

Simpozij z mednarodno udeležbo

Vodni  
dnevi  
2024

30  
let

# Zbornik referatov

29.–30. maj 2024

Rimske Toplice, Kongresni center Rimske terme

**SDZV** Slovensko  
društvo za  
zaščito voda

# Voda je naša skupna odgovornost.

## Zaščitimo jo!

Od leta 1991  povezujemo,  izobražujemo in  ozaveščamo.

Vabljeni, da se nam pridružite!



(Riba išče nov dom.)

# Kazalo

- 4**     **Uvodna beseda predsednice Slovenskega društva za zaščito voda**  
dr. Marjetka Levstek
- 6**     **Zmernost kot ključna beseda pri varovanju okolja**  
dr. Dan Podjed
- 12**    **Od gospodarjenja z vodami do celostnega odnosa do vode**  
dr. Pavel Gantar
- 24**    **Priporočila za zgodnje zaznavanje onesnaženja v primeru kraških izvirov Unice**  
dr. Nataša Ravbar, dr. Janez Mulec, dr. Cyril Mayaud, dr. Matej Blatnik,  
dr. Blaž Kogovšek, dr. Metka Petrič
- 40**    **Vodooskrba Prevalj v času poplav avgust 2023 - izzivi in rešitve**  
Marjetica Tasič Bukovec
- 60**    **The new landscape of wastewater transportation and treatment –  
a Danish perspective**  
Pernille Ingildsen
- 72**    **Ali imamo nadzor nad vtoki v kanalizacijski sistem?**  
Roman Kramer
- 88**    **Pure O<sub>2</sub> application for the Ajdovščina WWTP upgrading**  
Pier Luigi Radavelli, Alessia Tomasoni, Vanalli Matteo, Barbara Štravs, Emanuel Penko
- 104**   **Vzroki za upadanje populacij in lokalno izumiranje vrst v  
celinskih vodah Slovenije**  
Marijan Govedič
- 116**   **Kako onesnaženi so zasavski vodotoki Medija, Trboveljščica in Boben?**  
Lenart Štaut, dr. Tajan Trobec

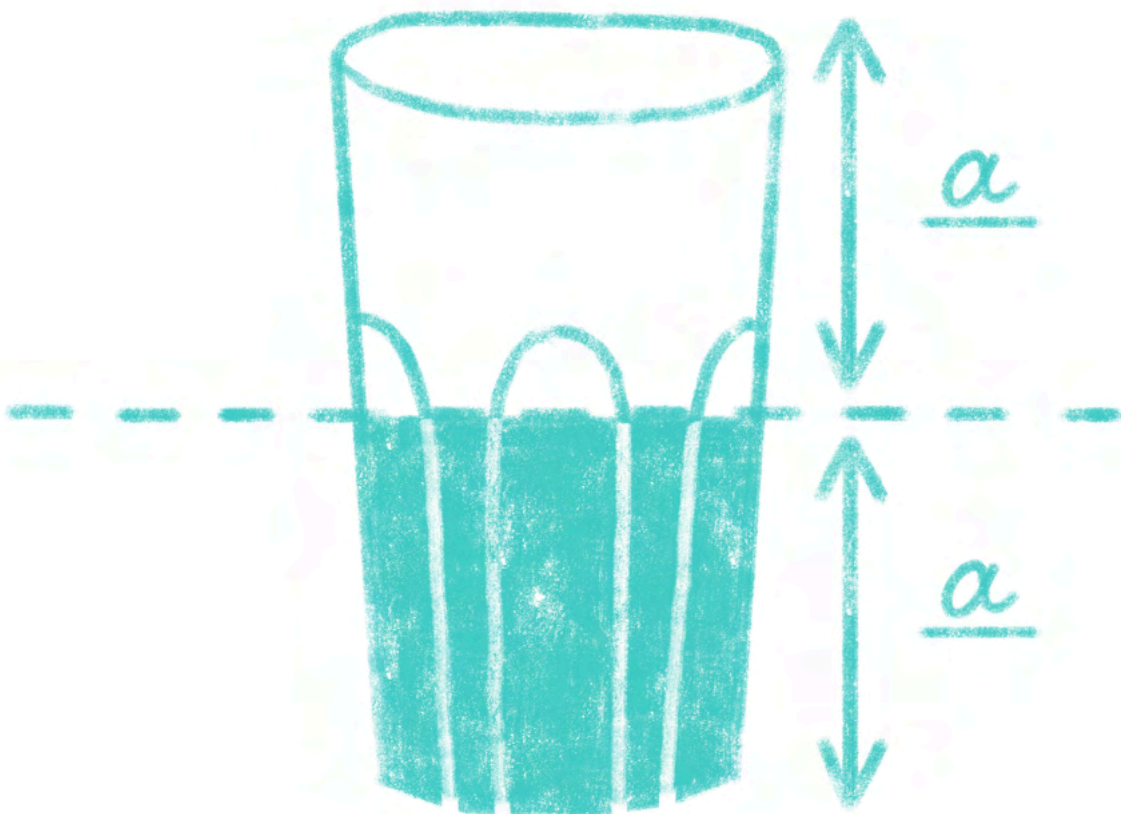
# Uvodna beseda predsednice Slovenskega društva za zaščito voda

Kako pomembni so izobraževanje, povezovanje in ozaveščanje na področju celotnega upravljanja z vodami, so se zavedali že leta 1995, ko je Slovensko društvo za zaščito voda pod vodstvom prof. Petrešina na Ptuju organiziralo prvo strokovno posvetovanje z naslovom Vodni dnevi, ki se je pod tem imenom izvajalo enkrat letno vsa leta do danes. Letos simpozij praznuje 30. obletnico, njegova osrednja nit pa je Vode v Sloveniji: včeraj, danes, jutri. V zadnjih treh desetletjih se je na področju upravljanja voda zgodilo veliko sprememb. Vse večja raba vode in izkoriščenost prostora, onesnaženost, izguba biotske raznovrstnosti in podnebne spremembe so naredili družbeni premik k novim načinom upravljanja voda, k raziskavam in razvoju ter povezovanju vseh deležnikov. S kritičnim pogledom v preteklost moramo vsi skupaj trezno in odločno namesto upravljanja začeti skrbeti za vodna okolja, ustvariti simbiozo med ljudmi in naravo za prihodnje rodove.

Vsebine smo tematsko razdelili na štiri sklope. Voda skozi prizmo družbenega pogleda, kjer smo osvetlili, kaj vse se je v zadnjih tridesetih letih spremenilo na področju človekovega odnosa do vode, upravljanje voda, razumevanje vode v kontekstu okoljske in naravovarstvene politike ter področja, s katerimi se bo srečevala vodna politika v prihodnosti. V programskem sklopu vodni viri in pitna voda smo obravnavali problematiko, ki jo prinašajo podnebne spremembe na področju varovanja vodnih virov, oskrbe s pitno vodo ter izvajanja nemotene in varne oskrbe s pitno vodo v izrednih razmerah, kot so poplave. Zaradi vse večjega pomena ustreznega odvajanja in čiščenja odpadne vode ter identifikacije novih onesnaževal in njihovega vpliva na okolje so tudi na tem področju nujni drugačni pristopi. Veliko izzivov nas čaka tudi na področju ozaveščanja o vodi, ki se odvaja v kanalizacijski sistem. Ji sploh še lahko rečemo odpadna voda? Zaradi podnebnih sprememb in ker človek naravo vedno bolj izkorišča, je vode v naravi vse manj. Kaj lahko pričakujemo in kakšne so posledice, smo ugotavljali v zadnjem sklopu simpozija.

V kakšnem stanju bodo voda in vodna okolja jutri, je odvisno predvsem od našega prepoznavanja resnosti položaja in zavzetosti k reševanju v smislu osebne družbene odgovornosti, ki je lahko tudi prostovoljna. Pridružite se nam, da bomo skupaj na podlagi preteklega znanja in izkušenj soustvarili vzdržno, prilagodljivo in sonaravno vodno okolje prihodnosti.

Dr. **Marjetka Levstek**,  
predsednica SDZV



Pol poln ali pol prazen?  
Vedno 50 %.

# Zmernost kot ključna beseda pri varovanju okolja

dr. Dan Podjed

## Povzetek

Prispevek predstavi razmislek o vrednotah, ki sooblikujejo vedenje in navade ljudi ter vplivajo na njihov odnos do okolja. V središče postavi besedo »zmernost«, ki bi lahko postala ključna vrednota in morda nadgradila ali nadomestila druge izraze, s katerimi se poskuša vplivati na okoljsko zavest, od trajnostnega razvoja do zelene preobrazbe, krožnega gospodarstva in odrasti. V razpravi o tej temi avtor predstavi še dva koncepta, ki izhajata iz zmernosti, tj. razvoj po meri ljudi in razvoj po meri planeta, ki lahko bistveno prispevata k razvoju vzdržnejših izdelkov in storitev ter zmernejši uporabi naravnih virov.

**Ključne besede:** okoljska zavest, razvoj po meri ljudi, razvoj po meri planeta, vrednote, zmernost.



Dr. **Dan Podjed**,

višji znanstveni sodelavec, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za slovensko narodopisje

## Abstract

This paper reflects on the values that shape people's behaviour and habits and influence their relationship with the environment. It focuses on the word 'moderation', which could become a key value, perhaps building on or replacing other concepts that are intended to influence environmental awareness, from sustainable development to green transformation, circular economy and degrowth. In discussing this topic, the author introduces two other concepts derived from moderation, namely people-centred development and planet-centred development, which contribute to the sustainable development of products and services and a more moderate use of natural resources.

**Keywords:** environmental awareness, moderation, people-centred development, planet-centred development, values.

# 1. Uvod

»Besede, besede, besede,« je zvenel refren pesmi, ki sta jo pred desetletji izvajala Elda Viler in Boris Cavazza in je bila dejansko priredba italijanske skladbe »Parole, parole« iz leta 1972. Besedilo pesmi govori o tem, kako se lahko besede izpraznijo pomena, če jih prepogosto uporabljamo in so (pre)večkrat izrabljene ali zlorabljene. Tako postanejo prazne fraze, s katerimi se ljudje ne identificirajo več, in lahko postanejo celo kontraproduktivne.

Podobne težave nastanejo s pomembnimi besedami in besednimi zvezami, ki so povezane z varovanjem okolja. Ena takšnih je gotovo trajnostni razvoj, ki se je uveljavila leta 1987 v poročilu *Naša skupna prihodnost*, angl. *Our Common Future* (WCED, 1987). Od izvirne zamisli Gro Harlem Brundtland in sodelavcev, ki je bila nedvomno dobronamerna in dolgo časa tudi učinkovita, se je trajnostni razvoj preobrazil v frazo, ki ni le izgubila osnovnega pomena, temveč je postala za nekatere celo priročno sredstvo za izkazovanje politične in državljanske nejevolje na protestih, v objavah po omrežjih, v medijskih izjavah itd. Podobno je tudi z drugimi izrazi, ki so se začeli uveljavljati v zadnjih desetletjih, med drugim zato, da bi nadomestili koncept trajnostnega razvoja, npr. zelena preobrazba, krožno gospodarstvo in odrast. Tudi te izraze se (žal) pogosto razvrednoti, posebej ko se začnejo uporabljati kot propagandne floskule, za katerimi ne stojijo konkretna dejanja.

V tem prispevku predlagam, da v središče postavimo izraz, ki je ljudem bližji in ne zveni ogrožajoč: *zmernost*. Kot navaja *Slovenski etimološki slovar* (Fran, 2024), je ta beseda izpeljana iz zveze »z mero«, njen prvotni pomen pa je torej »takšen, ki ima mero«. (Slovar ob tem navaja, da je enaka tvorba znana v starocerkvenoslovanščini, in sicer *сѣмѣрънь*, kar pomeni »ponižen«, v hrvaščini *smjèran*, tj. »ponižen, skromen«. Omeni še, da je slovenska beseda delno nadomestila starejši izraz *zmásen*, tj. »zmeren«, kar je enaka tvorba z izposojenko iz nemškega *Maß*, torej »mera«.) In prav o meri in zmernosti bi morali razmišljati, ko razvijamo rešitve po meri ljudi in planeta.

## 2. Razvoj po meri ljudi in planeta

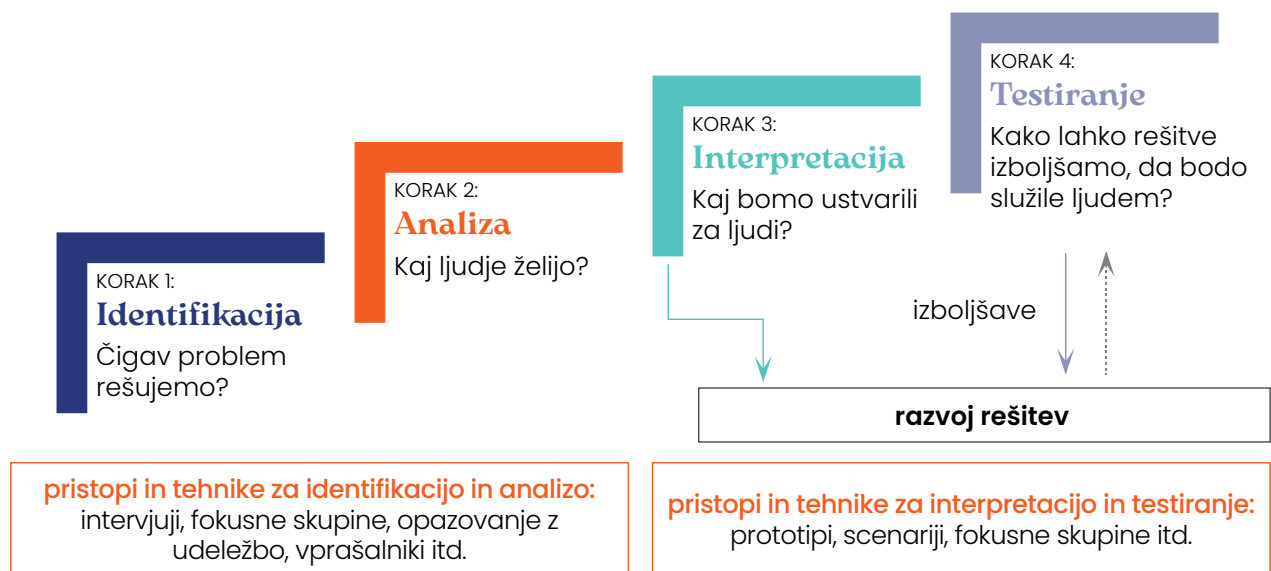
Nezmernost je osrednja lastnost produkcijskega sistema, ki prevladuje na našem planetu in zaradi katerega ostaja človeštvo zaciklano v procesih in vrednostnih sistemih, ki ne škodujejo le družbi, temveč tudi okolju (prim. Polajnar Horvat, 2015). Pri tem pa nimamo v mislih samo omejitev Zemlje, katere »naravni viri« seveda niso neizčrpani, temveč tudi človekove omejitve in kognitivne meje.



Jedro problema je v tem, da novi izdelki in storitve nastajajo v podjetjih in tudi v gospodarstvu, ljudi, ki bodo te rešitve uporabljali, pa redkokdo vpraša za nasvet ali jih sploh naslovi kot ljudi. Z vidika razvijalcev novih izdelkov in storitev so ljudje predvsem »uporabniki«, »kupci«, »stranke«, »klienti« in kar je še podobnih izrazov, ki poslušno sprejmejo nove rešitve, ne da bi bili soudeleženi pri razvoju. In tu je kleč!

