



ČIŠČENJE KOMUNALNE ODPADNE VODE NA OBMOČJU RAZPRŠENE POSELITVE – NOVI PRISTOPI

SABINA SENICA¹, ALEŠ LEVIČAR²,
ŠPELA ARH MARINČIČ³, IZTOK AMERŠEK⁴

Povzetek

Razumevanje tehnologij čiščenja komunalnih odpadnih voda in poznavanje možnosti izbire individualnih malih komunalnih čistilnih naprav je ključnega pomena za njihovo ustrezno obratovanje. S projektom Učinkovito čiščenje odpadnih voda za ohranjanje vodnih virov, akronim VARUJVODO, smo občanom posavskih občin zagotovili brezplačno svetovanje, kjer prejmejo strokovne informacije glede izbire, vgradnje in vzdrževanja malih komunalnih čistilnih naprav. V sklopu projekta smo razvili malo komunalno čistilno napravo s filtrnim medijem. Deluje po načelu bioloških procesov, ki potekajo v naravi. Naprava je enostavna za upravljanje in vzdrževanje ter za delovanje ne potrebuje elektromehanske opreme. Prekrita je z zemljino in zatravljena s travinjem ter tako neopazna. Je pohodna, njena površina pa primerna za raznovrstne dejavnosti. Z vzpostavitvijo nove tehnologije čiščenja želimo s pristopom ekološkega inženirstva vzpostaviti individualni pristop k iskanju sonaravne rešitve za ohranjanje okolja in zdravja uporabnika.

Ključne besede: komunalna odpadna voda, ozaveščanje, pilotna mala komunalna čistilna naprava, razpršena poselitev, svetovalna pisarna, zaščita voda.

Abstract

Understanding municipal wastewater treatment technologies and having knowledge of the opportunity to choose individual small wastewater treatment plants is of key importance for their appropriate operation. With the »Efficient treatment of wastewater for the conservation of water resources« (VARUJVODO) project, we provided free consultation to the residents of the municipalities of the Posavje region, where they can receive technical information regarding the selection, installation and maintenance of small wastewater treatment plants.

1 Sabina Senica, mag. san. inž., Kostak, komunalno in gradbeno podjetje, d. d.

2 Aleš Levičar, mag. inž. energ., Kostak, komunalno in gradbeno podjetje, d. d.

3 Špela Arh Marinčič, univ. dipl. inž. grad., Kostak, komunalno in gradbeno podjetje, d. d.

4 Iztok Ameršek, dipl. san. inž., Aquaplant, zelene tehnologije, d. o. o.



As part of the project, we have developed a small wastewater treatment plant with a filtration medium that works according to the principles of nature-based processes. The plant is easy to use and maintain and does not need electromechanical equipment in order to operate efficiently. It is placed under the ground and covered with grass, blending with the environment and thus unnoticeable. It may be walked over and the surface is suitable for various activities. By implementing this new treatment technology, we wish to apply ecological engineering in order to establish an individual approach in seeking a nature-friendly solution for the preservation of the environment and the health of users.

Keywords: consultancy office, dispersed population, municipal wastewater, pilot wastewater treatment plant, raising awareness, water conservation.

1. UVOD

Stopnja urbanizacije, ki omogoča analitičen vpogled v gosto in redko poseljena območja za Slovenijo, prikazuje, da se 166 od 212 občin uvršča med redko poseljena območja ali podeželska območja (Eurostat, 2020). Obvezna opremljenost objektov z malimi komunalnimi čistilnimi napravami (MKČN) na območjih z razpršeno poselitvijo izven aglomeracij je v slovenskem pravnem redu opredeljena z Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15, 76/17, 81/19).

Družba Kostak, komunalno in gradbeno podjetje, d. d., je izvajalka gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občinah Krško ter Kostanjevica na Krki. V sklopu izvajanja aktivnosti nadzorov MKČN na terenu smo opazili veliko praznino pri poznavanju njihovega namena, kaj šele delovanja in možnosti izbire. Zaznali smo tudi, da zaradi pomanjkljivih informacij, ki so jih lastniki prejeli, veliko naprav ni obratovalo ustrezno, kar pa je posledično pomenilo, da kljub izvedenim investicijam lastnikov objektov namen ureditve odvajanja in čiščenja ni bil dosežen. Tako se je porodila ideja o skupnem pristopu k reševanju problematike, ki je za človeka tako zelo pomembna, tj. ohranjanje vodnega okolja, obenem pa je bil to tudi glavni povod za začetek projekta VARUJVODO.

V sklopu projekta smo v družbi Kostak razvili MKČN s filtrnim medijem. Naprava je produkt lastnega znanja in predstavlja novo tehnologijo čiščenja komunalnih odpadnih voda (KOV) v individualnih sistemih ter se neopazno in nemoteče vključuje v naravno okolje. Primarno vodilo pri načrtovanju je bilo upoštevati standarde skupine SIST EN 12566, doseganje predpisanih okoljskih standardov kakovosti za izpust očiščene KOV, enostavno upravljanje in vzdrževanje, uporaba materialov, pridobljenih v lokalnem okolju, ohraniti uporabo že obstoječih objektov (greznica), delovanje brez elektromehanske opreme ter raziskati možnosti ponovne uporabe očiščene KOV. Tehnologija združuje do zdaj uporabljene dobre prakse čiščenja odpadnih voda in izpolnjuje okoljske standarde kakovosti ter predpise s predmetnega področja.

