

doc. dr. Darko Drev, univ. dipl. inž. kem. inž.
darko.drev@gmail.com
Skaletova ulica 14a, 3000 Celje



doc. dr. Mario Krzyk, univ. dipl. inž. grad.
mario.krzyk@fgg.uni-lj.si
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana



Pregledni znanstveni članek
UDK: 551.577.38:628.32(497.4)

RAZISKAVA MOŽNOSTI UPORABE USTREZNO ČIŠČENE ODPADNE VODE IZ CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE KOPER IN CENTRALNE KOMUNALNE ČISTILNE NAPRAVE PIRAN

STUDY ON THE POSSIBILITY OF USING PROPERLY TREATED WASTEWATER FROM WWTP KOPER AND WWTP PIRAN

Povzetek

Na slovenski obali je v sušnem obdobju veliko pomanjkanje pitne vode. Rižanski vodovod nima ustreznih zmogljivosti, zato dokupuje vodo iz Hrvaške in Krasa. Kljub temu se pojavlja potreba po redukcijah vode v poletnih mesecih. Količino manjkajoče vode bi lahko zmanjšali, če bi odpadno vodo na čistilnih napravah Koper in Piran ustrezno čistili in nato uporabili. Za to ne bi bila potrebna velika finančna sredstva, ampak ustrezne rekonstrukcije CCN Koper in CKČN Piran. Uporaba vode, ki vsebuje določene koncentracije hranil, ne moti nekaterih proizvodno industrijskih procesov, bi pa bila koristna za kmetijstvo, s čimer bi zmanjšali vnos dodatnih količin hranil na kmetijska zemljišča. Za uporabo ustrezno čiščene vode v tehnološke, kmetijske ali sanitarne namene bi bilo treba zagotoviti njen transport do potencialnih porabnikov.

Ključne besede: odpadna voda, čistilne naprave, membranske čistilne naprave, ponovna raba vode

Summary

The Slovenian coast suffers from great lack of drinking water in the dry season. The Rižana water supply system does not have sufficient capacity and therefore buys water from Croatia and the Karst region. However, water consumption needs to be reduced during the summer months. The lack of water could be reduced if the wastewater at the Koper and Piran wastewater treatment plants was properly treated and then used. The use of water containing certain concentrations of nutrients does not affect some industrial production processes, and it would be beneficial to agriculture because fewer additional nutrients would need to be applied to agricultural land. This would not require any major financial resources, but only a proper reconstruction of the Koper and Piran wastewater treatment plants. In order to use the treated water properly for technological, agricultural or sanitary purposes, its transport to potential users would have to be ensured.

Key words: wastewater, wastewater treatment plants, membrane wastewater treatment plants, water reuse

1 UVOD

Sprememba klimatskih razmer tudi v Sloveniji povzroča pomanjkanje vode za kmetijske namene, v nekaterih delih pa tudi pitne vode. V članku se omejujemo predvsem na obalno območje, kjer se že vrsto let v poletnih mesecih pojavlja pomanjkanje pitne vode, saj se zaradi suše bistveno zmanjša razpoložljiva količina vode iz katere se oskrbuje Rižanski vodovod. V tem času je tudi glavna turistična sezona, zaradi katere se znatno poveča potreba po vodi iz vodovodnega omrežja. Že vrsto let v tem obdobju Rižanski vodovod nima dovolj lastnih vodnih virov, zato kupuje vodo predvsem iz Hrvaške. Vendar so tudi ti vodni viri omejeni. Kot posledica takšnega stanja, se omejuje poraba vodovodne vode. To je bilo še posebej izrazito v poletju leta 2022. Strokovnjaki in politika so že več let usmerjeni k iskanju drugih vodnih virov iz območja Notranjske in Krasa (vodni zbiralniki, itd.). Zelo malo se pa govori o možnosti, da bi se za določene namene uporabljala ustrezno čiščena, oziroma obdelana odpadna voda. S tem bi lahko pokrili primanjkljaj vode iz javnega vodovodnega omrežja Rižanski vodovod. Letna količina čiščene odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav CČN Koper [NLZOH, 2020a] in CKČN Piran [NLZOH, 2020b] je bila v letu 2020 približno takšna, kot jo je tega leta distribuiral Rižanski vodovod [RVK, 2020]. Rižanski vodovod je v letu 2020 dobavil prebivalstvu in gospodarskim družbam 8.904.357 m³ pitne vode [Rižanski vodovod, 2020]. Od te količine je bilo 7.311.221 m³ iz vodnega vira Rižana (82,11 %), 496.113 m³ (5,57 %) iz vodnega vira Bužini in Gabrieli, 540.396 m³ (5,07 %) iz vodnega vira Klariči (Kraški vodovod Sežana) in 556.627 m³ (6,25 %) iz vodnega vira Gradole in Sv. Ivan (Istarski vodovod, Buzet, Hrvaška).