## 2.1 Razvoj po meri ljudi

Da bi spremenili prevladujoč produkcijski sistem, ki spregleda ljudi, je nujno storiti premik od ekspertnega razvoja, pri katerem strokovnjaki vedo, kaj je dobro za »uporabnike«, »kupce« in »stranke«, k razvoju po meri ljudi, pri katerem razvoj sledi štirim »korakom«, torej razvojnim fazam (podrobneje so opisane v Podjed, 2019; Podjed, 2022). Te pa so: 1. identifikacija, 2. analiza, 3. interpretacija, 4. testiranje (gl. sliko 1). V prvi fazi, ki ji pravimo *identifikacija*, opredelimo, kdo so posamezniki in družbene skupine, ki so v središču pozornosti pri razvoju novega izdelka, storitve ali rešitve. V drugi fazi, ki se imenuje *analiza*, izvedemo raziskave med ljudmi in analiziramo njihove potrebe. V tretjem koraku, tj. *interpretacija*, na podlagi izsledkov raziskav in v sodelovanju z razvijalci pripravimo priporočila za izboljšanje delovanja in oblikovanja, pri čemer so – in to je ključno – ljudje vključeni tudi v to razvojno fazo, s čimer se iz pasivnih »virov informacij« prelevijo v dejavne sodelavce in sosnovalce novih zamisli. V četrti fazi, torej med *testiranjem*, omogočimo preizkušanje in izboljšamo izkušnjo. V tej fazi, ko že imamo prototip izdelka ali storitve, je osrednje vprašanje, zakaj, kako in če sploh so nove rešitve pomembne in smiselne.



Slika 1: Štirje koraki razvoja po meri ljudi (po Podjed, 2019).

Zavedati se je treba še, da je razvoj po meri ljudi iterativen proces, kar pomeni, da se razvijalci in raziskovalci večkrat vrnejo k ljudem, da bi spoznali, kako novonastale rešitve ustrezajo njihovim potrebam in željam. V procesu se lahko izvede več ponovitev celotnega postopka, identificira nove ljudi, spoznava njihove navade ter se jih vključuje v razvoj in testiranje. Ključno je, da so s procesom ljudje vključeni v vse štiri faze razvojnega postopka, s čimer se iz pasivnih uporabnikov spremenijo v dejavne soudeležence. Ker so rešitve, ki nastanejo v tem procesu, »ukrojene« po meri ljudi, so dolgoročneje in trajnejše, s čimer prispevamo k njihovi zmernejši proizvodnji in porabi.

## 2.2 Razvoj po meri planeta

Z razvojem po meri ljudi napravimo odmik od ekspertnega razvoja in dosežemo, da postanejo ljudje bolj povezani z izdelki in storitvami, ki nastajajo *zanje* in z *njimi*. Tovrsten razvoj pa je še vedno samo »predfaza« bistvenega paradigmatskega premika k razvoju po meri planeta. Pri tem je razvojni proces precej težje poenostaviti, vizualizirati in ga zreducirati na štiri razvojne faze, posebej zato, ker z drugimi bitji – in tudi neživo naravo – seveda ne moremo opravljati intervjujev in jim pošiljati anketnih vprašalnikov. Kljub temu pa lahko zasujemo sistem vrednot, s katerimi napravimo premik od »antropocena«, v katerem je postal človek geološka sila, ki preobraža planet, ali celo »egocena«, torej narcistične zazrtosti vase, k »ekocenu«, v katerem bo človeška vrsta načrtno gojila lastno zmernost in upoštevala meje planeta, na katerem biva.

Da bi to dosegli, je nujno oblikovati pouk o vrednotah, ki pomagajo preživeti tako človeku kot drugim vrstam, na vse ravni družbe. In beseda »pouk« v tem primeru ne pomeni le učenje v vzgojno-izobraževalnih ustanovah, temveč medsebojno obveščanje in ozaveščanje, katerim vrednotam naj sledimo, če želimo preživeti kot vrsta *Homo sapiens*.

Pri pouku o osrednjih vrednotah in prevrednotenju družbe so lahko posebej koristni novi komunikacijski pristopi, vključno s spletnimi omrežji, ki jih posebej mlajše generacije pogosto uporabljajo kot glavni vir informacij. Tudi na tem področju se lahko spodbuja obrat od »egocentričnosti« k »ekocentričnosti«. Primer: če bi t. i. vplivnice in vplivneži, ki postavljajo v fokus pretežno sebe (ali pa reklamne izdelke ob njih), opozorili na podnebno krizo in probleme z odpadki, bi lahko milijoni njihovih sledilcev hitro dobili ključne informacije, kako lahko živimo in delujemo v duhu zmernosti (o drugih relevantnih pristopih za spodbujanje okolju prijaznega vedenja gl. npr. Polajnar Horvat in Podjed, 2022).

# 3. Sklep

Prispevek predstavi zamisel o prevrednotenju družbe s pomočjo *štirih korakov po meri ljudi in planeta* ter nove ključne besede na področju varovanja okolja, ki je *zmernost*. Ker zveni bolj domača in je zato ljudem bližja kot drugi podobni izrazi, med katerimi so se nekateri izrabili ali pa so bili pogosto zlorabljeni, bi utegnila biti učinkovita, in to tako v slovenskem govornem okolju kot tudi v angleščini, nemščini, italijanščini, francoščini in drugih jezikih, v katerih ima zmernost ravno tako pozitivno konotacijo in je etimološko tudi povezana z »mero« (EOD, 2024).

Vsekakor pa je bolje, če ravnamo *zmerno* in spodbujamo *zmernost*, kot da se ljudem in okolju *zamerimo*.

## Literatura in viri

1. Fran, 2024. Geslo »zmeren«. Dostopno na: <https://www.fran.si/193/marko-snoj-slovenski-etimoloski-slovar/4293913/zmeren> [29. 4. 2024].
2. Podjed, D., 2019. Razvoj etnografsko utemeljene tehnološke rešitve. Glasnik Slovenskega etnološkega društva 59 (1): 39–48.
3. Podjed, D., 2022. Razvoj rešitev za ravnanje z odpadki po meri ljudi. V: Nevidno življenje odpadkov, ur. Podjed, D. in Polajnar Horvat, K. Ljubljana: Založba ZRC. Str. 125–142.
4. Polajnar Horvat, K. in Podjed, D., 2022. Pot do okolju prijaznega vedenja. V: Nevidno življenje odpadkov, ur. Podjed, D. in Polajnar Horvat, K. Ljubljana: Založba ZRC. Str. 143–164.
5. Polajnar Horvat, K., 2015. Okolju prijazno vedenje. Ljubljana: Založba ZRC.
6. WCED (The World Commission on Environment and Development), 1987. Our Common Future. Oxford in New York: Oxford University Press.

# Od gospodarjenja z vodami do celostnega odnosa do vode

dr. Pavel Gantar

## Povzetek

Prispevek se ukvarja z razvojnim lokom, ki ga je v moderni dobi, začeniši z industrializacijo pa do danes, prehodilo ravnanje in upravljanje z vodami. Obravnava tri obdobja in upravljanje, ki ga zaznamuje razumevanje vode kot ekonomskega resursa, integralno upravljanje z vodnimi viri, ki poudarja ekosistemski pomen vode, ter družbeno upravljanje, ki poleg ekoloških lastnosti vode poudarja tudi vpetost vode v družbena in kulturna razmerja. Avtor oriše tudi dileme in probleme upravljanja z vodami v Sloveniji po demokratičnem prehodu in osamosvojitvi v zgodnjih devetdesetih letih pa vse do danes. Prispevek zaključuje predstavitev pogledov dr. Petra Gleicka na prihodnost voda.

**Ključne besede:** celovito upravljanje z vodami, demokratični prehod, gospodarjenje z vodami, prihodnost vode, voda kot ekonomski resurs.

Dr. **Pavel Gantar**,  
prostorski in okoljski sociolog



## Abstract

The contribution deals with the developmental trajectory that management and handling of water have undergone in the modern era, starting with industrialization up to the present day. It discusses three periods of management marked by the understanding of water as an economic resource, integrated water resources management emphasizing the ecosystemic significance of water, and social governance, which, besides the ecological characteristics of water, emphasizes its embedding into social and cultural relationships. The author also outlines the dilemmas and problems of water management in Slovenia following the democratic transition and independence in the early nineties until today. The contribution concludes with the presentation of Dr. Peter Gleick's views on the future of water.

**Keywords:** democratic transition, future of water, integrated water resources management, water as an economic resource, water management.

# 1. Uvod – voda kot nekooperativna dobrina

Trideseta obletnica simpozija Vodni dnevi je dobrodošla iztočnica ali izgovor za vprašanje, kaj se je v tem obdobju dogajalo z vodami v Sloveniji. Teh »trideset let« seveda ne jemljemo kot natančne časovne zamejitve, ampak kot metaforo za oznako obdobja, ki se je začelo s spremembo družbene politične ureditve, preprosto rečeno z vzpostavitvijo demokratičnega in pluralističnega političnega sistema, uveljavljanjem načel pravne države, reafirmacijo zasebne lastnine in z vzpostavljanjem socialno tržnega gospodarstva, predvsem pa z ustanovitvijo lastne države – pa vse do danes.

Če se navežemo na mogoče ne popolnoma točno ugotovitev Giulia Boccalettija, da se »v XX. stoletju reke niso spremenile. Družbe pa so se.« (Boccaletti, 2021:194), lahko nedvoumno zatrdimo, da se je slovenska družba (in država) močno spremenila, vprašanje pa je, koliko in kako so se spremenile naše reke in vode nasploh. Tema je široka in preširoka za ta prispevek. O vodah danes in v zadnjih trideset in več letih vemo veliko, po številnih parametrih spremljamo stanje in spremembe v vodnem krogu, se pravi količinske spremembe pozemnih in površinskih vodnih teles, njihove spremembe v kakovosti voda, spremembe v vodnih ekosistemih, koliko prebivalcev ima dostop do kakovostne pitne vode in koliko odpadnih voda nam uspe očistiti, preden jih izpustimo v naravo. O vsem tem ne bomo govorili.

Tema, ki jo nameravamo samo načeti oziroma skicirati, se nanaša na vprašanje, koliko se je spremenil naš odnos do vode in ravnanje oziroma upravljanje z njo. To vprašanje je postalo še posebej aktualno ob vprašanju krize vode<sup>1</sup>, kjer vrsta strokovnjakov poudarja, da ne gre toliko za vprašanje krize vode kot materialne substance, ampak za krizo upravljanja z njo. (Brabier, 2019; Bakker, 2010) Vsekakor številni avtorji opozarjajo, da je gospodarjenje in upravljanje z vodami zelo izmuzljivo in kar težavno početje. Voda je, kot pravi Bakker (2003:2), »nekooperativna dobrina« in nič kaj dojemljiva za človekove načrte z njo. Ni je, ko bi jo najbolj potrebovali, recimo v obdobju suš, zopet drugič jo je preveč in s poplavami povzroča škodo.<sup>2</sup> Vendar nista samo nestabilnost in nihanje vodnega kroga tista, ki se upirata človekovemu načrtovanju. Voda ni pasivna, če hočemo ali ne, ves čas preobraža naše okolje, nima posluha za geografsko politične razmejitve med regijami in državami, izmika se natančnim pravnim kvalifikacijam, je lahko »nosilka« različnih pravnih režimov, v razmerah, ko je vode malo in premalo, se postavlja vprašanje prioritete rabe, lastništvo nad vodo je prehodno in negotovo. Tudi tam, kjer je uveljavljeno načelo »prvi pride, prvi melje«, se hitro zgodi, da je ta pravica brez haska, ker vsakdo »melje« na svojem ozemlju in skupno prispevajo k izničenju zasebnih pravic do vode. »Voda je,« kot je zapisal Boccaletti (2021, Uvod), »v svojem temelju res publica – javno dobro – gibajoča se brezoblična substanca, ki se upira zasebni lastnini in zahteva kolektivno upravljanje.«

Seveda že bežen pogled na zgodovino odnosa med človekom oziroma družbo in vodo, kot se ta izraža v upravljanju z njo, pokaže, da je v kratkem prispevku nemogoče predstaviti vso, tako rekoč neskončno raznovrstnost teh razmerij.

Zato se bom v tem prispevku osredinil na a) oris razvojnega loka upravljanja z vodami v moderni dobi, ki se začneja z industrijsko revolucijo in razvojem kapitalizma ter se v zadnjih desetletjih 20. stoletja prelevi v postindustrijsko in informacijsko (digitalno) družbo.<sup>3</sup> V nadaljevanju bom opozoril na spremembe in težave upravljanja z vodami v kontekstu družbenih, ekonomskih in političnih sprememb, ki zaznamujejo »demokratični prehod« v Sloveniji, ter zaključil s pogledom na prihodnost odnosa do vode in upravljanja z njo.

## 2. Razvojni lok upravljanja z vodami

Ljudje so že ves čas, predvsem pa od začetka stalne naselitve in razvoja poljedelstva, živeli v nelagodnem razmerju do vode, soočali so se z njeno nestalnostjo, s pomanjkanjem ali preobiljem, poskušali so jo uporabiti za svoje potrebe in namene, jo preusmerjati, izkoriščati za poljedelstvo in druge potrebe. Čeprav so ohranjeni sledovi in ponekod še vedno delujoče vodne ureditve tako imenovanih hidravličnih civilizacij, predvsem v Mezopotamiji, v Indiji in na Kitajskem, so bila tehnična sredstva in poznavanje vodnega kroga razmeroma skromni, človeški potencial, izražen s številom prebivalcev na Zemlji, je bil tisočletja vse do zadnjih 100 let razmeroma majhen, zato je bila uporaba vode za človeško generirane potrebe (namakanje, pitje, plovba) zanemarljiva v primerjavi z današnjim stanjem.

Razmere so se temeljito spremenile s procesom industrializacije, tehnološkim in znanstvenim razvojem, z masovno proizvodnjo ter uveljavljanjem kapitalizma in vloge trga, ki med drugim vlogo tržne dobrine, torej blaga, podeljuje tudi naravnim virom. Govorimo o poblagovljenju oziroma »komodifikaciji« naravnih virov. Brez vode si zagona industrijske revolucije, temelječe na kapitalizmu, sploh ne bi mogli zamisliti. Oba glavna izuma industrijske revolucije – parni stroj in električna industrija – sta temeljila na ekstenzivni rabi vodnih virov.

Vse to je seveda zahtevalo spremembe v odnosu do vode in načinu upravljanja z njo. V spodnji preglednici je orisan razvojni lok oziroma spremembe v upravljanju z vodami od začetka industrializacije do danes.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Mogoče je smiselno uveljaviti razlikovanje med »krizo vode« in »vodno krizo«, pri čemer se prvo poimenovanje nanaša na stanje vode v naravi tako v ekosistemskem kot količinskem smislu, na iztrošenost vodnih virov in onesnaženost, drugo pa se nanaša na krizo oskrbe z zdravo pitno vodo zaradi različnih razlogov.

<sup>2</sup> Pred časom sem v dnevnem tisku zasledil informacijo, da lahko jedrske elektrarne za prihodnjih pet let vnaprej prodajo kar 80 % električne energije, ki jo nameravajo proizvesti, hidroelektrarne pa zaradi »nekooperativne vode« samo okoli 20 %.

<sup>3</sup> Izrazov oziroma pojmov za oris obdobja, v katerem živimo danes, je več. Ekonomisti bi poudarjali predvsem ekonomijo storitev, digitalizacijo in globalnost, sociologi postmodernost in družbo tveganja, odvisno od zornega kota, ki ga želijo predstaviti.

<sup>4</sup> Ko govorimo o obdobjih v razvoju upravljanja z vodami, se moramo zavedati, da je prehod med njimi postopen, marsikaj, kar je novega, še obstaja v starih okvirih, in marsikaj starega v nadgrajenih oblikah ostaja v novih konceptih upravljanja.