V projektu VARUJVODO smo se povezali partnerji iz javnega, gospodarskega in nevladnega sektorja: Občina Krško, Kostak, komunalno in gradbeno podjetje, d. d., Javno podjetje Komu-

nala Brežice, d. o. o., Javno podjetje Komunala, d. o. o., Sevnica ter Zavod Svibna, regijski zavod za ohranjanje in trajnostni razvoj podeželja. Projekt je bil sofinanciran iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje.

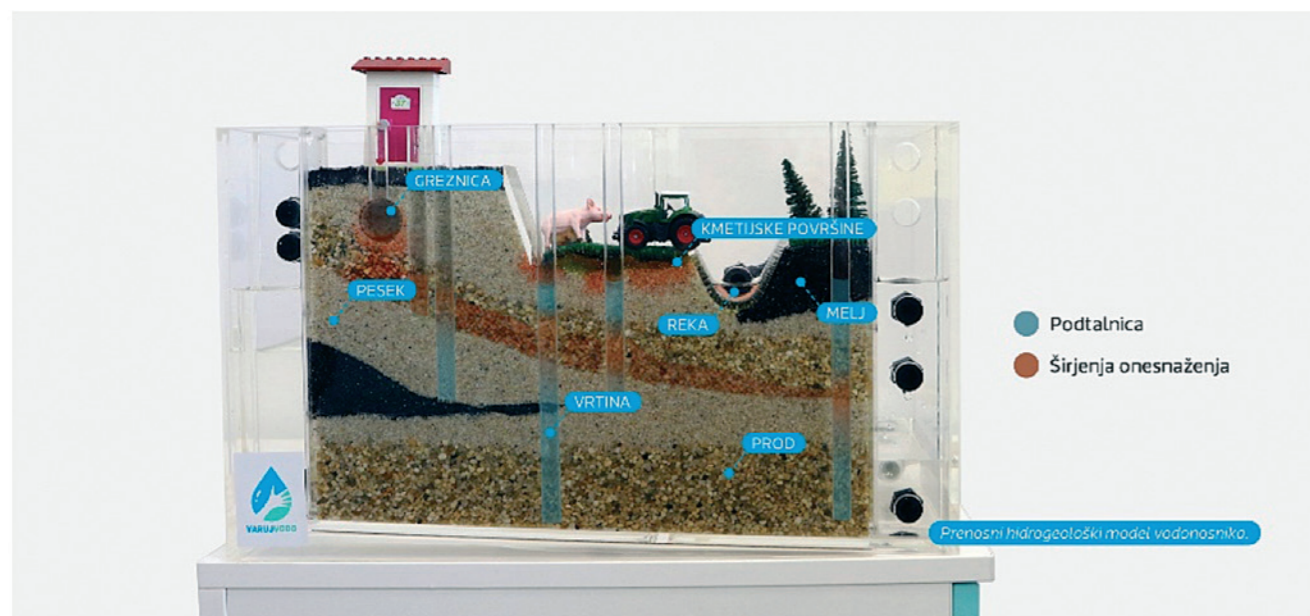
2. PROJEKT VARUJVODO

Projekt VARUJVODO je okoljsko naravnan, celotna vsebina pa je usmerjena k ohranjanju narave in okolja, osredotočena predvsem k zaščiti vodnih virov.

Najobsežnejša dejavnost projekta je ustanovitev svetovalne pisarne. Njen prvotni namen je bil občanom partnerjev projekta zagotoviti neodvisno brezplačno svetovanje, kjer prejmejo enovite in strokovne informacije glede izbire, vgradnje in vzdrževanja MKČN ter o pomenu čiščenja KOV z namenom varovanja vodnih virov, ekosistemov, okolja in narave. Pozneje so župani ostalih posavskih občin prepoznali in podprli njeno ustanovitev kot pravi korak v smeri iskanja najustreznejših rešitev za čiščenje odpadnih voda na območju razpršene poselitve. Tako smo svetovanje občanom uspeli razširiti na celotno območje Posavja. Za potrebe izvedbe svetovanj smo ustvarili novo delovno mesto, svetovalca, ki sodeluje pri vseh aktivnostih projekta. Svetovalna pisarna je začela delovati februarja 2019, od ustanovitve pa je bilo opravljenih že več kot 1.200 svetovanj. Opazen je porast povpraševanja po naravnih sistemih čiščenja KOV.

V sklopu projekta sta bili zgrajeni dve pilotni MKČN, ki smo ju razvili v družbi Kostak in Zavodu Svibna. Napravi sta produkt lastnega znanja in novosti v slovenskem prostoru. Delujeta lahko brez električne energije in sta večinoma zgrajeni iz materialov, pridobljenih v lokalnem okolju. Po izteku življenjske dobe naprav je posamezne gradnike možno reciklirati ali ponovno uporabiti.

Pridobili smo hidrogeološki model vodonosnika Krškega polja, ki omogoča prikaz naravnih fizikalnih procesov v vodonosniku, povezavo med površinskimi in podzemnimi vodami ter pomen poznavanja naravnih danosti za ustrezno izvajanje zaščite vodnih virov pred onesnaženjem. Prikazuje pot onesnaženja prek podtalne vode do virov pitne vode in vodotokov. Hidrogeološki model vodonosnika je prenosljiv (Geološki zavod Slovenije, 2019). Prikazan je na Sliki 1.



Slika 1: Hidrogeološki model vodonosnika.