Po podatkih SURS [SURs, 2023] je bila v Sloveniji v letu 2021 letna količina načrpane vode na prebivalca 82,3 m³, porabljene pa 59,4 m³. Povprečna dnevna poraba vode na prebivalca je tako 162,7 l. V tej količini je zajeta znatna količina vodovodne vode, ki ni namenjena gospodinjstvi rabi, oziroma pokrivanju prehrabmenih ter higienskih in drugih potreb prebivalstva (zalivanje vrtov, pranje avtomobilov, itd.).

Povprečna poraba vode v gospodinjstvih se v zadnjih letih nekoliko zmanjšala [SURs, 2023]. Pri načrtovanju vodovodov se običajno upošteva poraba na prebivalca 150 l/dan. Poleg ekonomskih razlogov in spremenjenega odnosa prebivalstva do porabe pitne vode, je uporaba modernejših gospodinskih naprav (pralni stroj, pomivalni stoj, itd.) vplivala na zmanjšanje količine porabljene vode v gospodinjstvih. Manjša se tudi poraba vode pri pranju avtomobilov (kompresor) in zalivanju (kapljični sistem). Vendar ni možno doseči manjše porabe iz naravnih virov od 100 l/prebivalca brez ustrezne ponovne rabe že uporabljene vode (reciklaže). Od skupne količine 100–150 l/dan se porabi za pitje in kuhanje le 10–20 l. To je voda, ki mora biti zdravstveno neoporečna, oziroma v celoti ustrezati kriterijem Pravilnika o pitni vodi [UL RS, 2017]. Za ostale potrebe v gospodinjstvu (WC, pranje, zalivanje vrtov, itd.) je pomembno predvsem to, da je mikrobiološko neoporečna. Takšno vodo lahko zagotovimo z ustreznim čiščenjem na KČN. Tako očiščena odpadna voda ustreza tudi za tehnološke namene in namakanje v kmetijstvu.

2 METODE

Za potrebe analize možnosti zmanjšanja potreb po pitni vodi na Slovenski obali smo analizirali učinke čiščenja odpadnih voda nekaterih večjih čistilnih naprav v Sloveniji ter porabo vode na obravnavanem območju. Za analizo stanja kakovosti čiščene odpadne vode iz KČN smo uporabili letna poročila o obratovalnih monitoringih KČN v Sloveniji za obdobje 2015–2020. V članku navajamo podatke le za pet KČN, ki so približno enake velikosti in različnih tehnologij čiščenja. Podatki o delovanju KČN so pridobljeni na podlagi dolgoletnih raziskav in podatkov iz obratovalnih monitoringov.

Za oceno stanja vodooskrbe na Slovenski obali smo uporabili podatke Letnega poročila 2020 za Rižanski vodovod [Rižanski vodovod, 2020]. Podatke o membranah, namenjenih čiščenju odpadnih voda in njihovi uporabi, smo pridobili na podlagi lastnih raziskav, izkušenj iz inženirske prakse ter strokovne literature.