Preglednica 1: Razvoj upravljanja z vodami

Časovno obdobje	Ključne besede	Teme	Ključni poudarki	Način upravljanja z vodami
Od sredine 19. stoletja do 60. let 20. stoletja	Voda + ekonomija	Voda kot ekonomski resurs, veliki vodni infrastrukturni objekti, vodne poti (prekopi, kanali)	Odpiranje vedno novih vodnih virov in izraba vode kot naravnega vira («resource development«)	Gospodarjenje z vodami (vodno gospodarstvo) Wasserwirtschaft Water management
Od 60. let 20. stoletja do začetka 21. stoletja	Voda + ekologija	Kritika vodnih veleprojektov, okoljske posledice, voda kot del mreže življenja	Trajnostno upravljanje z vodo kot naravnim virom	Celovito upravljanje z vodnimi viri Integrated water resources management (IWRM)
Danes ...	Voda + kultura	Mnogovrstni pomeni vode, sodelovanje pri upravljanju	Upravljanje s potrebami po vodi, namesto odpiranja in izkoriščanja vedno novih virov	Water governance Družbeno upravljanje z vodami

## 2.1 Obdobje gospodarjenja z vodami

V prvem obdobju so vodo obravnavali predvsem kot ekonomski resurs. Status vode (pa tudi drugih naravnih virov) kot ekonomskega resursa najboljše ilustrirajo stališča ameriškega geografa in ekonomista Ericha Zimmermanna, ki trdi, da »resursi ne obstajajo, ampak to šele postanejo« (1951:14) tedaj, ko jih prepoznamo kot koristne in uporabne za človekove potrebe in izkoriščanje. Voda je zgolj in samo naravna snov, ki jo lahko izkoristimo, sicer pa »je brez pomena«. Značilna je torej redukcija vode na njeno uporabno ekonomsko razsežnost, druge razsežnosti vode in vodnih virov pa popolnoma pušča ob strani. Predpostavlja se, da je voda vedno tu, da je dostopna in na razpolago za izkoriščanje v gospodarstvu ter za druge človeške potrebe. To je tudi obdobje sektorskega gospodarjenja z vodami v energetiki, kmetijstvu in vodooskrbi. Neuskklajeno načrtovanje rabe vodnih virov je povzročalo tudi konflikte med posameznimi sektorji in rabami. Načrtovanje se je dogajalo pretežno po administrativno političnih mejah, ne pa po porečjih in povodjih. Poudarek pri gospodarjenju z vodami je bil na izkoriščanju vedno novih vodnih virov,<sup>5</sup> na izgradnji vodne infrastrukture, kot so pregrade, nasipi, kanali, plovne poti (Sueški kanal, Panamski prekop), vodooskrbna infrastruktura, namakalni sistemi, vodne akumulacije in drugi vodni objekti.

<sup>5</sup> Vedno bolj izpopolnjene tehnologije odkrivanja in izkoriščanja vodnih virov (zalog) so omogočile tudi izkoriščanje tistih vodnih virov, ki so bil pred tem nedostopni.



Od izgradnje Hooverjevega jezua v sredini 30. let prejšnjega stoletja je bilo v 140 različnih državah zgrajenih približno 45.000 velikih pregrad (15 metrov ali več), ki so zajezile okoli 70 % velikih rek na svetu in ustvarile površine vodnih zajetij v velikosti današnje Kalifornije. Navdušenje nad velikimi pregradami ni imelo samo ekonomske motivacije. Gradnja pregrad je bila simbol napredka in zmage človeka nad divjo naravo in je hkrati legitimizirala politične oblasti, ki so jih zgradile.

Ni treba posebej poudarjati, da se je obdobje gospodarjenja z vodami kot ekonomskim resursom v šestdesetih in sedemdesetih letih izteklo v krizo vode, ki se je izražala v iztrošenju vodnih virov in v onesnaženju površinskih in podzemnih vodnih teles, vse do te mere, da je ogrožala zdravje ljudi in ekonomsko substanco. Voda ni ekonomski resurs, ki je v obilju, vedno dostopen in ga lahko uporabljamo, kakor se nam zdi.

## 2.2 Obdobje celovitega upravljanja z vodami

Koncept celovitega upravljanja z vodami se je začel razvijati v osemdesetih letih prejšnjega stoletja kot odgovor na vodno krizo, v institucionalne politike je začel vstopati v devetdesetih letih in se je v začetku novega stoletja uveljavil kot prevladujoči pristop k upravljanju z vodami, na primer v Evropski uniji s sprejemom Okvirne direktive o vodah leta 2000.

Ključna sprememba je, da voda ni več zreducirana zgolj na ekonomski resurs, ampak se jo vse bolj razume v ekosistemskih kategorijah. Voda je gradnik ekosistemov (vodni ekosistemi), hkrati pa s svojim vodnim krogom omogoča proces življenja v celoti – vzpostavlja »mrežo življenja«.

Osnovne lastnosti celovitega upravljanja z vodami lahko povzamemo v naslednjih alinejah:

- upoštevati mora ekosistemske funkcije vode in vzdrževati dobro stanje vode kot naravne substance;
- mora biti integralno, tako da vključuje vse njene razsežnosti in različne rabe ter jih upravlja v njihovi kompleksnosti;
- mora biti celovito, tako da zajema upravljanje in načrtovanje vodnih režimov (vodnih količin) ter kakovost vode z vidika kemijskih, bioloških in drugih lastnosti;
- mora biti integralno in celovito v pomenu, da se ne omejuje le na vodna telesa (površinska in podzemna), ampak tudi na dejavnosti, ki imajo vpliv na količine in kakovost voda, na primer urbanizacija, kmetijstvo, promet, turizem in industrija;
- Celovito upravljanje z vodami se mora dogajati na ravni povodij in porečij (odvisno od ravni načrtovanja) in mora prečiti administrativno-politične meje. Enota upravljanja z vodami je povodje.

Čeprav je koncept celovitega upravljanja z vodami omogočil pomembne premike k razumevanju vode v njenih ekosistemskih razsežnostih in je sprožil številne dejavnosti, ki so v dveh ali treh desetletjih pripeljale do pomembnega izboljšanja ravnanja z vodami, pa tudi izboljšanja kakovosti, predvsem površinskih voda, so vse bolj opazne tudi kritike takšnega pristopa.

Kritiki mu pripisujejo predvsem visoko stopnjo centralizacije in tehnokratski pristop, ki je upravljanje z vodami vzpostavil kot visoko profesionalno dejavnost, ki se ravna po kriterijih posameznih strok (hidrologija, biologija ...), ne upošteva pa vpetosti ljudi in družbe v vsakodnevna razmerja z vodo.

## 2.3 »Družbeno upravljanje z vodami« (Water Governance)<sup>6</sup>

Ko govorimo o družbenem upravljanju z vodami, se moramo zavedati, da v svetovnem merilu še zdaleč ne gre za teorijo in prakso upravljanja z vodami, ki bi imela prevladujoč značaj. Pravzaprav gre za zametke novih pristopov, ki se tu in tam pojavljajo v okviru prevladujoče doktrine celovitega upravljanja z naravnimi viri, ne vemo pa še, do katere mere se bodo novi pristopi uveljavili. Domnevamo lahko, da bi lahko k hitrejšemu uveljavljanju novih doktrin prispevala povečana ozaveščenost prebivalcev v zvezi z vodnimi zadevami.

Če je doktrina celovitega upravljanja z vodami afirmirala številne, do tedaj zanemarjene ekološke vidike vode, upravljanje pa poverila strokovno-birokratskemu državnemu aparatu, nova doktrina uveljavlja povezave med vodo v njenih različnih manifestacijah in družbo oziroma vpetost vode v družbena razmerja.

Osnovni gradniki novega pristopa so:

- večnivojski pristop, ki implicira premik od prevladujočega državnega upravljanja z vodami in zahteva delitev pristojnosti z lokalnimi in regionalnimi ravni, različnimi skupnostmi, civilnodružbenimi skupinami in organizacijami ter prizadetimi prebivalci;

---

<sup>6</sup>S pojmom »governance«, ki se v zadnjih petnajstih letih vse pogosteje pojavlja v zvezi z vodami, so velike težave. V slovenščino, pa tudi v nekatere druge jezike, je ta pojem skorajda neprevedljiv. Politologi in komunikologi svetujejo pojem »vladovanje«, ki na nek način fonetično spominja na »governance«, vendar pa gre »vladovanje z vodo« težko v ušesa, predvsem pa izpušča elemente družbene participacije. Med družboslovci še ni konsenza glede prevoda tega pojma. Za potrebe tega članka uporabljamo sestavljanjo »družbeno upravljanje z vodami«, ki vsebinsko najbolj ustreza »governance«, kot se pojavlja v povezavi z vodami.

Poleg tega pa obstajajo dvoumnosti glede njegove rabe in definicije. V širšem pomenu »governance« pomeni vsako obliko institucionalnega in neinstitucionalnega upravljanja/ravnanja z določeno zadevo. V tem pomenu bi pojem »water governance« pomenil ves korpus institucionalnih, neformalnih in tradicionalnih ravnanj z vodo v neki družbi. Ob tem pa obstaja še bolj določna opredelitev, kot specifičen način tokrat družbenega in ne samo institucionalnega upravljanja z vodami.

- napotuje na aktivno participacijo prebivalcev v procesih odločanja v povezavi z vodnimi zadevami in rabo vode ter vzpostavitev organizacijskih oblik za sodelovanje prebivalcev, lokalnih skupnosti in drugih. Odločitve naj se sprejemajo na ravneh, na katere se urejanje vprašanj nanaša;
- prepozna, da voda ni samo neka nevtralna naravna snov zunaj nas, ampak ima hibridno naravo, je družbeno konstruirana in vsebuje tudi kulturne attribute. Novo pojmovanje vode presega dihotomijo družba/narava;
- zagovarja neinvazivne intervencije v vodno okolje. Na primer, če tradicionalno celovito upravljanje z vodami daje poudarek na gradnji čistilnih naprav, da bi preprečili onesnaževanje, nov pristop napotuje na čim manjše generiranje odpadnih voda, ki potrebujejo čiščenje, oziroma na njeno ponovno uporabo;
- poudarja, da upravljanja z vodami ne moremo preprosto samo prilagajati našim potrebam, ampak tudi obratno, prilagajati moramo tudi naše potrebe potrebam, ki jih ima voda.

Koncept družbenega upravljanja z vodami izhaja iz temeljite vsebinske spremembe razumevanja vode, voda ni več nekaj, kar je »tam zunaj« in je na voljo, da jo ukrotimo za človeka, ampak je del našega (družbenega) življenja in vpeta v hibridna naravno-družbena razmerja.

## 3. Teh naših »trideset let«

V tem oddelku bomo poskušali skicirati nekatere odprte dileme in probleme upravljanja z vodami po prehodu v demokracijo in osamosvojitve Slovenije. Naj najprej opozorimo, da gre za skico, ki je daleč od tega, da bi prikazala vse nianse odnosa do vode in upravljanja z njo v zadnjih nekaj več kot tridesetih letih.

Na vprašanje, ali sta se v teh letih spremenila naše razumevanje in odnos do vode, pa lahko odgovorimo kar takoj. Spremenila sta se, in to temeljito. Danes pravzaprav nimamo posegov v vode, gradnje vodooskrbne in kanalizacijske infrastrukture ter protipoplavnih ureditev, ki ne bi ustvarjali konfliktov bodisi med investitorji, prizadetimi prebivalci in med strokami ter različnih odzivov civilnodružbenih organizacij. Upravljanje in ravnanje z vodo sta postala res-publica, javna zadeva, torej stvar, ki zadeva vse. Gre za velik premik v primerjavi s preteklimi desetletji, ko so bili različni posegi v vode – od gradnje pregrad za HE do protipoplavnih ureditev, melioracij kmetijskih zemljišč in namakanja – stvar stroke in gospodarskih odločitev, zunaj domene javnega mnenja.

Prehod v demokracijo in slovenske vode ima nekaj skupnega, in sicer letnico 1990. Spomladi tega leta smo imeli prve demokratične volitve v sicer še staro Skupščino republike Slovenije, dobili smo prvo demokratično izvoljeno vlado, jeseni pa smo se soočili z velikimi poplavami. Vse reke so prestopile bregove, še posebej v zgornji in spodnji Savinjski dolini.

Sovpadanje volitev in poplav v istem letu je bilo seveda naključno, v simbolnem smislu pa so poplave pomenile konec vodnega gospodarstva, kot smo ga poznali pred tem, in umeščanje gospodarjenja z vodami v nove institucionalne okvire z nekoliko pozneje ustanovljenim ministrstvom za okolje in prostor. Te spremembe so se začele že leto pred tem z razgradnjo tako imenovanih socialističnih samoupravnih interesnih organizacij, med drugim tudi na področju voda. Nekdanja Zveza vodnih skupnosti, v kateri so bili tripartitno po 8 vodnih območjih organizirani predstavniki stroke, vodnogospodarskih podjetij, lokalnih skupnosti in uporabnikov, je bila razpuščena in umeščena v strukturo nove vladne sektorske organizacije. Predvsem pa je treba povedati, da je z razgradnjo Vodne skupnosti Slovenije usahnil neodvisen vir financiranja, ki je bil integriran v državni proračun, vodno gospodarstvo pa ni imelo več nadzora nad njim.