Vir: Brošura Učinkovito čiščenje odpadnih voda za ohranjanje vodnih virov VARUJVODO.

Geološki stolpec, ki prikazuje kamninsko zgradbo tal v Sevnici, je prikazan na Sliki 2. Kamnine so v steber postavljene od najstarejših spodaj do najmlajših na vrhu. V sklopu projekta so bili postavljeni geološki stolpci v občinah Krško, Brežice in Sevnica.



Slika 2: Geološki stolpec v občini Sevnica.

Vir: Brošura Učinkovito čiščenje odpadnih voda za ohranjanje vodnih virov VARUJVODO.

V sklopu aktivnosti projekta so bile postavljene table na vodovarstvenih območjih na lokacijah, kjer so vidne za občane in obiskovalce Posavja. Z njimi smo želeli mimoidočim prikazati vodovarstvena območja, jih opomniti na obstoj sistema varovanja vodnih virov in njihovega pomena. Vodovarstvena območja so osnova za zagotavljanje varne oskrbe s pitno vodo. V neposredni bližini vodnih virov so omejitve zelo stroge. Vsaka dejavnost ali poseg v prostor, ki bi ogrožal kakovost ali količino vodnega vira, je prepovedana oz. omejena (Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja, Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16).

Vse pridobitve v sklopu projekta so namenjene lokalnim prebivalcem in obiskovalcem Posavja ter vsem, ki jih tematika zanima. Uporabljajo se predvsem pri predstavitvah učencem iz osnovnih in srednjih šol, s čimer se širi zavedanje o pomembnosti varovanja virov pitne vode pred onesnaženjem. V sklopu projekta smo pripravili raznovrstne aktivnosti osveščanja, kot so objave v medijih, tiskana in avdiovizualna izobraževalna gradiva, natečaja, delavnice za najmlajše, učence osnovnih in srednjih šol kot tudi drugo zainteresirano javnost. Nosilce kmetijskih gospodarstev in člane kmetij smo informirali o pomenu varovanja virov pitne vode pri kmetovanju ter skupaj razmišljali o možnosti ponovne uporabe očiščene komunalne odpadne vode in deževnice, predvsem za namakanje. Skupni namen vseh aktivnosti projekta je skozi vse generacije okrepiti ozaveščenost o ustreznem načinu čiščenja KOV, varovanju vodnih virov in mokrišč, gospodarni rabi vode, trajnostnem razvoju in sonaravnem načinu življenja. Vse aktivnosti svetovalne pisarne bomo izvajali do decembra 2023.

Povzetek izvedenih aktivnosti:

1. Ustanovitev brezplačne svetovalne pisarne za izbiro in obratovanje MKČN, ki jo podpira vseh šest posavskih občin.
2. Razvoj in postavitve dveh pilotnih MKČN.
3. Hidrogeološki model vodonosnika.
4. Geološki stolpci.
5. Informativne table na vodovarstvenih območjih.
6. Različna informativna in izobraževalna gradiva:
 - objave v lokalnih časopisih in ePosavje TV;
 - brošura, zloženki, kratki filmi, fotografska natečaja;
 - spletna stran www.varujvodo.si.

3. MALA KOMUNALNA ČISTILNA NAPRAVA S FILTRNIM MEDIJEM

Za Slovenijo je značilen visok delež razpršene poselitve. Gradnja javnih kanalizacijskih sistemov na območjih razpršene poselitve zunaj aglomeracij ni predvidena. Izvedba odvajanja in čiščenja KOV je tako prepuščena lastnikom objektov, ki morajo za izgradnjo in pozneje upravljanje naprav poskrbeti sami.

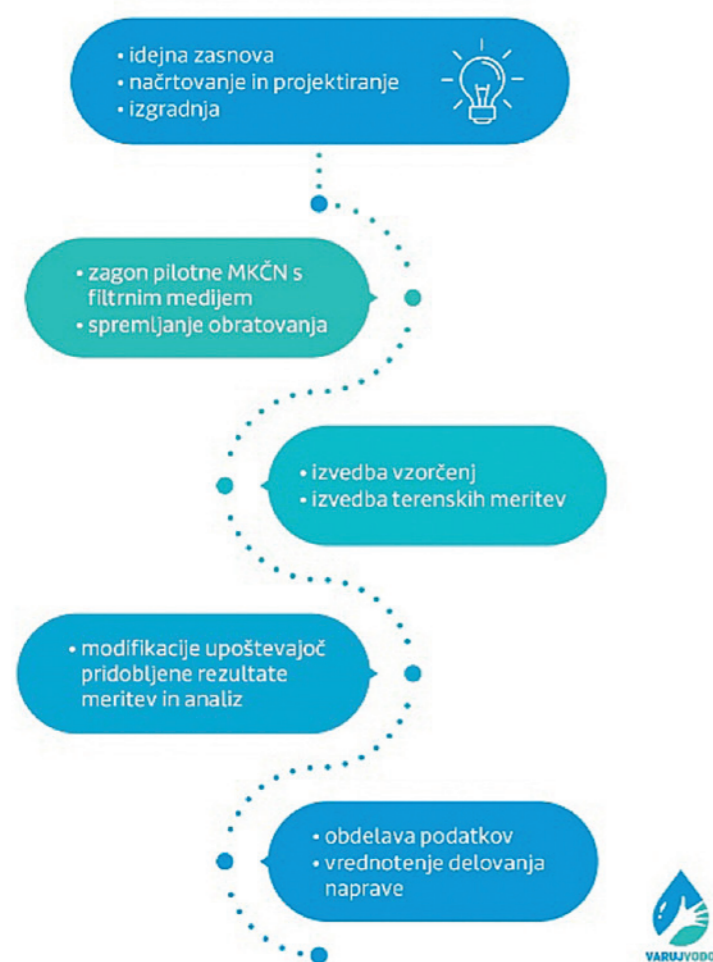
3.1 Načrtovanje pilotne male komunalne čistilne naprave

