno je 1.842.884 stanovnika (43 % ukupnog stanovništva), priključenih na 195 aktivnih komunalnih uređaja za pročišćavanje otpadnih voda različitih stupnjeva pročišćavanja. Na vodnom području rijeke Dunav prevladava II. stupanj pročišćavanja, a na jadranskom vodnom području prethodni stupanj pročišćavanja s podmorskim ispustom. Postoji još 18 izgrađenih uređaja za pročišćavanje koji nisu u funkciji (Plan upravljanja vodnim područjima do 2027., NN 84/23). U Hrvatskoj je velik broj naselja s manje od 500 stanovnika (5.387 naselja) u kojima živi oko 800.000 stanovnika. U tim naseljima je vrlo teško uspostaviti centralno (organizirano) pročišćavanje otpadnih voda. Isto tako problem u Hrvatskoj je dosta stara kanalizacijska

infrastruktura (u velikim gradovima ima dijelova kanalizacijske mreže koja je starija od 50, pa i 70 godina) u koju se prvo mora uložiti da bi se osigurao odvod otpadnih voda na uređaj za pročišćavanje. Prilikom pročišćavanja otpadnih voda na klasičnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda proizvodi se veća količina mulja u odnosu na alternativne uređaje za pročišćavanje koji u Hrvatskoj s obzirom na koncentriranost stanovništva i terenske uvjete imaju velike mogućnosti primjene. Trenutno stanje pročišćavanja otpadnih voda u Hrvatskoj na niskoj je razini u usporedbi s većinom zemalja EU-a. Hrvatska mora značajno uložiti u komunalnu infrastrukturu, utjecati na priključenost stanovništva na komunalne infrastrukture; značajno primijeniti načela akcijskog plana kružnog gospodarstva na području pročišćavanja otpadnih voda. ■

LITERATURA

Degoricija Lončar, Z.; Filipović, V. 2019. Metodologija kombiniranog pristupa - od donošenja do primjene. *Hrvatske vode*. 27/107: 43-52.

Državni zavod za statistiku, DZS 2022. *Javna odvodnja u 2021*. Priopćenje. Zagreb <https://podaci.dzs.hr/2022/hr/29090> (pristupljeno 18. srpnja 2023.).

Državni zavod za statistiku, DZS 2023. Tablica 1.2. *Ispuštanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje po sljevovima, tis.m3*. https://web.dzs.hr/PXWeb/Selection.aspx?px_path=Okolis_Statistika+voda_Javna+odvodnja&px_tableid=JO12.px&px_language=hr&px_db=Okolis&rxid=98c53daf-712f-48b6-96b5-d9d1a3615512 (pristupljeno 2. srpnja 2023.).

European Commission Communication from the Commission 2019. The European Green Deal. COM no. 640. European Commission. Brussels. Belgium.

Europska komisija 2016. *Izvešće Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija*. Osmo izvešće o stanju provedbe i programima za provedbu (kako se zahtijeva člankom 17.) Direktive Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda.

Eurostat, Statistics 2023a Population connected to wastewater treatment plants 2023. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WW_CON/default?lang=en (pristupljeno 4. srpnja 2023.).

Eurostat, Statistics 2023b Generation and discharge of wastewater in volume 2023. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ww_genv/default?lang=en&category=env.env_wat.env_nwat (pristupljeno 30. siječnja 2024.).

Eurostat, Statistics 2023c Sewage sludge production and disposal 2023. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WW_SPD/default?lang=en (pristupljeno 4. srpnja 2023.).

Hidroprojekt-ing Zagreb, Hidroing Osijek, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH 2020. *Izvršni*

sažetak - akcijski plan za korištenje mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na pogodnim površinama. https://voda.hr/sites/default/files/dokumenti/akcijski_plan_za_koristenje_mulja_iz_upov-a_na_pogodnim_povrsinama_-_izvrсни_sazetak.pdf.

Kosek, K.; Luczkiewicz, A.; Fudala-Ksiazek, S.; Jankowska, K.; Szopinska, M.; Svahn, O.; Tränckner, J.; Kaiser, A.; Langas, V.; Björklund, E. 2020. Implementation of Advanced Micropollutants Removal Technologies in Wastewater Treatment Plants (WWTPs)—Examples and Challenges Based on Selected EU Countries. *Environmental Science & Policy*. 112: 213–226. DOI: 10.1016/j.envsci.2020.06.011.

Vranar, Z. 2021. *Izvešće o uređajima za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda iz Registra onečišćavanja okoliša za 2020. godinu*. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/022_reg_oneciscivaca/lzvjescja/lzve%C5%A1%C4%87e_UPOVi_2020_Final.pdf (pristupljeno 14. srpnja 2023.).