Za vodarje, torej vodarsko stroko in vodnogospodarska podjetja, so bile te spremembe precej travmatične. Z izgubo avtonomnega področja vodnega gospodarstva se še dolgo, več kot desetletje, vse tja do sprejema novega zakona o vodah v letu 2002, vsaj večinsko niso mogli sprijazniti. Temu se je pridružila tudi prizadetost, ker je del nove demokratične vladne politike vodarjem očital, da so odgovorni za silovitost poplav novembra 1990. Očitki so šli v smer, da so vodarji z gradbenimi posegi v vode pospeševali pretočnost in odvajanje voda, s tem pa so odprli pot njenemu še bolj škodljivemu delovanju, namesto da bi se v desetletjih pred tem usmerili v zadrževanje voda in njihovo sonaravno urejanje. Vprašanje, koliko so ti očitki upravičeni, puščamo ob strani, čeprav se je v tedanjem času že dogajala sprememba doktrine upravljanja z vodami v smer celovitosti in zadrževanja voda. V pismu, ki ga je novoustanovljeno društvo vodarjev Slovenije (DVS) naslovilo tedanjemu ministru za okolje in prostor, opozarjajo na »zeleno hajko«, ki je bila očitno uspešna pri radikalnem zmanjšanju sredstev za vodno gospodarstvo. (Slovenski vodar, 1/1996, str. 16)

Dejstvo je, da so se na področju upravljanja z vodami zgodile radikalne spremembe, in to čez noč. Nova upravna organizacija države, v kateri ima regulacija posameznih sektorjev svoj vrh v vladnih ministrstvih, je pometla z avtonomijo vodnega gospodarstva:

- Dejavnost urejanja voda je pristala v pristojnosti ministrstva za okolje in prostor, v katerem pa je voda predstavljala samo enega od segmentov okoljske, prostorske in pozneje tudi naravovarstvene organizacije in politike.
- Čeprav je stari zakon o vodah, razen v delih, ki ga je razveljavila nova upravno-organizacijska in politična ureditev, še ostal v veljavi, pa je vse večjo vlogo prevzemal leta 2004 sprejet zakon o varstvu okolja in je »vodno politiko« integriral v koncept okoljske politike. Tako so v DVS v odmevu na predlog programa *Urejanje voda v Republiki Sloveniji*, ki ga je pripravila dr. Meta Gorišek, protestirali proti temu, da bi bil ta program sestavni del *Nacionalnega programa varstva okolja Slovenije*, ampak bi moral biti samostojen dokument, ki bi se moral imenovati *Program razvoja gospodarjenja z vodami*. (Slovenski vodar, 5/1997, str. 53)
- Če je Zakon o varstvu okolja vse bolj opredeljeval dejavnost urejanja z vodami, tudi v zvezi z emisijami v vode in onesnaževanjem, je po drugi strani Zakon o gospodarskih javnih službah oskrbo z vodo ter odvajanje in čiščenje odpadnih voda obravnaval skupaj z drugimi gospodarskimi javnimi

- službami, kot je ravnanje z odpadki, in drugimi komunalnimi službami.
- Vse to skupaj je pomenilo ukinitve vodnega gospodarstva kot posebne gospodarske panoge, s posebnimi nalogami in pooblastili ter lastnim financiranjem. Novi pravni in strokovni dokumenti so pojem »gospodarstvo« opuščali, na njegovo mesto pa je stopilo »upravljanje z vodami«. Rezultat je »razvrednotenje stroke«, na kar opozarja Mitja Starc, saj je, kot navaja: »Vodarstvo z deleža 0,45 % pristalo na 0,06 % brez realnega upanja (...), da bi se te stvari v prihodnjih letih bistveno popravile.« (Starc, 2000: 16)
  - Na tem mestu puščam odprto vprašanje, ali sta razgradnja vodnega gospodarstva in prehod od gospodarjenja na upravljanje z vodami pomenila predvsem izgubo avtonomije, kot je prevladujoče opozarjala vodarska stroka, ali pa je integracija z okoljskimi in naravovarstvenimi vidiki upravljanja z vodami dejansko pomenila prehod k celovitemu upravljanju z vodami, pri čemer je treba poudariti, da se je vodarstvo na nek način razblinilo v tedanjem ministrstvu za okolje in prostor, brez ustrezne »hierarhije« oblikovanja, izvajanja in nadzora nad politiko urejanja voda. Spremembe je prinesla šele pozneje ustanovljena Direkcija za vode RS, ki je še danes organizacijsko in kadrovske podhranjena za upravne, strokovne in načrtovalske dejavnosti. Inštitut za vode pa še vedno ostaja brez prave umestitve v sistem upravljanja z vodami.
  - Temeljite spremembe je načrtoval nov Zakon o vodah iz leta 2002, ki je hkrati pomenil tudi harmonizacijo z zakonodajo EU na področju voda, predvsem z okvirno Direktivo o vodah. Toda tudi ta zakon ni prinesel »sprave« med vodarsko stroko in državno vodno politiko, kot je to razvidno iz Slovenskega vodarja št. 10 iz novembra 2000 in št. 12 iz leta 2002. Umanjkanje avtonomije in opustitev »gospodarjenja z vodami« je bil previsok prag za »spravo«. Pozneje je v kontekstu prilaganja evropski vodni politiki dilema med gospodarjenjem in upravljanjem počasi izginila. Ostalo je spoznanje, da voda, ki jo razumemo samo kot ekonomski resurs, ne more predstavljati temelja za upravljanje z njo.
  - Danes po več kot tridesetih letih še vedno lahko trdimo, da pomembne dileme glede upravljanja z vodami še vedno niso razrešene. Navsezadnje se danes to vidi ob interpretacijah katastrofalnih poplav iz avgusta 2023 in ob predlogih za sanacijo stanja. Obstajata dve radikalno različni razlagi, zakaj so bile te poplave še bolj uničevalne, kot bi bile sicer glede na količino in časovni razpored padavin:
    - Prva razlaga pravi, da so bile poplave »še hujše«, ker smo premalo posegali v vodotoke, jih zanemarjali, nismo čistili rek, gradili protipoplavnih nasipov, zadrževalnikov visokih voda, izvajali smo premalo gradbenih ukrepov.
    - Druga razlaga trdi prav nasprotno: poplave so bile »še hujše«, ker smo preveč posegali v vode in pospeševali njen odtok, namesto da bi ga zadrževali. Vodi smo odvzeli velik del njenega razlivnega prostora, namesto da bi se omejili pri poseganju v rečni prostor ter sami prilagodili svoje obnašanje oscilacijam vodnega kroga.

Razprava o tem se bo v prihodnjih mesecih in tudi letih še razživela, verjetno bo vplivala tudi na zasnove poplavne varnosti in odpornosti, nikoli pa ne bo zares končana.

## 4. Pogled v prihodnost

Žal je resna razprava o prihodnosti upravljanja z vodami omejena s številom znakov za ta prispevek. Opozorim naj le na zadnje delo enega od najbolj uveljavljenih vodnih strokovnjakov dr. Petra Gleicka, v katerem navaja naslednje globalne, torej svetovne usmeritve, ki vodijo k trajnostnemu ravnanju z vodami. Na kratko jih povzemam:

- Treba je končati vodno revščino in vsakemu prebivalcu na planetu zagotoviti varno pitno vodo in sanitarije.
- Vodo in ekološke koristi, ki jih zagotavlja, je treba vrednotiti tako v filozofskem kot ekonomskem pomenu.
- Povečati je treba učinkovitost in produktivnost vseh načinov rabe vode. Več lahko počnemo z manjšo rabo vode.
- Treba je razvijati nove vire vode, pri čemer ne gre za izkoriščanje vedno novih vodnih virov, ampak za uporabo odpadne vode in padavinskih voda.
- Treba je reformirati vodne institucije ali pa oblikovati nove. V upravljanje z vodami je treba vključiti vse relevantne deležnike. Skrb za vodo ne more ostati samo znotraj okvirov upravljanja z vodami, ampak se mora razširiti na področje kmetijstva, energetike, prostorskega načrtovanja, če navedemo samo najbolj pomembne. (Gleick, 2023: 295–300)

### Literatura in viri

1. Bakker, K., 2004. *An Uncooperative Commodity. Privatizing Water in England and Wells.* Oxford: Oxford University Press.
2. Bakker, K., 2010. *Privatizing Water. Governance Failure and the World's Urban Water Crisis.* Ithaca: Cornell University Press. (Kindle edition).
3. Barbier, E., 2019. *The Water Paradox,* New Haven: Yale University Press (Kindle edition).
4. Boccaletti, G., 2021. *Water. A Biography.* New York: Pantheon Books (Kindle Edition).
5. Gleick, P., 2023. *The Three Ages of Water. Prehistoric Past, Imperiled Present, and a Hope for the Future.* New York: Hachette Book Group.
6. Odmev na predlog programa »urejanja voda v Sloveniji«, DVS, št. 5., avgust 1997, Celje, str. 53.
7. Pismo ministru, DVS, Slovenski vodar, št. 1, april 1996, str. 12–13, Celje.
8. Starc, M., 2000. Kaj se dogaja s slovenskim vodarstvom? Slovenski vodar, št. 5., Celje.
9. Zimmermann, E., 1951. *Erich World Resources and Industries,* New York: Harper & Brothers.

**Predstavljamo Hachovo najnovejšo tehnologijo na področju inteligentnega upravljanja voda – sistem Claros.**

## Claros zagotavlja

- popoln pregled delovanja merilne opreme,
- povezovanje laboratorijskih meritev z on-line meritvami,
- nadzor delovanja čistilne naprave,
- uporabo najnovejše tehnologije za pridobitev dragocenih operativnih podatkov, s pomočjo katerih boste procese na čistilni napravi upravljali v realnem času.



***Zmanjšajte negotovost.  
Povečajte pravilnost svojih odločitev.***

***Dobrodošli v svetu CLAROS-a.***

Hach Lange, d. o. o., je hčerinsko podjetje istoimenske ameriško-nemške multinacionalke v Sloveniji z več kot 85-letno tradicijo na področju analize vode. Dolga leta izkušenj, izumi in kontinuiran razvoj so omogočili, da danes svojim kupcem po vsem svetu nudimo širok nabor laboratorijskih, prenosnih in on-line izdelkov za analizo pitne, odpadne ali industrijske vode.

# Priporočila za zgodnje zaznavanje onesnaženja v primeru kraških izvirov Unice

dr. Nataša Ravbar, dr. Janez Mulec,  
dr. Cyril Mayaud, dr. Matej Blatnik,  
dr. Blaž Kogovšek, dr. Metka Petrič

## Povzetek

Na podlagi pravnih predpisov morajo imeti upravljavci vodovodov izdelan program ukrepov v primerih onesnaženja. Ti so še posebej pomembni za zajetja kraških vodnih virov, ki spadajo med najbolj ranljive in pokrivajo polovico državnih potreb po pitni vodi. Prispevek predstavlja priporočila za zgodnje zaznavanje morebitnega onesnaženja voda na krasu, ki jih je mogoče vključiti v prakse upravljanja. Temeljijo na podrobnem spremljanju kakovosti vode v času vodnih valov in kartiranju tveganja za onesnaženje ter podajajo smernice za operativni nadzor, vključno z lokacijami, indikatorskimi parametri ter časovno ločljivostjo in trajanjem. Na primeru zaledja izvirov Unice, zaradi urbanizacije in z njo povezanih dejavnosti, veliko tveganje za onesnaženje obsega 0,5 % zaledja. Največja verjetnost pojava onesnaženja na izviri je v času padavinskih dogodkov, ko je poleg stalnega spremljanja motnosti, EC in T priporočljivo spremljati še prisotnost fekalnih bakterij, ATP, Cl in razmerje Ca/Mg. Intenzivno spremljanje kakovosti rek ponikalnic je ključno kot preventivni ukrep, saj voda iz ponorov doseže izvire v poldrugem dnevu, slaba kakovost vode pa vztraja še vsaj en dan, zato je potrebno spremljanje vsakih nekaj ur vsaj en teden. Predlagana strategija je uporabna za kraške vodne vire, lahko pa se prilagodi tudi drugim zaledjem, kjer je pretakanje voda hitro in kjer sanacija ni izvedljiva.

**Ključne besede:** kras, onesnaženje, preventivni ukrepi, sistem zgodnjega opozarjanja, vodni vir.



Dr. **Nataša Ravbar**, višja znanstvena sodelavka, vodja projekta, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

Dr. **Janez Mulec**, višji znanstveni sodelavec, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

Dr. **Cyril Mayaud**, znanstveni sodelavec, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

Dr. **Matej Blatnik**, znanstveni sodelavec, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

Dr. **Blaž Kogovšek**, asistent z doktoratom, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

Dr. **Metka Petrič**, znanstvena svetnica, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa.

## Abstract

The operators of water supply systems are legally obliged to draw up a program of measures in the event of contamination. These are particularly important for the catchment areas of karst springs, which are among the most vulnerable and supply half of the country's drinking water needs. The contribution presents recommendations for the early detection of potential water contamination in karst that can be integrated into management practice. They are based on detailed, event-based water quality monitoring and contamination risk mapping and provide guidance for operational monitoring, including locations, indicator parameters, temporal resolution and duration. In the case of the Unica springs, 0.5% of the catchment is at high risk of contamination due to urbanization and associated activities. The greatest risk of contamination occurring at springs is during precipitation events, when, in addition to continuous monitoring of turbidity, EC and T, the presence of fecal bacteria, ATP, Cl and Ca/Mg ratio should also be monitored. Intensive monitoring of the quality of the sinking rivers is crucial as a preventive measure, as the water from the swallow holes reaches the springs within a day and a half and the poor water quality continues for at least another day, so it is necessary to monitor it every few hours for at least a week. The proposed strategy is useful for karst water sources, but can also be adapted to other areas where water flows quickly and remediation is not possible.

**Keywords:** early warning system, karst, pollution, preventive measures, water source.

# 1. Uvod

Na podlagi pravnih predpisov morajo imeti upravljavci vodovodov v primerih onesnaženja izdelan program ukrepov (Uredba o pitni vodi, 2005). Za območja oskrbovalne verige dolvodno od zajetja so programi ukrepov navadno podrobno načrtovani, za prispevna območja zajetij pa so pripravljene precej splošno. V kraških vodonosnikih, kjer je zaradi hitre infiltracije in pretakanja voda učinkovita sanacija onesnaženja težko mogoča, je treba več pozornosti nameniti načelu preventivnega upravljanja vodnih virov (Parise et al., 2015). To je še posebej pomembno v primeru kraških vodnih virov, saj ti spadajo med najbolj ranljive in pokrivajo polovico državnih potreb po pitni vodi (Brečko Grubar in Plut, 2001; Ravbar in Goldscheider, 2007).

V okviru te študije smo pripravili priporočila za zgodnje zaznavanje morebitnega onesnaženja voda na krasu, ki jih je mogoče vključiti v prakse upravljanja. Študija je zajemala kartiranje ranljivosti in tveganja izvirov za onesnaženje, pridobljena ocena pa je bila združena z operativnim spremljanjem kakovosti vode. Predlagani pristop je bil uporabljen v primeru zaledja izvirov Unice v JZ Sloveniji. V primeru onesnaženja se rezultati uporabljajo za zaznavanje pojava onesnaževal na vodnem viru ter za napovedovanje posledic in škode, ki bi jo lahko onesnaženje povzročilo.

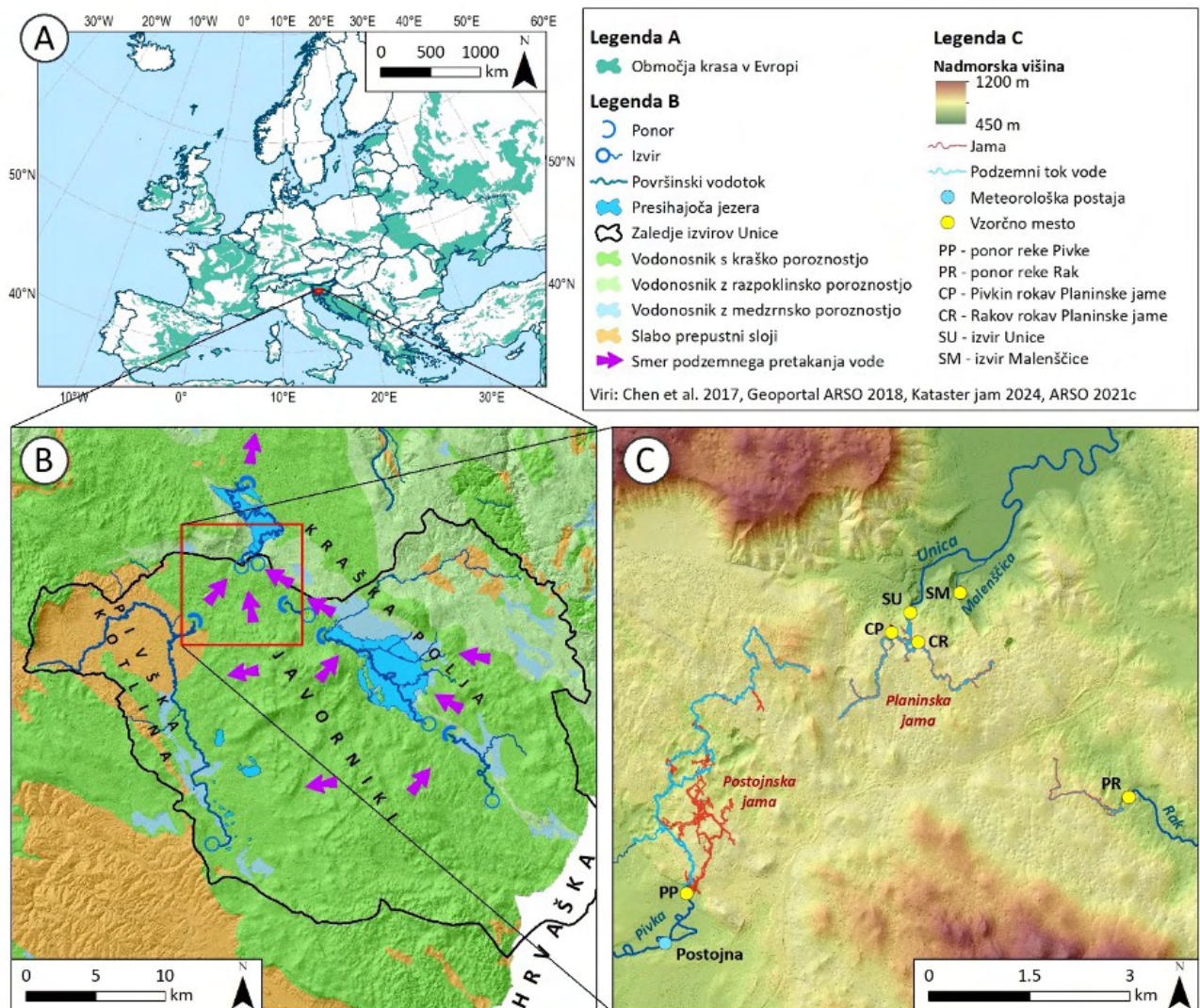
## 2. Metodologija

### 2.1 Študijsko območje

Študija se osredotoča na izvira reke Unice na Planinskem polju, to sta Unica in Malenščica. Izvir Malenščica je regionalno pomemben vir pitne vode, ki oskrbuje okoli 21.000 prebivalcev. Pretočne vrednosti izvira so med 1,1 in 11,2 m<sup>3</sup>/s (ARSO, 2021b). Izvir Unice predstavlja vodni tok, ki priteče iz 6 km dolge Planinske jame. V jami se gorvodno od izvira združita ponikalnici Pivke in Raka. Podzemni kanali tvorijo Postojnsko-planinski jamski sistem, ki je po vsem svetu znan po svoji bogati biotski raznovrstnosti. Pretoki izvira Unice se gibljejo od nekaj sto l/s do več kot 90 m<sup>3</sup>/s (Kogovšek et al., 2023).