Namen vzpostavitve nove tehnologije čiščenja KOV v MKČN je bil razviti sonaravno tehnologijo, ki je enostavna za upravljanje in vzdrževanje ter odporna proti zunanjim okoljskim dejavnikom. Za izgradnjo smo želeli uporabiti materiale, ki so pridobljeni v lokalnem okolju, ohraniti uporabo že obstoječih objektov za odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda (greznico), vzpostaviti delovanje brez uporabe elektromehanske opreme ter skozi tehnološki proces čiščenja KOV ohraniti hranila, predvsem dušik in fosfor, z namenom ponovne uporabe očiščene odpadne vode. Cilj pri načrtovanju je bil vključiti gradnike, ki jih je po izteku življenjske dobe naprave možno ponovno uporabiti ali reciklirati, z vgradnjo pod nivo terena pa smo



želeli ohraniti naravno okolje, v katerem je vgrajen filtrni medij naprave. V sodelovanju s podjetjem Aquaplant, zelene tehnologije, d. o. o. smo osnovali MKČN za čiščenje KOV na podlagi standardov skupine SIST EN 12566. Vključuje postopke sedimentacije, filtracije, precejanja in deluje po načelu tehnologije s pritrjeno biomaso. Želeli smo, da je površina čistilne naprave zatravljena, pohodna in primerna za raznovrstne aktivnosti.

Potek razvoja pilotne male komunalne čistilne naprave s filtrnim medijem



Slika 3: Potek razvoja pilotne male komunalne čistilne naprave s filtrnim medijem.

Vir: Lastni.

3.2 Opis pilotne male komunalne čistilne naprave

Izgradnja pilotne male komunalne čistilne naprave (pMKČN) je potekala v avgustu 2018. Z obratovanjem je začela konec septembra 2018. Pilotna MKČN z nazivno zmogljivostjo 6 populacijskih ekvivalentov (PE) čisti KOV iz pripadajočega enostanovanjskega objekta, lociranega v naselju Loke v občini Krško. Primarno čiščenje KOV smo izvedli v obstoječem dvoprekatnem in novozgrajenem enoprekatnem primarnem usedalniku. Delno očiščena KOV iz primarnega

usedalnika doteka v pulzni jašek, kjer se ob vklopu črpalke intervalno dovaja na filtrni medij pMKČN. Naprava lahko deluje s pomočjo težnosti, torej tudi brez elektromehanske in strojne opreme. Vgradnja črpalke na napravi je izvedena le za potrebe raziskovalnega dela. V pMKČN je vgrajen peščen filtrni medij granulacije 2–32 mm in pridobljen v lokalnem okolju. Medij smo nasuli v pripravljeno gradbeno jamo, ločeno od okolja, s polietilensko folijo visoke gostote (PE-HD). Naprava s površino 13 m² je vgrajena pod nivojem terena, prekrita s humusno zemljino, kjer je zasajena mešanica travnatih rastlinskih vrst. Filtrni medij je v zgornjem sloju obdan s protiplevelno tkanino (geotekstil), ki preprečuje vdor zemljine v filtrni medij. Dotok primarno očiščene KOV je izveden v zgornjem sloju filtrnega medija pMKČN. KOV teče vertikalno skozi medij in se zbira v iztočnih perforiranih ceveh na dnu medija. Med nasutjem peščenega granulata in humusno plastjo zemljine so nameščene perforirane prezračevalne cevi PP premera 110 mm, ki so na vrhu zaključene z odzračnimi čepi. Ti preprečujejo vstop živalim v filtrni medij. Očiščena KOV prek pulznega jaška izteka do sekundarnega usedalnika volumna 1 m³, od tam pa se posredno odvaja v podzemno vodo (Aquaplant, 2018), skladno z Uredbo (2015). Izgradnja vseh elementov je potekala na mestu vgradnje. Prikaz lokacije filtrnega medija pMKČN je predstavljen na Sliki 4.



Slika 4: Pilotna mala komunalna čistilna naprava s filtrnim medijem.

Vir: Brošura Učinkovito čiščenje odpadnih voda za ohranjanje vodnih virov VARUJVODO.