3 PRIMERJAVA DELOVANJA CČN KOPER, CKČN PIRAN, CČN NOVO MESTO, CČN NOVA GORICA IN CČN ŠALEŠKE DOLENE (VELENJE) Z VIDIKA MOŽNOSTI UPORABE ČIŠČENE ODPADNE VODE

V letnem poročilu 2021 za CČN Koper so navedeni naslednji podatki o kakovosti čiščene odpadne vode:

Letna količina čiščene odpadne vode: 5.668.820 m³
Povprečna dnevna količina čiščena odpadne vode: 15647,7 m³
Izmerjene koncentracije neraztopljenih snovi: od 1,7 do 34,0 mg/l
Izmerjene koncentracije NH₄⁺: od 0 do 9,7 mg N/l
Izmerjene koncentracije N_{cel}: od 0 do 12 mg N/l
Izmerjene koncentracije P_{cel}: od 0,45 do 2,15 mg P/l
Izmerjene koncentracije KPK: od 10 do 93 mg O₂/l
Izmerjene koncentracije BPK₅: od 0 do 15 mg O₂/l

V letnem poročilu 2020 za CKČN Piran so navedeni naslednji podatki o kakovosti čiščene odpadne vode:

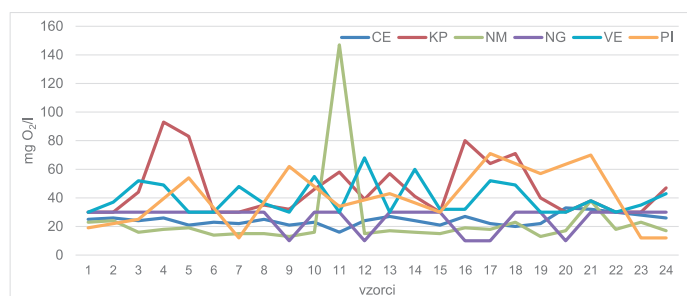
Letna količina čiščene odpadne vode: 2.165.595 m³
Povprečna dnevna količina čiščena odpadne vode: 6.008 m³
Izmerjene koncentracije neraztopljenih snovi: od 1,0 do 26,0 mg/l
Izmerjene koncentracije NH₄⁺: od 0 do 2,0 mg N/l
Izmerjene koncentracije N_{cel}: od 3,7 do 8,2 mg N/l
Izmerjene koncentracije P_{cel}: od 0,44 do 1,95 mg P/l
Izmerjene koncentracije KPK: od 12 do 71 mg O₂/l
Izmerjene koncentracije BPK₅: od 0 do 11 mg O₂/l

V letnem poročilu 2020 za KČN Novo mesto so navedeni naslednji podatki o kakovosti čiščene odpadne vode:

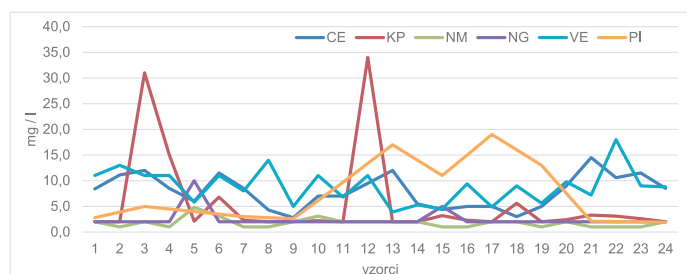
Letna količina čiščene odpadne vode: 1.558.295 m³
Povprečna dnevna količina čiščena odpadne vode: 4.205,8 m³
Izmerjene koncentracije neraztopljenih snovi: 0,0–4,8 mg/l
Izmerjene koncentracije NH₄⁺: od 0,0 do 0,53 mg N/l
Izmerjene koncentracije N_{cel}: od 2,7 do 9,5 mg N/l
Izmerjene koncentracije P_{cel}: od 0,75 do 1,6 mg P/l
Izmerjene koncentracije KPK: od 13 do 38 mg O₂/l
Izmerjene koncentracije BPK₅: od 0 do 7 mg O₂/l