Zaledje izvirov se razteza na približno 820 km<sup>2</sup> in je sestavljeno iz treh različnih območij (slika 1). Na zahodu je Pivška kotlina, ki jo gradijo manj prepustne eocenske flišne kamnine. Na južnem delu se pojavljajo kredni apnenci, ki napaja več presihajočih kraških izvirov in jezer. Iz teh izvirov, ko so aktivni, voda teče proti reki Pivki, ki ponikne v Postojnski jami in se podzemeljsko pretaka proti Planinski jami. Na vzhodu se v smeri SZ-JV razteza niz kraških polj, ki so se razvila ob Idrijski prelomni coni. Na tem območju prevladujejo zgornjetriasni dolomiti, ki prehajajo v jurske apnence in dolomite ter tvorijo vodonosnike z razpoklinsko poroznostjo. Osrednje območje napajanja se razteza čez masiv Javornikov, ki ga gradijo kredni apnenci in tvorijo vodonosnik s kraško poroznostjo.

Neposredno napajajo izvire Unice in Malenščice ter stalne in občasne izvire ob poljih in v Pivški kotlini. Aluvialni sedimenti na dnu polj in rečnih dolin so kvartarne starosti. Tvorijo manjše vodonosnike z medzrnsko poroznostjo.



Slika 1: Karta prikazuje lokacijo in hidrogeološko situacijo študijskega območja ter lokacijo merilnih mest.

Vir: Ravbar et al., 2023.

## 2.2 Ocena nevarnosti in tveganja za onesnaženje

Za kartiranje ranljivosti in tveganja izvirov za onesnaženje je bil uporabljen Slovenski pristop (Ravbar in Goldscheider, 2007), ki združuje oceno ranljivosti in oceno obremenjevalcev. Kartiranje je bilo izvedeno z uporabo ArcMap 10.6.1. Delo je temeljilo na javno dostopnih virih, kot so geološke in hidrogeološke karte (eGeologija, 2021; ARSO, 2021c), digitalni model višin (Geoportal ARSO, 2018), speleološke informacije (Kataster jam, 2024), baza sledilnih poskusov (Geoportal ARSO, 2018; Petrič et al., 2020) in podatki o rabi tal (MKGP, 2021).

Ocena obremenjevalcev upošteva potencialno stopnjo škodljivosti za kakovost vode. Kartiranje je bilo izvedeno na podlagi javno dostopnih podatkov o rabi zemljišč (MKGP, 2021), prometu, komunalnih čistilnih napravah (Geoportal ARSO, 2018), kanalizacijskih sistemih (Eionet Slovenia, 2018), popisu prebivalstva in stanju kmetijstva (SURS, 2018).

## 2.3 Spremljanje kakovosti vode

Med septembrom in oktobrom 2017 je bilo za potrebe študije izvedeno podrobno vzorčenje in spremljanje kakovosti vode na šestih vzorčnih mestih: na ponorih Raka in Pivke, v Planinski jami na podzemnih vodnih tokovih Raka in Pivke ter na izviri Unice in Malenščice (slika 1). Zbranih je bilo 108 vzorcev za analizo mikrobioloških in kemičnih parametrov pred izrazitim vodnim valom, ki je sledil večmesečnemu sušnemu obdobju, med njim in po njem.

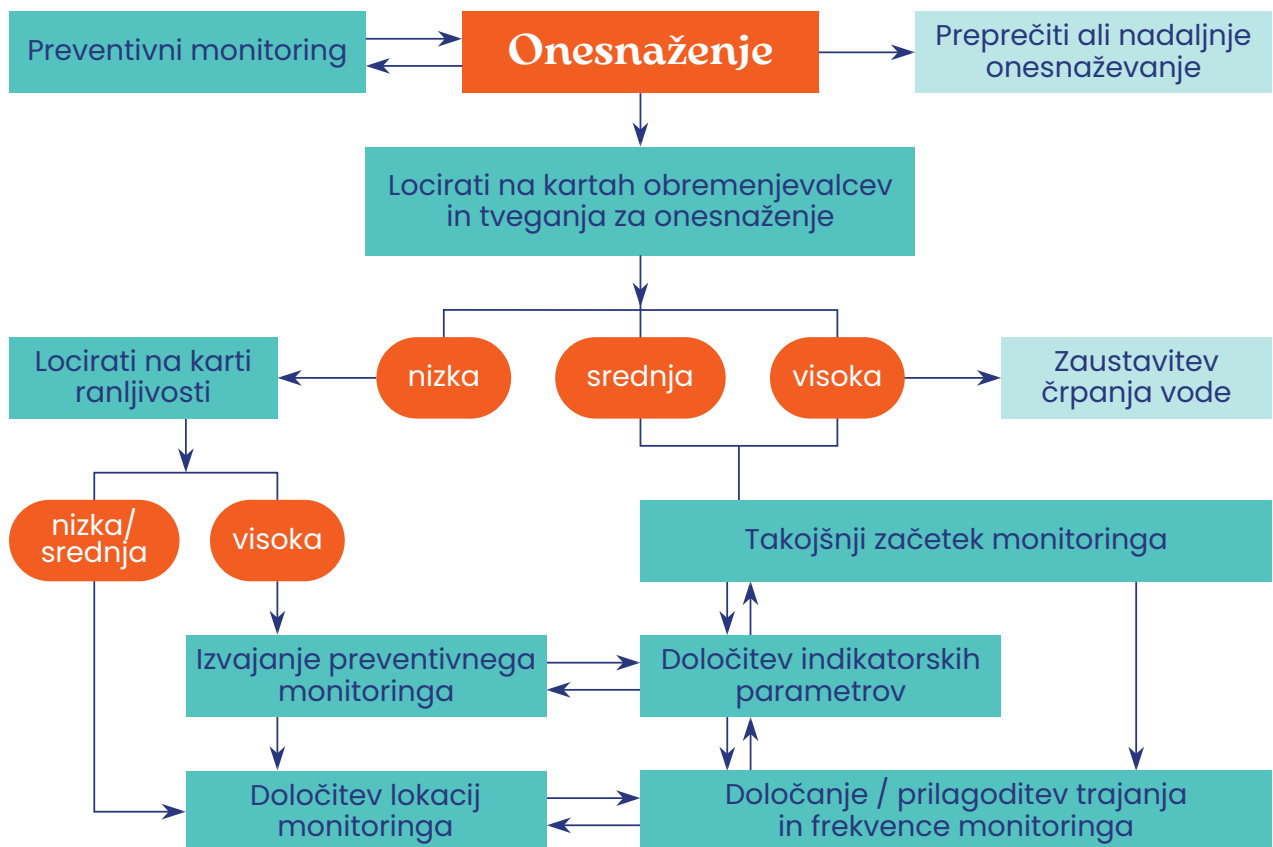
Polurne podatke o padavinah z meteorološke postaje Postojna, podatke o vodostaju, temperaturi in pretoku Malenščice ter podatke o vodostaju in temperaturi reke Pivke na ponoru smo pridobili od Agencije RS za okolje (ARSO, 2021a, b). Na preostalih mestih smo vodostaje spremljali s pomočjo merilnikov Onset Hobo. Pretočne vrednosti smo občasno (v različnih hidroloških pogojih) izmerili z uporabo SonTekovih FlowTracker2 in RiverSurveyor M9. Na podlagi razmerij med vodostaji in občasnimi meritvami pretokov smo določili pretoke v polurnih intervalih (Kogovšek et al., 2023).

Električno prevodnost vode (EC) in temperaturo (T) smo merili v polurnih intervalih na istih mestih s pomočjo merilnikov Onset Hobo. Z merilnikom prevodnosti WTW Cond 330i in Oxi 3310 smo v času vzorčenja ročno merili pH oziroma kisik (DO). Zaradi tehničnih težav so za Malenščico in Pivko na voljo le ročne meritve EC. Mikrobiološka analiza je vključevala oceno celotne mikrobne biomase (živih in mrtvih mikrobov) s količino ATP, adenzin trifosfata (AquaSnap TotalHygiene; 1 RLU je enak 1 fmol ATP). Za spremljanje koncentracije heterotrofnih aerobnih bakterij, koliformnih bakterij, bakterij vrste *Escherichia coli* (*E. coli*) in enterokokov smo uporabili mikrobiološka gojišča Compact Dry, in sicer: TC, EC in ETC (Nissui Pharmaceutical). Koncentracijo zraslih bakterijskih indikatorjev smo izrazili s kolonijem številom - CFU na mililiter po 48 urah gojenja pri 37 °C.

Kemijske analize so bile v skladu s standardnimi postopki opravljene v laboratoriju Eurofins ERICo Velenje, in sicer z uporabo ionskega kromatografa Dionex ICS 3000 (za  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ), masne spektrometrije z induktivno sklopljeno plazmo Agilent ICP-MS 7800c (za Ca, Mg, Na), atomske absorpcijske spektrofotometrije Perkin Elmer (za K) in spektrometrije HACH UV/VIS (za  $\text{NH}_4^+$ ), titracije Metrohm Titrino 702 SET/MET (za  $\text{HCO}_3^-$ ), analizatorja Shimadzu TOC (za skupni organski ogljik) in spektrofotometra HACH (za motnost).

### 3. Rezultati in diskusija

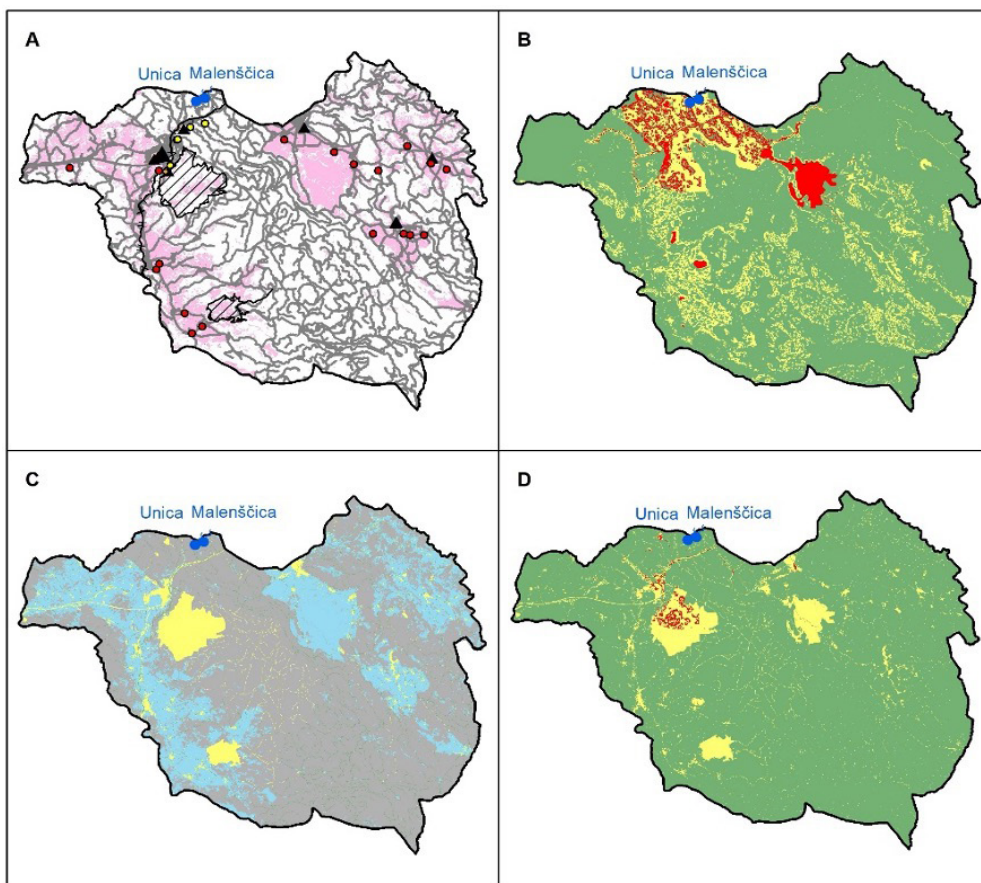
V primeru onesnaženja v zaledju kraškega vodnega vira so predlagane smernice osnova za ukrepanje (Ravbar et al., 2023). Ko je lokacija onesnaženja znana, se na podlagi karte tveganja za onesnaženje določijo nadaljnji ukrepi. Ciljni monitoring temelji na predhodno pridobljenih spoznanjih o delovanju vodonosnega sistema in predvidenem obnašanju onesnaževal v različnih hidroloških razmerah (slika 2).



Slika 2: Priporočila za zgodnje zaznavanje onesnaženja.  
Vir: Ravbar et al., 2023.

### 3.1 Ocena obremenjevalcev in tveganja za onesnaženje

Zaradi posebnosti infiltracije in transporta nekaterih onesnaževal je sanacija na krasu težja kot v drugih hidrogeoloških okoljih, če ne celo nemogoča. Ko onesnaževalo prodre v podzemlje, se lahko hitro pojavi v izviri. Predpogoj za natančno napovedovanje, kdaj in kje se bo to zgodilo, je ugotoviti vir in lokacijo onesnaženja. Karte obremenjevalcev so dobra podlaga za to. Če se uporabljajo v povezavi z oceno ranljivosti, ki upošteva procese, ki zmanjšajo onesnaženje na poti, lahko ocenimo tveganja za onesnaženje. Tako so karte ocenjenega tveganja lahko podlaga za nekatere predlagane akcijske načrte. Na primer, če pride do onesnaženja na območjih z velikim tveganjem za onesnaženje vodnega vira, se pričakuje, da bo zelo hitro potovalo proti izviro in možnost razredčitve je minimalna. V takih primerih je iz previdnosti nemudoma treba ustaviti črpanje vode in začeti spremljati kakovost.