3.3 Potek vzorčenja in meritev

Spremljanje obratovanja pMKČN je potekalo v dveh fazah. Prva faza raziskave je potekala v obdobju od decembra 2018 do junija 2020, medtem ko je druga še v teku in bomo njene rezultate predstavili v obdobju od julija 2020 do aprila 2021. Izvedba terenskih meritev se v prvi



in drugi fazi raziskave ne razlikuje. Izvedba laboratorijskih preskušanj v prvi fazi je obsegala 18 obratovalnih monitoringov v obsegu parametrov neraztopljenih snovi, KPK, BPK₅, amonij, nitrit, nitrat, celotni dušik, celotni fosfor, *E. coli* in koliformne bakterije, izvedenih v akreditiranem laboratoriju. Izvedba laboratorijskih preskušanj v drugi fazi raziskave je obsegala 10 obratovalnih monitoringov parametra KPK, izvedenih v internem laboratoriju družbe Kostak, s kivetnimi testi HACH. Prve meritve smo izvedli decembra 2018 po vzpostavitvi stabilnih obratovalnih razmer, po treh mesecih od začetka obratovanja pMKČN, skladno s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15). Na merilnih mestih smo odvzeli kvalificirane trenutne vzorce primarno očiščene KOV na vtoku v filtrni medij naprave in sekundarno očiščeno KOV na iztoku iz naprave. Spremljanje obratovanja pMKČN je potekalo v vseh letnih časih, skupaj 29 mesecev. Terenske meritve v obsegu parametrov temperatura, pH, električna prevodnost in vsebnost raztopljenega kisika v KOV smo izvajali dvakrat oz. enkrat tedensko. Izvedenih je bilo več kot 1.700 meritev. Fizikalno-kemijska preskušanja smo izvajali enkrat mesečno.

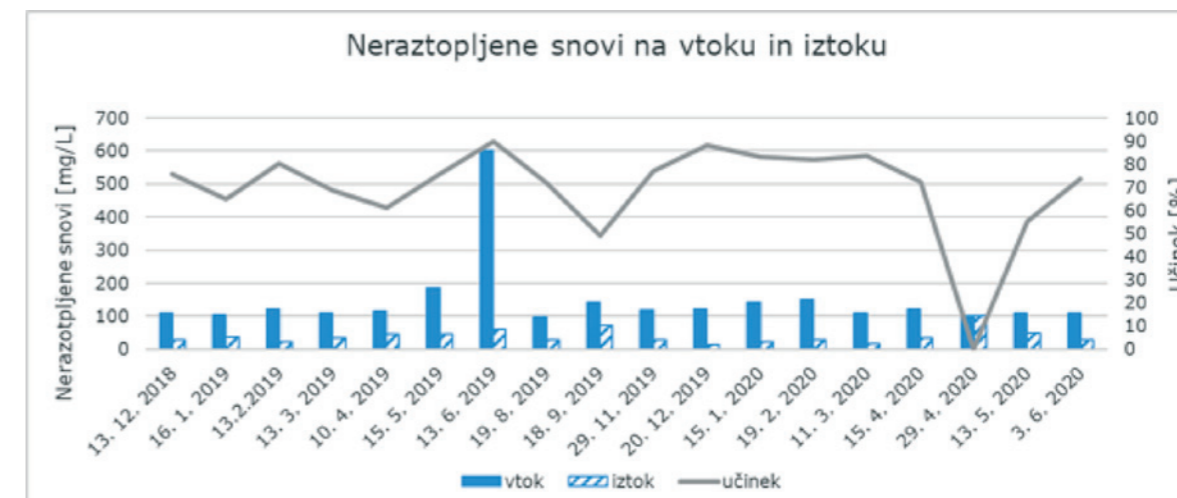
Terenske meritve smo izvajali 29 mesecev na vtoku in iztoku filtrnega medija pMKČN. Za izvedbo meritev smo uporabili digitalni dvokanalni multimeter HQ40d, HACH. Terenske meritve smo izvajali dvakrat tedensko med prvo fazo raziskave in enkrat tedensko med drugo fazo raziskave.

Porabo pitne vode enostanovanjske hiše smo spremljali z volumetričnim vodomerom Zenner DN 20-3/4" z moduli w-M-Bus. Dnevno zbiranje podatkov porabe smo zagotovili z radijskim oddajnikom AquaLink, kjer se podatki o porabi prenašajo prek radijskega (daljinskega) sistema v podatkovni center daljinskega nadzora. Poraba pitne vode je nihala od 230 do 580 L/dan. Povprečna dnevna poraba pitne vode v 29-ih mesecih spremljanja obratovanja je bila 394 L/dan.

Za potrebe ugotavljanja učinkovitosti obratovanja pMKČN smo izvedli hidravlično meritev dejanskega zadrževalnega časa z dodatkom NaCl v pulzni jašek, s čimer smo izrazito povečali električno prevodnost KOV na vtoku v filtrni medij naprave. Najvišjo vrednost električne prevodnosti KOV na iztoku smo izmerili po sedmih urah izvajanja meritev, kar predstavlja dejanski zadrževalni čas pMKČN. Meritve električne prevodnosti smo izvedli s prenosno laboratorijsko digitalno grafitno 4-polno prevodnostno celico s temperaturnim senzorjem CDC401 HACH.

3.4 Rezultati

Slika 5 prikazuje koncentracijo neraztopljenih snovi na vtoku in iztoku pMKČN v prvi fazi raziskave.