Podatki o sestavi čiščene odpadne vode na posameznih čistilnih napravah, CČN Koper, CKČN Piran in KČN Novo mesto [NLZOH, 2020c] so podobni tudi v ostalih letnih poročilih za obdobje 2015 – 2021. Pri CČN Koper in CKČN Piran ni zagotovljenega ustreznega mikrobiološkega čiščenja, zato je voda na iztoku iz KČN mikrobiološko onesnažena. Na KČN Novo mesto se vsa odpadna voda pred iztokom iz KČN prefiltrira na ultrafiltracijskih membranah [Ilar, 2015]. Membransko filtracijo sestavljajo 4 linije z vgrajenimi kasetami, skupne površine membran 20.350 m². Zato je mikrobiološko očiščena. Vsebuje tudi nižje vrednosti ostalih onesnaževal v primerjavi s CČN Koper in CKČN Piran.

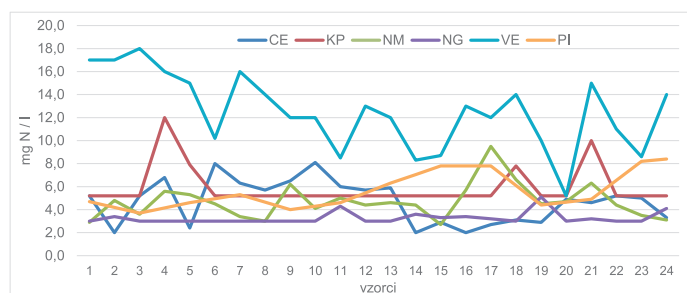
Na sliki 1 je prikazana vsebnost KPK na iztokih iz KČN Celje, Koper, Novo mesto, Nova Gorica in Velenje za leto 2020. CČN Koper in KČN Celje imata približno enako tehnologijo čiščenja (pretočna tehnologija s suspendirano biomaso). Na KČN Velenje je tehnologija s pritrjeno biomaso na plavajočem nosilcu (MBBR). Na KČN Novo mesto in KČN Nova Gorica se uporablja membranski biološki reaktor (MBR). Iz slike je razvidno, da je MBR tehnologija bistveno učinkovitejša pri čiščenju KPK, neraztopljenih snoveh in celokupnem dušiku. Podobno velja tudi za druge parametre, ki se merijo pri obratovalnem monitoringu KČN (BPK5, celokupni fosfor).



Slika 1. KPK na iztoku iz KČN po mesecih v letu 2020.



Slika 2. Vsebnost neraztopljenih snovi na iztoku iz KČN v letu 2020.



Slika 3. Vsebnost celotnega dušika na iztoku iz KČN v letu 2020.

Na sliki 2 je prikazana vsebnost neraztopljenih snovi na iztokih iz KČN Celje, Koper, Novo mesto, Nova Gorica in Velenje. Iz slike je razvidno, da MBR ČN skoraj v celoti očistijo vse neraztopljene snovi iz odpadne vode. To je tudi pričakovano, saj se vsa odpadna voda prefiltrira na ultrafiltracijskih membranah.