Vranar, Z. 2022. *Izvešće o ispustima i uređajima za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda iz Registra onečišćavanja okoliša za 2021. godinu*. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja.

Metodologija primjene kombiniranog pristupa. Uz Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. 2018. *Hrvatske vode*. Zagreb.

Morris, L.; Colombo, V.; Hassell, K.; Kellar, C.; Leahy, P.; Long, S. M.; Myers, J. H.; Pettigrove, V. 2017. Municipal Wastewater Effluent Licensing: A Global Perspective and Recommendations for Best Practice. *Science of The Total Environment*. 580: 1327–1339. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.096.

Narodne novine. Službeni list Republike Hrvatske 2020. Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda, NN 26/20.

Narodne novine. Službeni list Republike Hrvatske 2023. Plan upravljanja vodnim područjima do 2027., NN

84/23, 2023.

Obradović, D.; Šperac, M.; Marenjak, S. 2020. Pristup uslugama vodoopskrbe i odvodnje. *Zbornik radova GEO-EXPO 2020*. Gl. ur. Zekan, S. Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini. 10-16.

Preisner, M.; Smol, M.; Horttanainen, M.; Deviatkin, I.; Havukainen, J.; Klavins, M.; Ozola-Davidane, R.; Kruopiene, J.; Szatkowska, B.; Appels, L. i dr. 2022. Indicators for Resource Recovery Monitoring within the Circular Economy Model Implementation in the Wastewater

Sector. *Journal of Environmental Management*. 304: 114261. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.114261.

Sikosana, M. L.; Sikhwivhilu, K.; Moutloali, R.; Madyira, D. M. 2019. Municipal Wastewater Treatment Technologies: A Review. *Procedia Manufacturing*. 35: 1018–1024. DOI: 10.1016/j.promfg.2019.06.051.

Smol, M. 2023. Circular Economy in Wastewater Treatment Plant - Water, Energy and Raw Materials Recovery. *Energies*. 16: 3911. DOI: 10.3390/en16093911.

AN OVERVIEW OF URBAN WASTEWATER TREATMENT IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Abstract: Of the total amount of urban wastewater in the Republic of Croatia, about 80% is treated prior to its discharge into the environment. This amount of treated urban wastewater includes the implementation of different treatment levels. Depending on the settlement size, wastewater is treated in conventional wastewater treatment plants or alternative plants, such as constructed wetlands and wastewater lagoons as well. By joining the European Union, the Republic of Croatia assumed the rights and obligations applied in the European Union. In order to ensure the treatment of wastewater, it is also necessary, in addition to treatment plants, to have an adequate integrated sewerage system and the population connected to it. The management of sludge from wastewater treatment plants should be aligned with the principles of the Circular Economy Action Plan. A continuous decline in population, particularly in smaller settlements, enables the use of different, more environmentally friendly wastewater collection and treatment systems. The paper will provide a comparative overview of the status of urban wastewater treatment in the Republic of Croatia and in selected EU countries.

Keywords: circular economy; sludge; wastewater collection system; wastewater treatment plant

REINIGUNG KOMMUNALER ABWÄSSER IN DER REPUBLIK KROATIEN

Zusammenfassung: Etwa 80 % der Gesamtmenge an kommunalem Abwasser in der Republik Kroatien wird vor der Einleitung in die Umwelt behandelt, wobei unterschiedliche Reinigungsgrade erzielt werden. Abhängig von der Größe der Siedlung wird das Abwasser in konventionellen Kläranlagen aber auch in alternativen Anlagen, wie z.B. in Feuchtgebieten und Biolagunen, behandelt. Durch den Beitritt zur Europäischen Union ist das europäische Recht auf die Republik Kroatien anwendbar geworden. Das bedeutet, dass für die Sicherstellung der Abwasserbehandlung neben einer Aufbereitungsanlage auch ein ausreichendes Entwässerungssystem mit Anschluss auf das Entwässerungssystem für jedes Haus benötigt wird. Die Bewirtschaftung von Klärschlämmen sollte auf die Grundsätze des Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft ausgerichtet sein. Der kontinuierliche Rückgang der Einwohnerzahlen, insbesondere in kleineren Gemeinden, ermöglicht den Einsatz verschiedener und umweltverträglicherer Entwässerungs- und Abwasserbehandlungssysteme. Der Beitrag bietet einen vergleichenden Überblick über den Stand der kommunalen Abwasserbehandlung in der Republik Kroatien und in ausgewählten Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

Schlüsselwörter: Kreislaufwirtschaft, Schlamm, Abwasserentsorgungssystem, Abwasserbehandlungsanlage