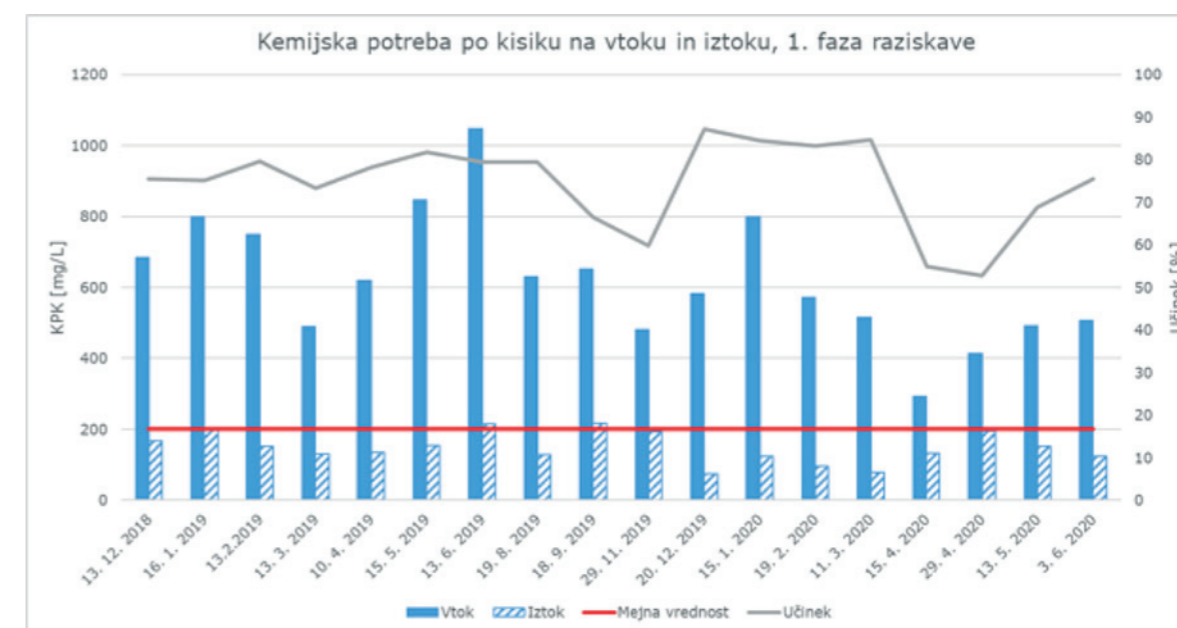


Slika 5: Koncentracija neraztopljenih snovi na vtoku in iztoku pilotne male komunalne čistilne naprave s prikazom učinka čiščenja.

Vir: Lastni.

Najvišja izmerjena koncentracija neraztopljenih snovi v KOV na vtoku je bila 600 mg/L, najnižja pa 97 mg/L. Najvišja izmerjena koncentracija na iztoku je bila 100 mg/L, najnižja pa 14 mg/L. Povprečni učinek čiščenja neraztopljenih snovi je bil 70-%.

Slika 6 prikazuje koncentracijo KPK KOV na vtoku in iztoku pMKČN v prvi fazi raziskave, medtem ko Slika 7 koncentracijo KPK KOV na vtoku in iztoku pMKČN v drugi fazi raziskave.

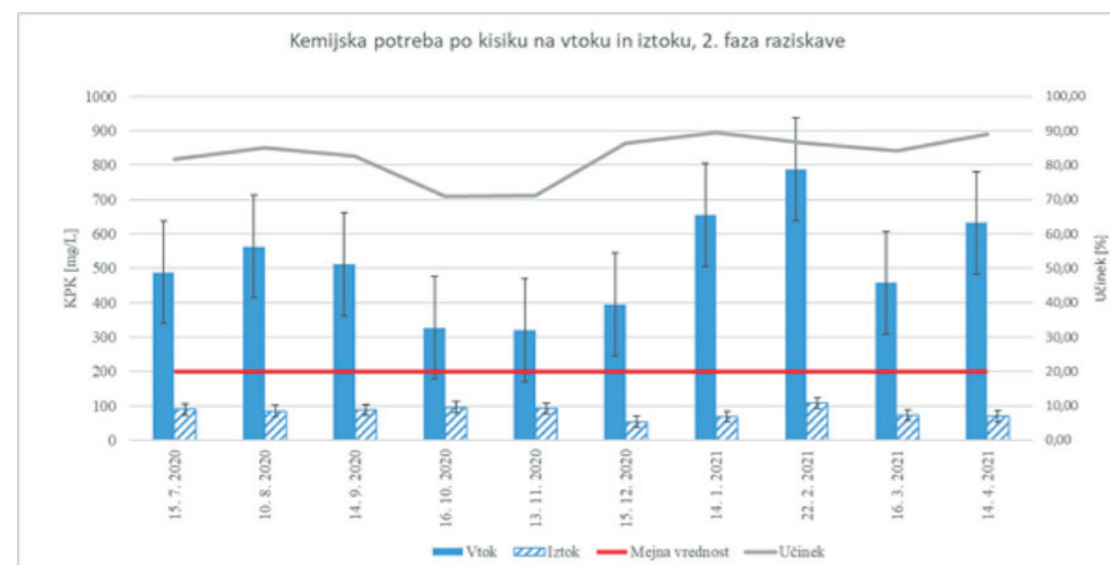


Slika 6: Koncentracija kemijske potrebe po kisiku na vtoku in iztoku pilotne male komunalne čistilne naprave v prvi fazi raziskave s prikazom učinka čiščenja.

Vir: Lastni.



Najvišja izmerjena koncentracija KPK v KOV na vtoku v prvi fazi raziskave je bila 1.047 mg/L, najnižja pa 293 mg/L. Povprečna vrednost KPK na vtoku v prvi fazi raziskave je bila 621 mg/L. Najvišja izmerjena koncentracija na iztoku je bila 218 mg/L, najnižja pa 74 mg/L. Povprečna vrednost KPK na iztoku v prvi fazi raziskave je bila 149 mg/L. Mejna vrednost za izpust v okolje, skladno z Uredbo (2015), je 200 mg/L. Povprečni učinek čiščenja KPK v prvi fazi raziskave je bil 74-%.