**Legenda:**

- lovilc olj
- komunalna čistilna naprava
- ▲ iztok industrijskih odpadnih vod
- železnica
- cesta
- 0 5 10 Km
- zaledje izvirov Unice
- vojaško vadbišče
- ekstenzivno kmetijstvo
- pozidane površine
- intenzivno kmetijstvo
- odlagališče odpadkov
- Stopnja ranljivosti/obremenjevanja/tveganja
- visoka
- srednja
- nizka
- zelo nizka
- ni obremenjevanja

Slika 3: Prikaz A) pglavitnih človekovih dejavnosti, B) ranljivosti, C) obremenjenosti in D) tveganja vodnih virov za onesnaženje.

Vir: Ravbar et al., 2023.

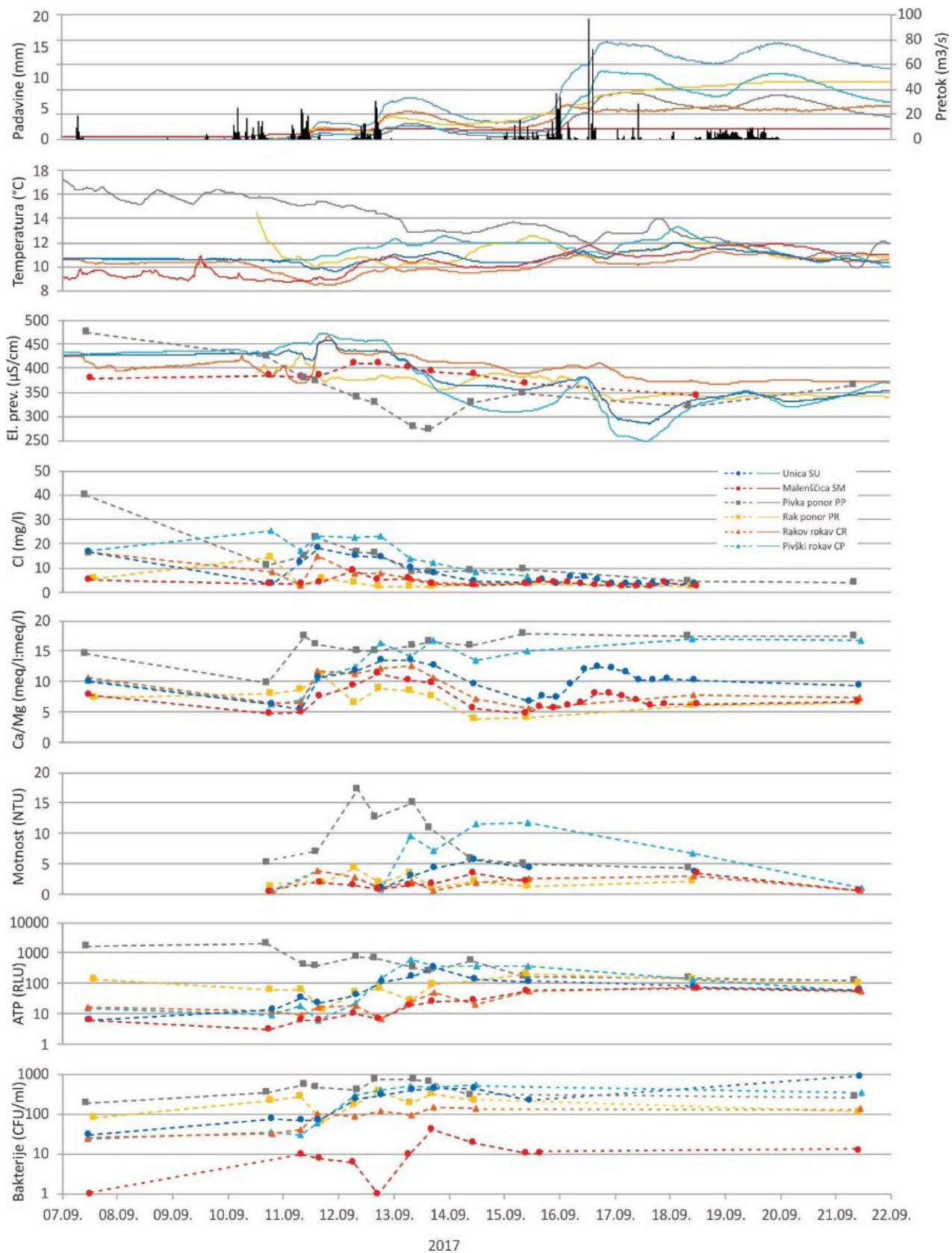
Ocena tveganja hkrati opredeli obstoječe ali potencialne nevarnosti in izpostavljenost onesnaževalcem, ki jih je treba obravnavati kot osnovo za ukrepe za zaščito podzemne vode ali vira. Območja, opredeljena kot posebej ogrožena, zahtevajo takojšnje ukrepe, kot je sanacija nevarnosti in/ali odprava oziroma prilagoditev praksi rabe zemljišč.

Visoka stopnja tveganja za onesnaženje je za obravnavano območje značilna tam, kjer so obremenjevalci na zelo ranljivih območjih (slika 3). Takšnih je 4 km<sup>2</sup> ali 0,5 % prispevnega zaledja. Gre predvsem za potencialno obremenjevanje z vojaških vadišč, cest in železnic. Nevarnost onesnaženja je velika zaradi možne hitre infiltracije v podzemlje, saj imajo te dejavnosti popolnoma nezavarovano ali minimalno zavarovano možnost iztoka. Obstaja tudi veliko tveganje za onesnaženje zaradi urbanizacije in z njo povezanih dejavnosti (odvajanje odplak, odlagališče odpadkov, prometne poti, vojaške dejavnosti) ali kmetijskih dejavnosti na območjih, ki se stekajo neposredno proti rekam ponikalnicam. Te pomembno napajajo izvire in skozi ponore površinska voda hitro doseže izvire. Zato je severozahodni del zaledja območje z največjo verjetnostjo onesnaženja podzemne vode. V preostalem delu študijskega območja nizka stopnja obremenjevalcev pomeni nizko stopnjo tveganja. Razlike med razredi tveganja na teh območjih so posledica razlik v ranljivosti in obremenjevanju.

## 3.2 Spremljanje kakovosti vode

Po dolgem sušnem obdobju je bilo med 9. in 19. septembrom 2017 na meteorološki postaji Postojna izmerjenih skoraj 300 mm padavin. Intenzivne padavine so na izvirih povzročile, da je pretok Malenščice narasel z začetnih 1,5 na 8,8 m<sup>3</sup>/s, pretok Unice pa z 0,2 na 78,8 m<sup>3</sup>/s (ARSO, 2021a, b; Kogovšek et al., 2023).

Na vseh opazovalnih mestih so nihanja parametrov najbolj izrazita pri ATP, sledijo koncentracija bakterij, motnost in kloridi (Cl). V času začetka padavin na obravnavanem območju prevladujejo stabilni nizki vodostaji. Ob porastu vodostajev na izvirih izteka voda iz kraškega podzemlja, na kar nakazujejo visoke vrednosti EC, Ca/Mg in HCO<sub>3</sub>, medtem ko na rekah ponikalnicah pride bodisi do povečanja motnosti, celotnega organskega ogljika (TOC), bakterij ali celo amonija (NH<sub>4</sub>). S časovnim zamikom okoli poldruega dneva, ko vodostaji še naraščajo, ta voda dospe do izvirov. Bistveno višje vrednosti teh parametrov, izmerjenih na Unici v primerjavi z Malenščico, so bile posledica prevladujočega dotoka ponikalnice Pivke. Sledi močan padec vrednosti parametrov, pri čemer je večina ionov dosegla najnižje vrednosti. Zmanjšala se je tudi motnost, koncentracija bakterijskih indikatorskih skupin in TOC, kar interpretiramo z redčenjem in mešanjem voda iz različnih prispevnih zaledij (slika 4).



Slika 4: Prikaz nihanja izbranih fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov v opazovanem obdobju.

Vir: Ravbar et al, 2023.



## 3.3 Spremljanje lokacij

V primeru onesnaženja je kot preventivni ukrep treba spremljati kakovost vode. V nasprotju z nekraškimi območji, kjer piezometrične vrtnice na podlagi točkovnih podatkov zagotavljajo razmeroma dobro posplošitev prostorske porazdelitve kakovosti vode, to v kraških vodonosnikih praviloma ni zanesljivo zaradi nehomogenosti vodonosnikov. Neposredno opazovanje vodnega toka je možno le na ponorih, v vodnih jamah in na izviri. Številne študije, vključno s to, so pokazale, da lahko izvire, tudi če so drug blizu drugega, napajajo različna zaledja in se hidrološko obnašajo popolnoma drugače. Zato je treba pri spremljanju kakovosti vode upoštevati vsa znana dostopna mesta.

V tej študiji smo opazovali reke ponikalnice in jamske vodotoke. Rezultati so pokazali, da tovrstna mesta lahko služijo kot preventivne opazovalne točke, na podlagi katerih je mogoče sklepati na način pretoka skozi podzemlje in ustrezno ukrepati. Tako bi lahko pridobili tudi več informacij ne samo o spremenljivosti onesnaženosti vodnega vira, ampak tudi o kompleksni hidrodinamiki opazovanega vodonosnega sistema.

## 3.4 Indikatorski parametri za zgodnje opozarjanje

Spremljanje kakovosti vode je treba začeti takoj po onesnaženju. Če so onesnaževala znana, jih je mogoče ciljno spremljati. V nekaterih primerih pa onesnaževala niso poznana. Nekatera onesnaževala se zaradi okoljskih dejavnikov hitro razgradijo ali spremenijo, kar dodatno otežuje njihovo pravilno identifikacijo in kvantifikacijo. Ker pogosto tudi ni mogoče analizirati vseh parametrov, povezanih z virom onesnaženja, ali onesnaženje ugotoviti v realnem času, se namesto tega spremljajo indikatorski parametri. Te pa je glede na predhodno ugotovljene značilnosti priporočljivo določiti za vsak obravnavani vir posebej.

Na obravnavanem območju izbrani parametri (EC, T in glavni ioni, kot so Ca, Mg in Cl, ter ATP, motnost in bakterije) dobro prikazujejo dinamiko dotoka vode k izvirom z različnih napajalnih območij. Jasno dokazujejo tudi dotok onesnažene vode iz rek ponikalnic v izvire. Za sklepanje o morebitnem onesnaženju na proučevanem območju priporočamo spremljanje glavnih ionov, kot so Ca, Mg in Cl, bakterije ter ATP. Ker so motnost, T in EC razmeroma preprosti za merjenje na kraju samem, omogočajo hitro in poceni oceno razmer. Vse to so osnovni parametri, po potrebi pa se lahko dodajo dodatni parametri. Ker težnja po pridobivanju podatkov o onesnaženju v realnem času narašča, potekajo prizadevanja za vključitev drugih parametrov v spremljanje, vključno z odkrivanjem organskih onesnaževal.

## 3.5 Trajanje in pogostost spremljanja

Zaradi zelo visokih pretokov in časovne spremenljivosti nekaterih kraških vodonosnikov je lahko transport onesnaževal v času nizkih vodostajev zakasnjen ali uskladiščen, kakovost vode pa se po padavinah pogosto hitro poslabša. Tudi ta študija kaže, da se poslabšanje kakovosti vode pogosteje pojavi v obdobju prvega dežja po dolgotrajni suši. V tem času pride do izpiranja in mobilizacije onesnaževal, shranjenih v različnih delih vodonosnega sistema. Po drugi strani pa se med naslednjimi padavinami pričakuje večja razredčitev. Vidni so učinki kakovosti ponikalnic, ki vplivajo na izvire z zamikom približno dneva in pol in trajajo približno en dan. Za določitev spremenljivosti kakovosti vode na proučevanem območju je bil proučevan deževni dogodek identificiran kot čas visoke verjetnosti za pojav onesnaženja. Nadzor je treba izvajati v nekajurnih intervalih vsaj dvakrat do trikrat na dan v obdobju vsaj enega tedna.

Izkazalo se je, da je spremljanje kakovosti vode najbolj koristno na ravni padavinskih dogodkov po dolgotrajni suši. Ne glede na to, ali je onesnaženje stalno ali enkratno, je treba spremljanje izvajati pogosteje, tj. v nekaj urah. Le tako je mogoče zaznati hitre spremembe opazovanih parametrov in posamezne ekstremne vrednosti, ki jih ob občasnem vzorčenju brez upoštevanja hidroloških razmer ne zabeležimo.

## 4. Sklepi

Razvit celostni pristop k zgodnjemu opozarjanju na onesnaženje kraških vodnih virov vključuje dva glavna elementa: i) oceno obremenjevalcev in tveganja za onesnaženje ter ii) smernice za spremljanje. Iz kart tveganja za onesnaženje je mogoče izpeljati približen časovni okvir za preventivne ukrepe na podlagi pričakovanega prenosa onesnaževal. Poleg tega smernice za spremljanje vključujejo mrežo merilnih mest, indikatorske parametre ter časovno ločljivost in trajanje spremljanja.

Na obravnavanem območju je tveganje za onesnaženje največje v neposredni bližini izvira, kjer se gosta poseljenost, prometne poti, kmetijstvo in dejavnosti vojaškega usposabljanja prekrivajo z zelo ranljivimi območji. Motnost, EC in T je treba stalno spremljati, da bi odkrili morebitno onesnaženje. V primeru nenamernega izpusta se mora takoj začeti podrobnejše spremljanje. Takrat je treba izvajati tudi spremljanje indikatorskih parametrov, kot so bakterije, ATP, Cl in razmerje Ca/Mg, in glede na naravo nesreče je treba razmisliti, katera ciljna onesnaževala je treba iskati. Posebno pozornost je treba nameniti deževju, ki sledi onesnaženju. Predvsem pojav prvega obilnejšega deževja po daljšem sušnem obdobju lahko povzroči izpiranje onesnaževal ter precejšnje poslabšanje kakovosti vode na izviri. Kakovost vode najbolj niha na začetku napajanja. Med nadaljevanjem napajanja se voda premeša in izmerjeni parametri se močno zmanjšajo. Spremljanje kakovosti vode naj traja najmanj en teden in se izvaja v razmaku nekaj ur. Poleg izvirov je treba spremljati tudi ponikalnice.

Zaradi posebnosti kraških območij je vsak hidrološki sistem individualen in se razlikuje zaradi naravnih danosti, dostopnosti podatkov, omejitev spremljanja itd. Kljub temu pa je predstavljeni pristop pomemben za kras, kjer je pretakanje vode zelo hitro in kjer sanacija ni mogoča. V prilagojeni obliki ga je mogoče uporabiti za druge kraške hidrološke sisteme.