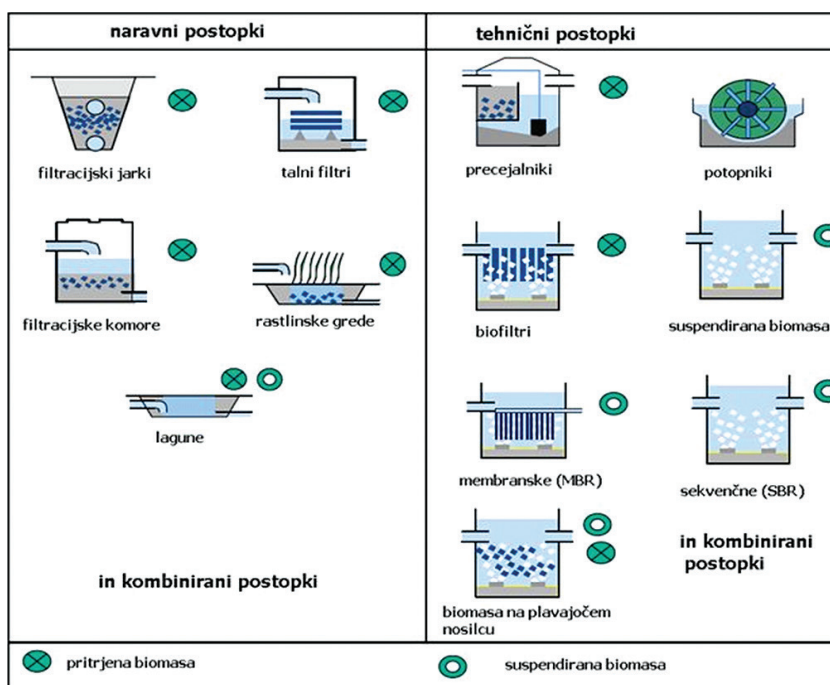
Na sliki 3 je prikazana vsebnost celokupnega dušika na iztokih iz KČN Celje, Koper, Novo mesto, Nova Gorica in Velenje. Tudi v tem primeru se je pokazalo, da MBR ČN bistveno učinkoviteje odstranjujejo dušikove spojine iz odpadne vode kot druge tehnologije. Iz slike je razvidno, da pri nobeni KČN vsebnost celotnega dušika ni presegla vsebnosti 50 mg N/l, ki je mejna vrednost za vsebnost nitratov v pitni vodi [UL RS, 2017].

4 RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJ ČIŠČENJA ODPADNIH VODA Z VIDIKA MOŽNE UPORABE ČIŠČENE ODPADNE VODE

Različne tehnologije aerobnega čiščenja odpadnih voda dosega različne učinke čiščenja [Gray, 1999]. V praksi se izbira tehnologije čiščenja odpadnih voda večinoma ne izbira glede na učinke čiščenja, ampak glede na druge zahteve (razpoložljivi prostor, nihanja v količini in obremenitvi, cena, itd.). Sekvenčna tehnologija (SBR) se na primer uporablja, kadar niso prisotna velika nihanja v količini in obremenitvi odpadne vode. Rastlinska čistilna naprava (RČN) se uporablja v ruralnem okolju, kjer je veliko razpoložljivega zemljišča. Za enega povprečnega prebivalca (IPE) je potrebno 5 m². Digestija odvečnega blata iz čistilne naprave je ekonomsko upravičena takrat, ko je na razpolago dovolj blata in sicer pri KČN velikosti vsaj 70.000 PE. MBR ČN se uporabljajo predvsem takrat, ko zahtevamo mikrobiološko očiščeno vodo in imamo na razpolago relativno malo prostora. V novejšem času pa se uporabljajo MBR ČN predvsem zaradi možnosti uporabe čiščene vode za namakanje v kmetijstvu, ter sanitarne in tehnološke namene. To je bil tudi glavni razlog, da so v Poreču v Istri zgradili MBR ČN.

Slovenki predpisi na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda favorizirajo aerobne tehnologije čiščenja ([UL RS, 2015], [UL RS, 2022]). To je tudi logično, saj ima takšno usmeritev tudi Direktiva 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode [UL EU, 1991]. Aerobne tehnologije, ki so prikazane na sliki 4 [Drev, 2022], uporabljajo na KČN Celje, Koper, Novo mesto, Nova Gorica in Velenje.

Pravilnik o pitni vodi [UL RS, 2017] ima v prilogah navedene parametre, ki so pomembni za ugotavljanje zdravstvene ustreznosti pitne vode. Pri tem so najpomembnejši mikrobiološki parametri. V pravilniku so navedene samo bakterije, ki se kontrolirajo. Po potrebi pa se lahko kontrolirajo tudi paraziti in virusi. Virusi običajno ne preživijo dolgo v vodi, zato se večinoma ne kontrolirajo. Najbolj obstojni so paraziti in spore, ki se odstranjujejo iz vode kot suspendirane snovi. Med problematične parametre, ki se pojavijo v čiščeni odpadni vodi lahko štejemo nitrate, sulfate in natrij. Mejne vrednosti za pitno vodo so: 50 mg/l za NO₃⁻, 200 mg/l za Na⁺ in 250 mg/l za SO₄²⁻. Iz slike 3 je razvidno, da pri nobeni od obravnavanih KČN celokupni dušik (N_{cel}) pri nobeni meritvi ni presegal mejne vrednosti 50 mg N/l. Celokupni dušik navadno vsebuje nitratnega dušika (NO₃⁻) med 60 – 90 %, ostalo je dušik po Kjeldahlu in nitritni dušik (NO₂⁻).