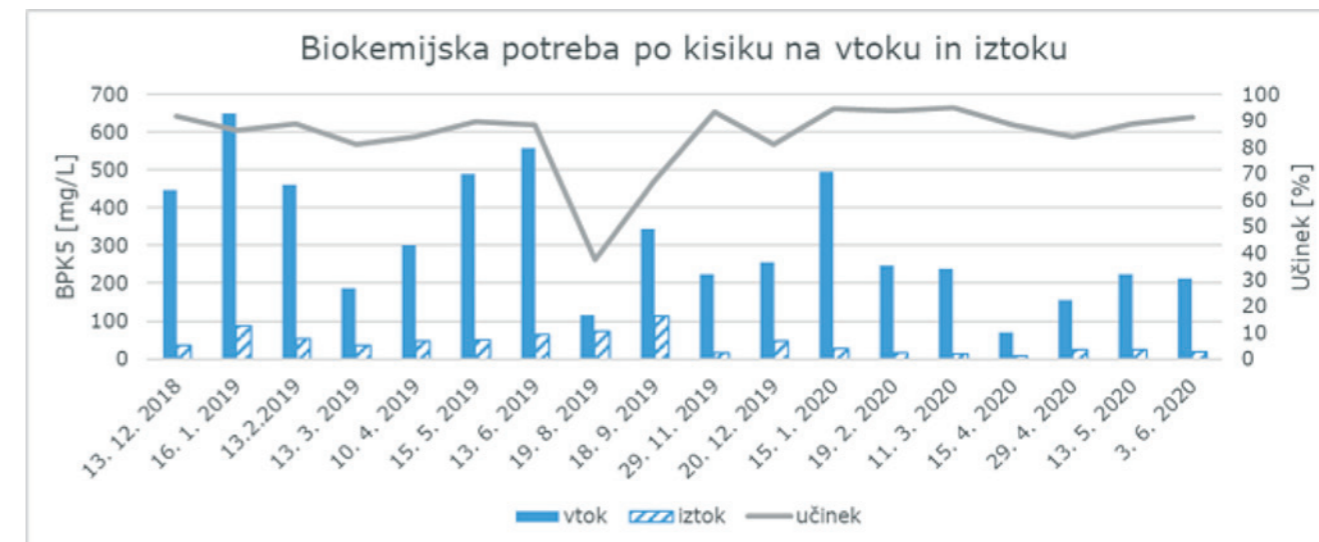


Slika 7: Koncentracija kemijske potrebe po kisiku na vtoku in iztoku pilotne male komunalne čistilne naprave v drugi fazi raziskave s prikazom učinka čiščenja.

Vir: Lastni.

Najvišja izmerjena koncentracija KPK v KOV na vtoku v drugi fazi raziskave je bila 788 mg/L, najnižja pa 320 mg/L. Povprečna vrednost KPK na vtoku v drugi fazi raziskave je bila 514 mg/L. Najvišja izmerjena koncentracija na iztoku je bila 108 mg/L, najnižja pa 54 mg/L. Povprečna vrednost KPK na iztoku v drugi fazi raziskave je bila 82 mg/L. Mejna vrednost za izpust v okolje, skladno z Uredbo (2015), je 200 mg/L. Povprečni učinek čiščenja KPK v drugi fazi raziskave je bil 83-%. Izboljššan učinek čiščenja v drugi fazi raziskave je posledica izvedene izboljššave.

Slika 8 prikazuje koncentracijo BPK₅ na vtoku in iztoku pMKČN v prvi fazi raziskave.



Slika 8: Koncentracija biokemijske potrebe po kisiku na vtoku in iztoku pilotne male komunalne čistilne naprave v prvi fazi raziskave.

Vir: Lastni.

Najvišja izmerjena koncentracija BPK₅ v KOV na vtoku v drugi fazi raziskave je bila 650 mg/L, najnižja pa 70 mg/L. Povprečna vrednost na vtoku je bila 315 mg/L. Najvišja izmerjena koncentracija na iztoku je bila 113 mg/L, najnižja pa 7 mg/L. Povprečna vrednost na iztoku je bila 42 mg/L. Povprečni učinek čiščenja BPK₅ v prvi fazi raziskave je bil 85-%.

V Tabeli 1 so prikazane povprečne vrednosti hranil, dušika in fosforja ter mikrobioloških parametrov na vtoku in iztoku pMKČN s prikazom povprečnega učinka čiščenja.

Tabela 1: Povprečne vrednosti celotnega dušika in fosforja ter mikrobioloških parametrov na vtoku in iztoku iz pilotne male komunalne čistilne naprave s povprečnim učinkom čiščenja.

Povprečne vrednosti	Parametri			
	Celotni dušik [mg/L]	Celotni fosfor [mg/L]	<i>Escherichia coli</i> [MPN/100 mL]	Koliformne bakterije [MPN/100 mL]
Na vtoku	156	16	940.333	60.088.009
Na iztoku	121	15	131.134	13.330.702
Učinek čiščenja	21 %	-2 %	81 %	80 %

Vir: Lastni.