## Literatura in viri

1. ARSO, 2021a. Arhiv padavinskih podatkov. Dostopno na <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> [14. 1. 2021].
2. ARSO, 2021b. Arhiv hidroloških podatkov. Dostopno na <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> [14. 1. 2021].
3. ARSO, 2021c. Hidrogeološka karta 1:250.000 (IAH). Dostopno na <https://eprostor.gov.si/imps/srv/api/records/1c7a1b66-191c-46f0-a83c-8e398396083c> [31. 7. 2021].
4. Brečko Grubar, V., Plut, D., Kakovost virov pitne vode v Sloveniji. *Ujma*, 2001, 14-15, 238-244.
5. eGeologija, 2021. Osnovna geološka karta SFRJ. Dostopno na <https://egeologija.si/> [24. 11. 2021].
6. Eionet Slovenia, 2018. Kanalizacijski sistemi v Sloveniji. Dostopno na <http://nfp-si.eionet.europa.eu/Dokumenti/GIS/voda/> [10. 8. 2018].
7. Geoportal ARSO, 2018. Atlas okolja. Dostopno na <https://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> [10. 8. 2018].
8. Kataster jam, 2024. Kataster jam Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU in Jamarske zveze Slovenije. Postojna, Ljubljana.
9. Kogovšek, B., Jemcov, I., Petrič, M., Advanced application of time series analysis in complex karst aquifers: a case study of Unica springs (SW Slovenia). *Journal of Hydrology*, 2023, vol. 626, part a, 130147, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130147>
10. MKGP, 2021. Pedološka karta in evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Dostopno na <https://rkg.gov.si/vstop/> [16. 4. 2021].
11. Parise, M., Ravbar, N., Živanovič, V., Mikszewski, A., Kresic, N., Mádl-Szőnyi, J., Kukurić N., 2015. Hazards in Karst and Managing Water Resources Quality. V: Stevanović, Z. (ur.). *Karst Aquifers—Characterization and Engineering. Professional Practice in Earth Sciences*. Cham: Springer. 601-687. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12850-4\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12850-4_17)
12. Petrič, M., Ravbar, N., Gostinčar, P., Krsnik, P., Gacin, M., GIS database of groundwater flow characteristics in carbonate aquifers: Tracer test inventory from Slovenian karst. *Applied Geography*, 2020, 118, 102191, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102191>
13. Ravbar, N., Goldscheider, N., Proposed methodology of vulnerability and contamination risk mapping for the protection of karst aquifers in Slovenia. *Acta carsologica*, 2007, 36(3), 397- 411. <https://doi.org/10.3986/ac.v36i3.174>
14. Ravbar, N., Mulec, J., Mayaud, C., Blatnik, M., Kogovšek, B., Petrič, M., A comprehensive early warning system for karst water sources contamination risk, case study of the Unica springs, SW Slovenia. *Science of The Total Environment*, 2023, 885, 163958, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163958>
15. SURS, 2018. Popis prebivalstva 2011 in popis kmetijstva 2015. Dostopno na <http://www.stat.si> [15. 8. 2018].

*Strokovne, inovativne  
in učinkovite rešitve!*

**mi** za Vas!

### **VODNI KROG**

- čistilne naprave
- priprava vode
- energetska izraba odpadkov

### **INŽENIRSKES STORITVE**

- projektiranje elektro sistemov
- strojno projektiranje
- nadzor nad gradnjo
- izvajanje sistemov na ključ

### **SVETOVANJE**

- inovativne rešitve
- ekonomsko učinkovite rešitve
- ekološko sprejemljive rešitve
- naročniku prilagojene rešitve
- optimizacija sistemov
- priprava študij izvedljivosti

### **VZDRŽEVANJE**

- investicijsko vzdrževanje
- preventivno vzdrževanje
- interventno vzdrževanje 24/7

### **TELEMETRIJSKE REŠITVE**

- daljinsko vodenje energetskih sistemov
- daljinsko vodenje sistemov pitne vode
- daljinsko vodenje sistemov čiščenja vod
- zajem in analiza podatkov

### **PROCESNO VODENJE**

- sistemi na področju odpadnih voda
- sistemi na področju priprave vode
- energetske sistemi, biomasa, kogeneracije
- sistemi skladiščenja in pretovora tekočih goriv in tehničnih tekočin

Izdelki blagovnih znamk podjetja Reckitt vsakodnevno podpirajo ljudi pri njihovem prizadevanju za čistejše in bolj zdravo življenje, z boljšo higieno, zdravjem in prehrano. Skupaj nas vodi namen ščititi, zdraviti in negovati, ob nenehnem prizadevanju za čistejši in bolj zdrav svet. Trajnost je ključnega pomena in predstavlja rdečo nit vsega, kar počnemo. Naš novi trajnostni načrt “Za čistejši, bolj zdrav svet” definira naše ambicije do leta 2030.

Nekatere od teh so:

- ➔ 100% uporaba embalaže iz materialov, ki jih je mogoče reciklirati ali ponovno uporabiti do leta 2025
- ➔ 65% zmanjšanje emisij toplogrednih plinov v proizvodnji do leta 2030
- ➔ 100% obnovljiva elektrika in 25% manjša poraba energije do leta 2030
- ➔ 50% zmanjšanje ogljičnega odtisa naših izdelkov do leta 2030
- ➔ doseči ogljično nevtralnost do leta 2040 (10 let pred rokom v Pariškem sporazumu)
- ➔ 30% zmanjšanje porabe vode v proizvodnji do leta 2025
- ➔ pozitivna bilanca vode na območjih z velikim pomanjkanjem vode do leta 2030
- ➔ 50% zmanjšanje vodnega odtisa izdelkov do leta 2040

\* Obiščite [www.reckitt.com](http://www.reckitt.com) za podrobnejše informacije o naši strategiji, blagovnih znamkah in trajnosti.

Z namenom ozaveščanja o pomanjkanju vode naša blagovna znamka Finish spodbuja ljudi k preprostemu koraku **#Preskočilzpiranje** pri polnjenju pomivalnega stroja. Pri predhodnem izpiranju posode za eno polnjenje stroja se porabi do 57 litrov vode izgubljene vode. Detergenti Finish pa so tako učinkoviti pri odstranjevanju umazanije, da ta korak lahko preskočimo.

**#Preskočilzpiranje** (eng. **#SkiptheRinse**) je globalna kampanja, ki je skupaj z našimi partnerstvi z National Geographic, World Wildlife Fund, Love Water UK in Nature Conservancy dosegla več kot 350 milijonov ljudi, da bi jih spodbudila, naj zaprejo pipo z vodo in posode ne izpirajo pred nalaganjem v pomivalni stroj.

Reckitt kot globalno podjetje izobražuje svoje zaposlene in kupce o pomenu varčevanja z vodo. V Sloveniji pa je resnično prepoznalo velika prizadevanja Slovenskega društva za zaščito voda pri spodbujanju družbene odgovornosti na področju varstva voda.



**OBLJUBITE,**  
da posode ne boste  
pomivali ročno

**PRIHRANITE**  
**80 LITROV VODE**  
z vsakim pomivanjem\*

**finish**

\*Povprečna količina, ki jo navaja raziskava podjetja Nielsen iz leta 2019 za družbo Reckitt, na Češkem, Madžarskem, Poljskem in v Romuniji.

# Vodooskrba Prevalj v času poplav avgust 2023 - izzivi in rešitve

Marjetica Tasič Bukovec

## Povzetek

Poplave avgusta 2023 so nam spet pokazale, kako nebogljen je človek v boju z naravo in naravnimi ujmani. Vodna ujma je na površje naplavila vse do tedaj skrite slabosti iz preteklosti, ki se nanašajo predvsem na (ne)urejenost vodotokov. Dolga leta se je za urejanje strug hudournikov in drugih vodotokov namenjalo bistveno premalo denarja. Čeprav te napake niso zagrešile lokalne skupnosti, saj so vodotoki v pristojnosti države, je bil račun izstavljen prav občinam oziroma njihovim občanom, ki so jim poplave uničile domove. Dejstvo je, da so neprofesionalne strukture, kamor spadajo tudi občinski štabi civilne zaščite, opravile ogromno delo. Voluntarizem je sicer pomembna oblika pomoči, vendar se je izkazalo, da so tudi člani štaba samo ljudje, njihovo psihofizično stanje pa je bilo zaradi obsega intervencije na meji človeških zmogljivosti.

Najpomembnejši delci, ki so bistveno pripomogli k uspešni izgradnji novega vodovoda v rekordnem času, so bili:

- izbor začasne lokacije štaba CZ, ki je zagotavljala najhitrejši prenos informacij, koordinacijo in poveljevanje,
- razmejitev pristojnosti in nalog za posamezne člane štaba CZ, ki je omogočala učinkovito vodenje intervencij in hitrost sprejemanja odločitev ter primerno vodooskrbo prebivalcev,
- takojšnja navezava stikov s pristojnimi ministrstvi, ki so pristojna za odpravo posledic naravne katastrofe,
- takojšnja mobilizacija vse razpoložljive gradbene operative še pred aktivacijo državnega načrta za zaščito in reševanje,
- zelo korektni poslovni odnosi z izvajalci v preteklosti so pripomogli k uspešni in hitri izgradnji magistralnega vodovoda.

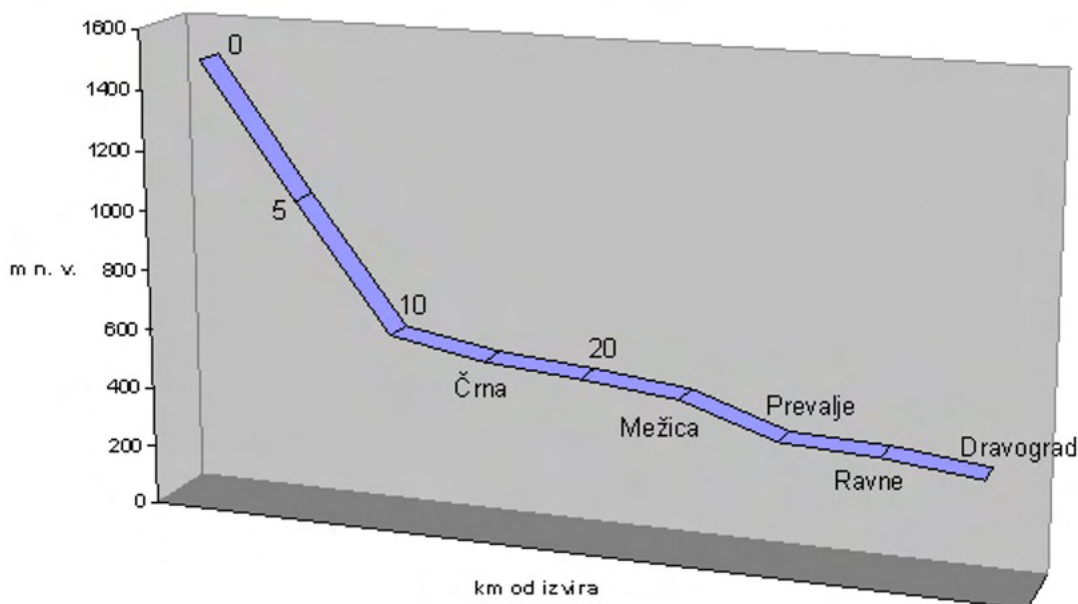
Na takšno katastrofo, kot se je zgodila na Prevaljah in še kje drugje, nikoli ne moremo biti v celoti pripravljeni, lahko pa bomo za omejitev škode v prihodnosti uporabili izkušnje in pridobljeno znanje iz preteklosti. Dobra organiziranost na papirju še ni zagotovilo za uspešno delovanje v praksi. Srčni ljudje in prostovoljci so tisti, brez katerih bi vse napisano ostalo le mrtva črka na papirju, tako pa smo v rekordnem času zgradili nov vodovod v dolžini 7000 metrov in v času poplav in sanacije poplav zagotavljali oskrbo s pitno vodo na način, ki je zahteval 100-odstotno angažiranost vseh ključnih deležnikov.

**Ključne besede:** avgust 2023, civilna zaščita, gradnja, poplave, vodooskrba prebivalcev, vodovod.



# 1. Splošno: značilnosti Mežiške doline

Mežiška dolina leži na severovzhodnem delu Slovenije in je prepoznavna po svojih izjemnih geografskih značilnostih. Meji na Avstrijo, s katero jo ločijo Karavanke. Večji del doline je pokrit z gozdovi, pretežno smrekovimi oziroma mešanimi. Vzdušje Mežiške doline so štiri večja naselja, ki so po obliki značilna za gorske pokrajine. V gornjem, najožjem delu doline sta manjši mesti Črna na Koroškem in Mežica, na obrobju pa so številni manjši zaselki, ki so nastali za potrebe delavcev v času aktivnega rudarjenja. V spodnjem delu, ko se dolina nekoliko razširi, ležita mesti Prevalje in Ravne na Koroškem, najbolj znani predvsem po železarstvu. Glavna geografska značilnost, po kateri je dobila dolina tudi ime, je reka Meža. Izvira pod goro Olševo in teče skozi dolino vse do izlita v reko Dravo v Dravogradu. Še pred izlitem se v reko Mežo steka še reka Mislinja. Struga reke je le deloma urejena, saj so poplave v avgustu 2023 strugo deloma uničile, vodotok pa je na določenih mestih prestavljen. Sanacija bo predvidoma potekala še več mesecev, vsi pa upamo, da ne bo trajala več let, saj se lahko katastrofa tudi ponovi. Meža ima več pritokov (Koprivna, Topla, Repov potok, Helenski potok, največji med njimi pa je potok Bistra). V prvih 13 kilometrih toka, od izvira do Črne (573 metrov n. v.) ima Meža velik strmec, skoraj 1000 m. V gozdnata pobočja si je vrezala ozko, soteskasto dolino. V spodnjem delu doline dobi Meža znova nekaj pritokov (Šentannelska reka, Barbarški potok, potok Suha, potok Hotulja ...). Tok Meže od Olševe do Dravograda meri 43 kilometrov, srednji letni pretok pa je 7,16 m<sup>3</sup>/s.



Vir: [https://www.koropedija.si/index.php/reka\\_Me%C5%BEa](https://www.koropedija.si/index.php/reka_Me%C5%BEa).



## 2. Stanje ob začetku poplav

Že pred poplavami leta 2023 je bila Mežiška dolina deležna obilnega deževja. Dež v četrtek ( 3. 8. 2023) zvečer in s četrтка na petek ponoči pa je prinesel na območju celotne Mežiške doline skoraj 200 litrov dežja na kvadratni meter. Poplave so se začele že ponoči, ko se je prvič oglasila sirena, ki oznanja splošno nevarnost na Prevaljah. Ob peti uri zjutraj je bila poplavljen že glavna cesta Ravne na Koroškem–Mežica, ki je edina dolinska povezava med kraji v Mežiški dolini. Meža je bregove prestopila na lokaciji pri odcepu za vas Šentanel v občini Prevalje. Cestna povezava je bila za tovorni in avto-busni promet popolnoma prekinjena. Pozneje je bil urejen tudi obvoz čez Avstrijo. V tem času so gasilci že reševali prebivalce iz hiš in jih vozili na varno v športno dvorano na Prevaljah. Petek in sobota sta občasno prinašala intenzivnejše padavine, ki so stanje na poplavljenih območjih še poslabšale. Posebna težava so bile neočiščene brežine poto-kov in reke Meže. V varovalnem pasu reke Meže in njenih pritokov so bile deponije bal za krmo, začasna skladišča lesa, embalaža, surovine in izdelki podjetij ob reki. Dodatne ovire so predstavljali tudi porušeni mostovi.

Običajni pretok reke Meže je približno 30 m<sup>3</sup>/s, v petek in soboto pa je pretok znašal kar okoli 200 m<sup>3</sup>/s.



Slika 1: Deroča Meža za obrtno cono Lahovnik

Slika 2: Reka Meža je spodkopala cesto Prevalje–Mežica.

Vir: Lastni

Od petka do nedelje dopoldne so se opravljale le nujne intervencije, gasilci so predvsem reševali ljudi, če se je dalo so zaščitili njihovo premoženje in črpali vodo iz poplavljenih hiš. Vsi razpoložljivi izvajalci gradbene stroke in gozdarji (veliko je bilo kmetov z lastno mehanizacijo) pa so gradili pregrade, zabijali zagatnice, prekrivali plazove itd.

Ob vseh naravnih in drugih nesrečah se običajno najhitreje odzovejo prostovoljni gasilci. Posebna zahvala gre članom PGD Prevalje, ki jih krasita odlična organiziranost in vodenje intervencij, delujejo izjemno povezovalno in nesebično. Da dobro delajo, dokazuje tudi vse več mladih v društvu.