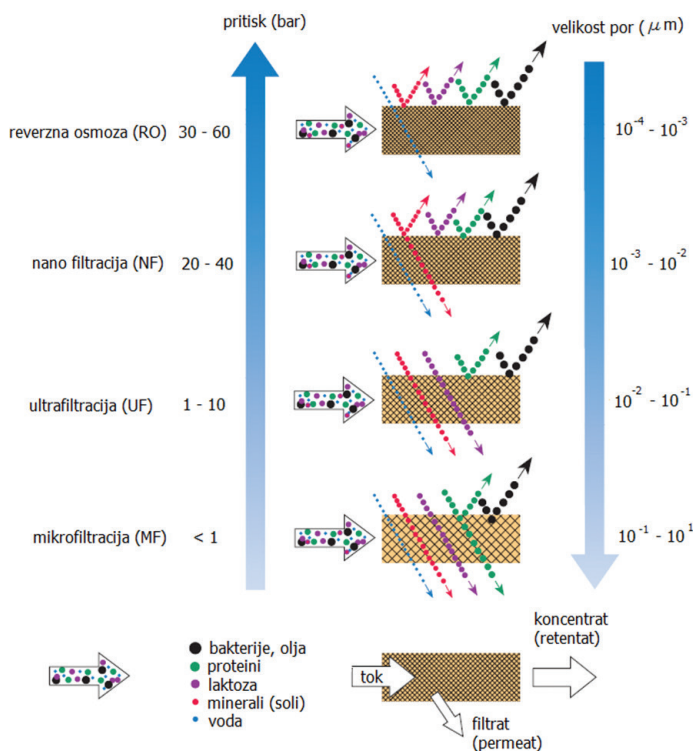
Slika 4. Glavni tehnološki postopki čiščenja odpadnih voda [Drev, 2022].

Povečane vsebnosti sulfatov v čiščeni odpadni vodi navadno ne pričakujemo, če ni na KČN povezan industrijski onesnaževalec, pri katerem nastajajo sulfati. Zato se verjetno pojavlja v odpadni vodi iz KČN Celje nekoliko povečana vsebnost SO_4^{2-} .

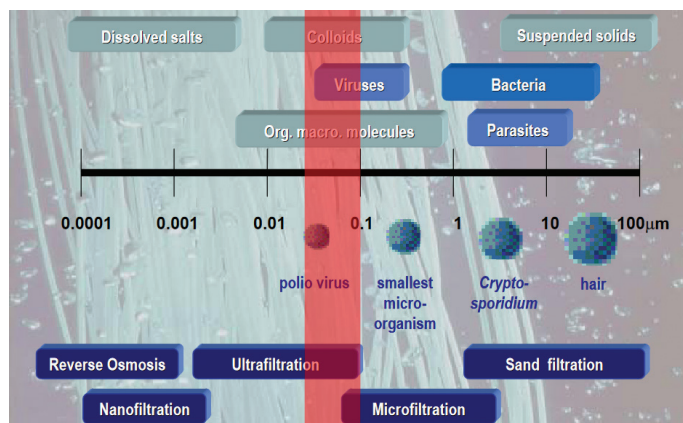
Razlog za to so prisotne tehnološke odpadne vode v odpadni vodi. Na CČN Koper in CKČN Piran ne pričakujemo povečane vsebnosti SO_4^{2-} , ker ni dotoka onesnaženih tehnoloških voda.