Spremljanje vremenskih razmer smo zagotovili z vremensko postajo DAVIS Vantage Pro2 6152EU z datalogerjem WeatherLink in programsko opremo WsWin V2.97.10, ki sta locirani v Leskovcu pri Krškem, v oddaljenosti približno 1.700 m od lokacije pilotne naprave, na nadmorski višini 182 m (Slivšek, 2021). Meritve meteoroloških parametrov so obsegale: temperaturo zraka, zračno vlago in količino padavin. Povprečna mesečna vrednost temperature zraka se je med raziskavo gibala med 1 in 29 °C, povprečna vrednost zračne vlažnosti pa med 56 in 92 %. Največjo količino padavin je bilo zaznati v spomladanskih in poletnih mesecih, najmanj



pa pozimi, ko se je gibala med 2,4 in 205 L/m². Infiltracije padavinske odpadne vode v filtrni medij pMKČN z meritvijo električne prevodnosti nismo zaznali.

4. ZAKLJUČEK

Skupni pristop k reševanju problematike odvajanja in čiščenja KOV skozi projekt VARUJVODO se je izkazal kot učinkovit pristop ter primer dobre prakse v smeri iskanja rešitev za čiščenje KOV na območju razpršene poselitve.

Sonaravni sistemi čiščenja KOV imajo zaradi svoje robustnosti velik potencial na območjih z razpršeno poselitvijo (Griessler Bulc et al., 2016). Pilotna MKČN predstavlja novo tehnološko rešitev čiščenja KOV. Od ostalih sonaravnih rešitev se razlikuje predvsem v tem, da je podzemna oz. prekrita z zemljino, kar predstavlja izziv za zagotavljanje zadostne koncentracije raztopljenega kisika za potek aerobnih procesov čiščenja KOV. Na podlagi izvedenih meritev je razvidno, da naprava zadostuje zakonskim zahtevam za izpust očiščene odpadne vode v okolje, skladno z Uredbo (2015). Namen takšne MKČN je poleg robustnosti tudi enostavna izvedba, obratovanje in vzdrževanje. Pilotno MKČN smo načrtovali na način, da je omogočena izvedba vsakemu posamezniku pod strokovnim nadzorom z materiali, pridobljenimi večinoma v lokalnem okolju, s čimer smo prispevali tudi k trajnostnemu vidiku reševanja onesnaženosti odpadnih voda na območju razpršene poselitve. Naprava nima strojne opreme in jo lahko vsak lastnik vzdržuje sam brez obratovalnih servisov. Med raziskavo smo ugotovili, da zunanji okoljski dejavniki ne vplivajo na njeno obratovanje, kar še potrjuje robustnost pMKČN.

Na področju čiščenja odpadnih voda se izkazuje potreba po celovitem vpogledu v proces kroženja snovi in ne samo odstranjevanja določenih onesnažil iz odpadne vode. KOV tako ni samo »odpadek«, ampak postane vir različnih snovi, v tem primeru hranil. Glede na predvidevanja v času projektiranja pMKČN smo z razvitim tehnološkim postopkom čiščenja KOV ohranili hranila, dušik in fosfor, kar se je potrdilo z meritvami parametrov. Z uporabo materialov, pridobljenih večinoma v lokalnem okolju, smo skrajšali transportne poti, prav tako pa je gradnike naprave po izteku življenjske dobe možno reciklirati ali ponovno uporabiti.

Pilotna MKČN vključuje cilje Strategije razvoja Slovenije 2030, Agende za trajnostni razvoj 2030 in Evropskega zelenega dogovora, obenem pa spodbuja k trajnostnemu razvoju in mi-selnosti. To je namreč odgovornost celotne skupnosti.

LITERATURA IN VIRI

1. Aquaplant, zelene tehnologije in inženiring, d. o. o., 2018. PZI – projekt za izvedbo.
2. Brošura VARUJVODO, 2020. Učinkovito čiščenje odpadnih voda za ohranjanje vodnih virov VARUJVODO. Dostopno na: https://www.varujvodo.si/images/slike/varujvodo_brosura_2.pdf [1. 7. 2021].
3. Eurostat, 2020. Correspondence table LAU – NUTS 2016, EU-28 and EFTA / available Candidate Countries. Dostopno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/local-administrative-units> [1. 7. 2021].
4. Evropski zeleni dogovor, 2019. Sporočilo Evropske komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij. Bruselj: Evropska komisija; dokument št. 52019DC0640, COM(2019) 640 final.

5. Geološki zavod Slovenije, 2019. Izdelava geološkega stebra za projekt VARUJVODO, Zaključno poročilo.
6. Griessler Bulc, T., Arias, A. C., Hercog, A., Ameršek, I. in Istenič, D., 2016. The performance and footprint of vertical flow constructed wetlands in Slovenia. In: Proceedings of the 15th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control. 15th IWA Specialist Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Poland, September 4th-9th, 2016. 132–133.
7. OZN, 2015. Spremenimo Svet: Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030. New York: Organizacija združenih narodov. Dostopno na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MZZ/Dokumenti/multilateral/razvoj-no-sodelovanje/publikacije/Agenda_za_trajnostni_razvoj_2030.pdf [15. 6. 2021].
8. Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16.
9. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda. Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15.
10. Slivšek, B., 2021. Vremenska postaja Leskovec pri Krškem. Dostopno na http://leskovec.zevs.si/473.html?sessionid=key=*sessionid*val* [1. 7. 2021].
11. Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko, 2017. Strategija razvoja Slovenije 2030. Ljubljana. Dostopno na: https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija_razvoja_Slovenije_2030.pdf [3. 7. 2021].
12. Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. Uradni list RS, št. 98/15, 76/17 in 81/19.