Na sliki 5 so prikazane različne separacijske sposobnosti filtracijskih membran. Razvidno je, da z ultrafiltracijo odstranimo iz odpadne vode vse bakterije in proteine. Z ultrafiltracijo odstranimo delce, ki so večji od velikostnega reda $10^{-1} - 10^{-2} \mu\text{m}$, kar pomeni, da odstranimo tudi viruse, mineralna olja, ostanke pesticidov, itd.

Na sliki 6 je prikazano področje separacije ultrafiltracijskih membran Zenon [Jeffery, 2005], ki se uporabljajo na KČN Novo mesto. Razvidno je, da se odstranijo iz odpadne vode vsi paraziti, bakterije, virusi in skoraj vse organske makromolekule. V celoti se odstranijo tudi suspendirane snovi, mineralna olja, težkohlupne lipofilne snovi, večina pesticidov in herbicidov,



Slika 5. Različne separacijske sposobnosti filtracijskih membran [Drev, 2013].



Slika 6. Separacijska sposobnost ultrafiltracijskih membran Zenon [Jeffery, 2005].

itd. Z ultrafiltracijskimi membranami ni možno odstraniti raztopljenih onesnaževal. Za to bi potrebovali reverzno osmozo, ki se lahko uporablja za pridobivanje sladke vode iz morja. Ta postopek pa je zelo drag, saj je za premagovanje osmotskega tlaka potreben velik tlak, kar je razvidno iz slike 5.

5 REZULTATI IN DISKUSIJA

Raziskava je pokazala, da vsak dan odteče iz CČN Koper in CKČN Piran približno enaka količina vode, kot se porabi pitne vode iz Rižanskega vodovoda. Iz CČN Koper odteka čiščena odpadna voda v reko Rižano malo pred njenim iztokom v morje, kjer so javna kopališča in gojišča školjk. Odvajanje prečiščene vode iz CKČN Piran je po dveh podmorskih izpustih dolžine 3600 m in 3450 m z difuzorjem na koncu. V obeh primerih sta odpadni vodi mikrobiološko oporečni, kar ni primerno z vidika varovanja mikrobiološke kakovosti kopalnih voda ter gojenja školjk. V tem članku ne obravnavamo negativnih vplivov mikrobiološko neočiščene odpadne vode iz CČN Koper in CKČN Piran na kakovost morja, vendar želimo poudariti možnost ponovne uporabe ustrezno obdelane odpadne vode, predvsem v kmetijske ali industrijske namene. Možnost ponovne rabe čiščene vode iz čistilnih naprav na Obalnem območju je aktualna v zadnjem desetletju, ko se, zaradi povišanih atmosferskih temperatur in povečane potrebe po vodi, vsako leto bolj čutijo posledice pomanjkanja vode v poletnem času. Primer možne ponovne rabe vode iz čistilnih naprav je bila predstavljen leta 2013 na 3. problemski konferenci komunalnega gospodarstva [Kompere, 2013].

Omenjeni pristop k ravnanju z odpadnimi vodami je v skladu s priporočili oziroma predpisi Evropske unije, kjer je v Uredbi 2020/741 o minimalnih zahtevah za ponovno uporabo vode [UL EU, 2020] navedeno, da bi se odzivanje na vse večje obremenitve vodnih virov lahko izboljšalo z bolj razširjeno ponovno uporabo čiščene odpadne vode, omejevanjem odvzemanja iz vodnih teles površinskih voda in vodnih teles podzemnih voda, zmanjševanjem vpliva odvajanja čiščene odpadne vode v vodna telesa in spodbujanjem varčevanja z vodo preko številnih uporab komunalne odpadne vode, ob hkratnem zagotavljanju visoke ravni varstva okolja. Za ponovno uporabo ustrezno čiščene odpadne vode, na primer iz komunalnih čistilnih naprav, se šteje, da ima manjši vpliv na okolje kot drugi alternativni načini oskrbe z vodo. Ponovna uporaba vode za namakanje v kmetijstvu lahko prispeva tudi k spodbujanju krožnega gospodarstva z obnavljanjem hranil iz predelane vode.

Podatki raziskave kažejo, da bi lahko z ustrezno čiščeno odpadno vodo nadomestili od 50 – 80% vseh potreb po vodovodni vodi iz Rižanskega vodovoda. Da bi lahko uporabili čiščeno vodo iz CČN Koper in CKČN Piran, bi bilo treba obe KČN nadgraditi. Zagotoviti bi bilo potrebno ustrezno mikrobiološko čiščenje. Z UV dezinfekcijo bi bilo to relativno enostavno z vidika investicije. Vendar je to relativno drag tehnološki postopek zaradi velike porabe električne energije. Poleg tega je UV dezinfekcija manj učinkovita kot ultrafiltracija. Ultrafiltracija fizično odstrani skoraj vse neraztopljene snovi ter bistveno zniža KPK in celotni dušik. Zato bi bilo smiselno obe KČN nadgraditi v MBR ČN ali pa zagotoviti pri nespremenjeni tehnologiji na koncu še ultrafiltracijo.

Če bi želeli nameniti čiščeno odpadno vodo samo za namakanje v kmetijstvu ter sanitarne in tehnološke namene, na KČN ne bi bila več potrebna denitrifikacija in defosfatizacija. Nitrati in

fosfati v vodi za namakanje so koristna gnojila in ne motijo v vodi za sanitarne in tehnološke namene (WC, pranje, tuširanje, itd.).

6 LITERATURA

Drev, D., Membranske tehnologije - razvrstitev membran po materialu, velikosti por in strukturi ter konstrukcijske rešitve, V: Tehnološke vode '13 : energetika in okolje : strokovno posvetovanje, Ljubljana, 28. in 29. novembra 2013, 2013.

Drev, D., Krzyk, M., Študijsko gradivo, UL FGG, 2022.

Gray, N. F., Water Technology, Arnold, 1999.

Ilar, I., Obratovanje ČN Novo Mesto, 5. konferenca komunalnega gospodarstva, Rogaška Slatina, 2015.

Jeffery, C., ZeeWeed MBR Technology Update, SAWEA Workshop 2005, Zenon Environmental Inc., 2005.

Kompere, B., Integralni pristop k urejanju voda – konkreten predlog za Obalo, 3. problemska konferenca komunalnega gospodarstva, Terme Olimia, 19. – 20. september, 2013, https://konferenca-komunala.gzs.si/pripone/KOMPARE%20Boris_Integralni%20pristop%20k%20urejanju%20voda.pdf, datum vpogleda 10. 05. 2023, 2023.

NLZOH, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Oddelek za okolje in zdravje Koper, Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo Koper za leto 2020, 2020a.

NLZOH, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Oddelek za okolje in zdravje Koper, Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo Piran za leto 2020, 2020b.

NLZOH, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto, Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo Novo mesto za leto 2020, 2020c.

RVK, Rižanski vodovod Koper, Letno poročilo 2020, <https://www.rvk.si/si/o-nas/seznam-strateskih-in-programskih-dokumentov/>, 12 str., 2020.

SURS, spletna stran Statističnega urada Republike Slovenije - <https://www.stat.si/>, Republika Slovenija, Statistični urad, datum vpogleda 18.4.2023, 2023.

UL EU, Direktiva Sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode (91/271/EGS), UL EU št. L 135/40, Uradni list Evropske unije, 1991.

UL EU, Uredba (EU) 2020/741 Evropskega parlamenta in sveta z dne 25. maja 2020 o minimalnih zahtevah za ponovno uporabo vode, UL EU št. L 177/32, Uradni list Evropske unije, 2020.

UL RS, Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav, UL RS št. 45/07, 63/09, 105/10 in 98/15, Uradni list Republike Slovenije, 2015.

UL RS, Pravilnik o pitni vodi, UL RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17, Uradni list Republike Slovenije, 2017.

UL RS, Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, UL RS št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2 in 75/22, Uradni list Republike Slovenije, 2022.