## 2.1. Vloga štaba za civilno zaščito Prevalje in njegova lokacija

Glavna naloga je usklajevanje in izvajanje ukrepov za zaščito prebivalstva, premoženja in okolja. Štab civilne zaščite običajno vključuje predstavnike iz različnih dejavnosti, kot so gasilci, reševalne službe, vojska, policija, zdravstvene službe, prostovoljci in druge organizacije, odvisno od specifičnih potreb in okoliščin izrednega dogodka.

Štab civilne zaščite Prevalje je takoj po izrednem dogodku izdal sklep o razglasitvi izrednih razmer. Po dogovoru z županom se je štab v nedeljo zvečer preselil iz stavbe občinske uprave v Gasilski dom na Prevaljah. Ta odločitev se je pozneje izkazala kot **zelo pomembna**, saj je bila nova lokacija v sami srži dogajanja, opremljena je bila z brezžičnimi povezavami, prenosnimi računalniki, zagotovljeno je bilo dovolj veliko parkirišče za interventna vozila in za material, ki je bil v poznejših dneh potreben za izvajanje interventnih ukrepov. Vse najpomembnejše informacije, predvsem o prevoznosti cest in neposredni ogroženosti življenj občanov, ki so jih nenehno prejemale gasilci, so bile takoj pri roki tudi članom štaba CZ, kar je bilo izjemnega pomena pri načrtovanju in usklajevanju intervencij, pa tudi pri hitrosti izvajanja ukrepov. Nova lokacija je imela še posebno težo, saj je bil zgornji del doline, območje občine Črna na Koroškem in Mežica, brez povezav in nedostopen, vsa koordinacija za pomoč prebivalstvu v prvih desetih dneh pa je potekala s Prevalj (štab vojske, prevozi hrane, vode in drugih, nujno potrebnih izdelkov).

Delo članov štaba CZ je bilo razdeljeno na različna področja. Načelnik občinskega štaba CZ je koordiniral humanitarno pomoč s strani Karitasa in Slovenske vojske tudi za območje Zgornje Mežiške doline ter javljal potrebe Uradu za zaščito in reševanje. Članica štaba je bila pristojna za zbiranje, načrtovanje in koordinacijo mehanizacije, ki je bila nujno potrebna za reševanje življenj in premoženja. V poznejših dneh po ujmi se je pokazala potreba za osebi za načrtovanje dela prostovoljcev, ki jih je bilo na Prevaljah izjemno veliko. Treba je bilo zagotoviti primerno orodje, zaščitna sredstva, predvsem pa določiti prioritete in številčnost ekip, ki so pomagale poplavljenim. Prav tako je bilo treba informacije predati medijem, spremljati delo na terenu in odgovarjati na klice posebne dežurne telefonske številke.

Delo štaba CZ se je običajno začelo ob 7.00 s kratkim sestankom in pregledom svežih informacij ter načrtovanjem dnevnih dejavnosti. Zadnji dnevni sestanek s seznanitvijo ocene škode in stanja na poplavljenih območjih je bil v poznih večernih urah – okoli 22.00.

Slika 3: Štab CZ Prevalje  
Vir: Lastni



Slike s poplavljenih območij



Slika 4: Reka Meža v Marhovčevih ridah (cevi uničenega vodovoda)

Slika 5: Uničena državna kolesarska steza med Prevaljami in Poljano

Slika 6: Ob Meži Prevalje (uničena cesta z vso infrastrukturo)

Slika 7: Cesta v obrtni coni Lahovnik z uničenim vodovodom in vso drugo infrastrukturo

Slika 8: Desni breg reke Meže, kjer je pred poplavlami potekal vodovod.

Slika 9: Ob podrtem mostu in Fužirjevi hiši Perzonali Prevalje

Vir: Lastni

## 2.2 Ugotovitev stanja infrastrukture ob poplavah

Na območju med Mežico in Poljano (znana je po zaključnih bojih 2. svetovne vojne) je reka Meža vrezala globoko strugo. Prostora je bilo le za povezovalno cesto in nekaj samostojnih objektov. Vsa infrastruktura je potekala ob strugi ob vznožju hribov, na nekaterih delih je strugo reke Meže tudi prečkala.

Na območju Poljane se dolina nekoliko razširi in ustvari pretežno ravninski del, ki je primeren za poljedelstvo. Največji in najlepši prostor za kmetovanje v občini Prevalje je hkrati tudi razlivno območje reke Meže.

Na tem območju infrastruktura poteka ob reki Meži, delno pa ob državni cesti, ki jo tudi prečka.

Prvi dan poplav (4. 8. 2023) je reka Meža poplavela in popolnoma spremenila svoj tok. Na štabu CZ za Prevalje smo ocenili, da je bilo 80 % brežin struge porušeni in da je bila struga Meže v nekaterih delih popolnoma spremenjena, ponekod pa se je razširila na celotno dolino. Njena običajna širina je v povprečju okoli 9 metrov, ob poplavah pa je znašala tudi 30 metrov. Infrastruktura je bila na nekaterih delih popolnoma uničena, mostove je odnesla reka, vodovod je bil uničen, vodovodne cevi pa so ležale povsod, uničena je bila tudi preostala infrastruktura – plinovod, električni vodi, telekomunikacijski vodi ...

Glavni vodni vir, s katerim se napaja občina Prevalje, je Šumc, ki izvira pod Peco. Iz zajetja poteka cevovod, ki se razdeli v dva kraka, eden gre za Mežico, drugi kot magistralni vodovod za preskrbo Prevalj in dela Raven. Magistralni vodovod poteka po dolini in večkrat prečka reko Mežo, drugače pa je od nje oddaljen 8 metrov in več. Na Prevaljah se nato odcepi za oskrbo Prevalj, drugi del pa poteka dalje do Raven. Od Senčne vasi v Mežici je bil magistralni vodovod uničen, ponekod so bili še vidni posamezni deli cevovodov, ponekod pa so cevi plavale po vodi ali bile odložene na travnike.

## 3. Največja težava – pomanjkanje pitne vode

Pomanjkanje vode je izjemno kompleksna težava, ki ima lahko hude in trajne posledice za zdravje ljudi in tudi za gospodarstvo.

Nekaj ključnih vidikov pomanjkanja vode ob poplavah:

- fizično pomanjkanje zaradi poškodovane vodovodne infrastrukture,
- kakovost vode (ni primerna za pitje ali za uporabo v gospodarstvu),
- pomanjkanje vode ima lahko resne posledice (zdravstvo, gospodarstvo).

Vodo za pitje si lahko kupiš v trgovini, najhuje pa je, ko je ni za sanitarno uporabo.

## 3.1 Vodooskrba Prevalj v času poplav

Zaradi nedostopnosti nekaterih delov občine je bilo težko ugotoviti dejansko stanje. Ker pa so ponekod s terena prihajale informacije, da ni vode, smo iz vseh zbranih informacij in ogledov na terenu ugotovili, da sicer voda ponekod v omrežju je, a je njen izvor v reki Meži. Na meji med Prevaljami in Mežico smo našli popolnoma uničene vodovodne cevi, kar je potrdilo tezo, da voda iz pip ne priteče iz magistralnega vodovoda v vodovodno omrežje Prevalje.

Slika 10: Območje med Poljano in občino Mežica, kjer smo našli poškodovano cev magistralnega vodovoda. Približno 300 metrov dalje cevododa ni bilo.

Vir: Lastni



Zaradi uničenega vodovodnega omrežja med Mežico in Prevaljami so delavci vodovodne stroke začeli pripirati posamezne dele omrežja. Hkrati so začeli poskusno dobivati pitno vodo na sicer onesnaženem omrežju iz drugih manjših vodnih virov. Začasno so se povečale količine črpanja iz vodnega vira Kotlje Rudnik ter iz vodnjakov z območja nekdanje Železarne Ravne. Opozoriti je treba, da je zaradi padavin narasla tudi izdatnost lokalnih vodnih virov, kar je bistveno pripomoglo pri dobavi vode za sanitarne potrebe prebivalcev.

Za lažjo predstavo - v maju je bila izdatnost enega izmed vodnih virov 2 l/sek, avgusta in septembra pa je narasla na 3,5 l/sek., kar pomeni 75 % večjo izdatnost vodnega vira. Žal je zaradi visokih temperatur ta izdatnost tudi zelo hitro padla (v približno 14 dneh).

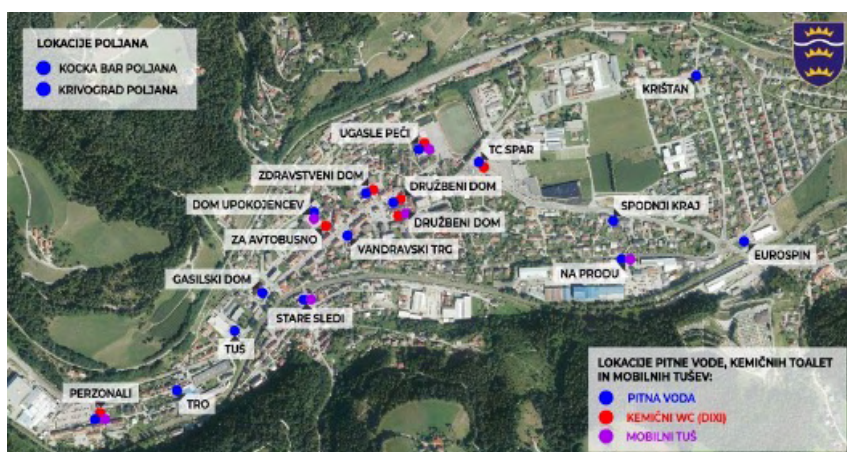
Zaradi večjih količin vode so se povečali tlaki v starih dovodnih ceveh (salonitka), ki običajno služijo za izpuste, in nastalo je precej okvar. Skratka - ogromno težav ali bolje rečeno izzivov je bilo treba reševati sproti in hitro, večkrat tudi brez potrebnih strokovnih podlag in analiz, saj časa za razmišljanje ni bilo veliko. Urgentne razmere so zahtevale takojšnje ali pa vsaj zelo hitre odločitve. To je bilo mogoče le zaradi izjemne strokovnosti in profesionalnosti celotne ekipe, ki je delovala pod okriljem občinskega štaba CZ, tudi vodovodarjev JKP Ravne, ki so nam pomagali s strokovno pomočjo.

Za zagotavljanje pitne vode je štab CZ Prevalje podal na URSZR zahtevo za dobavo IBC-jev (kubičnih zalogovnikov za pitno vodo). Postavljeni so bili na najbolj gosto naseljene in dostopne lokacije.

Zaradi vročine je bilo treba vodo ves čas menjavati oziroma dotakati. To delo so prve tri tedne po začetku poplav opravljali prostovoljni gasilci PGD Prevalje, nato pa je prevoze vode prevzela Slovenska vojska. Prav tako je bilo treba vodo kontrolirati, kar je počela članica CZ (s kemijsko izobrazbo).

Nekateri večji pravni subjekti z večjimi potrebami za dobavo pitne vode (Dom starostnikov, Lek, d. d., ...) so reševali težave s pitno vodo s pomočjo večjih cistern, ki so si jih namestili ob objektih. Ker vode v vodovodnem sistemu na Prevaljah ni bilo, so prostovoljni gasilci in Slovenska vojska najprej polnili cisterne iz hidrantov v Kotljah (občina Ravne na Koroškem). To je povzročilo pomanjkanje vode v Kotljah, zato se je za črpanje iz hidrantov štab CZ dogovoril s Komunalo Slovenj Gradec, kjer je bilo vode dovolj. Po vzpostavitvi cestne povezave z Avstrijo čez MP Holmec so vodo dostavljali iz sosednje občine Pliberk, kar je bistveno skrajšalo pot prevozov vode.

Najprej je bilo v občini Prevalje 10 lokacij za cisterne z vodo, ob koncu gradnje vodovoda pa že 45.



Slika 11: Lokacije cistern  
Vir: Osebni arhiv Staš Lodranc

Ogromne količine pitne vode v plastenkah pa so na Prevalje pošiljale različne organizacije, uprave za zaščito in reševanje, donatorji ... Potrebe so bile velike, 1. septembra, ko sta začela obratovati vrtec in šola, pa so se še povečale.

## 3.2 Obveščanje javnosti

Prva obvestila o neustreznosti pitne vode so bila prebivalcem prek medijev podana že v dopoldanskih urah 4. 8. 2023 – torej na prvi dan poplav.

Posledica je bil množičen nakup plastenk z vodo. Do 14. ure je pitne vode v vseh trgovinah že zmanjkalo.

Občinski štab civilne zaščite je obveščal predvsem prek lokalnih medijev – Koroškega radia, FB skupin, npr. Prevaljčani, spletne strani občine in komunale. Prav tako pa so svoje dodali še novinarji večjih medijskih hiš, ki so prizadetim dnevno posredovali sveže novice in napotke.

Obveščanje je potekalo vse dni od prvega dneva poplav do izgradnje vodovoda in pridobitve ustreznih vzorcev vod.

## 3.3 Ugotavljanje škode na vodovodni infrastrukturi in predlagane rešitve

Razmišljali smo o različnih rešitvah, a nobena ni dala vseh pravih odgovorov glede različnih težav (zima in zmrzal, fiksiranje cevi, neprehodna območja, manko pobočij, ki jih je odnesla reka, spremenjena geografija terena, spremenjena struga ...). Izbrali smo dve možnosti, in sicer:

1. Možnost začasne rešitve vodooskrbe s položitvijo alkatene cevi fi 200 ob robu gozda po celotni obstoječi trasi od Mežice do Prevalj. Operativni del polaganja cevovoda bi prevzela vojska. Vodovod bi fiksirali z lesenimi koli. Slaba stran predloga je bila, da nismo imeli odgovora na vprašanje, kaj bo z oskrbo vode v zimskem času, ko v Mežiški dolini padejo temperature globoko po ničlo. Vsekakor ta začasna rešitev ni bila optimalna in je bila hitro opuščena.
2. Možnost rešitve z vkopavanjem novega stalnega voda po travnikih in celotni trasi med Mežico in Prevaljami ter v samem mestu Prevalje (dolžina približno 7 kilometrov).

Del te trase (na Poljani v dolžini približno 1000 metrov) je gradil VOC za Ministrstvo za infrastrukturo v okviru projekta državne kolesarske steze. Težava so bila prečkanja reke Meže (predvideno 8 prečkanj), pri čemer reka Meža ni tekla v svoji strugi oziroma struge ni bilo.

Pozneje se je izkazalo, da zaradi opustošenja, ki ga je reka Meža v prvih dneh poplav naredila na območju med Mežico in Prevaljami, ni bila izvedljiva nobena od predlaganih rešitev.

## 3.4 Koraki k rešitvi težav

Kljub vsem drugim težavam, ki smo jih morali reševati, je bila nadomestitev magistralnega vodovoda naša prioriteta. Od 6. avgusta smo opravljali terenske ogledе z različnimi strokovnjaki, enkrat z gasilci, drugič s kmeti, z vojsko, s projektanti. Preverjali smo razmere na terenu, iskali cevovode, spraševali prebivalce, poskušali priti do nedostopnih območij in ugotavljali iz dneva v dan slabše stanje. Optimizem prvega dne (slika št. 12), da manjka zgolj 300 metrov vodovoda, se je sprevrgel v katastrofo epskih razsežnosti. O ugotovitvah smo seznanjali štab CZ in župana. Rešitev, da bi po terenu položili alkatene cevi fi 200, se nam je v nekem trenutku zdela najboljša, a se je pozneje izkazala kot nemogoča. Enako se nam je zgodilo z rešitvijo, s katero smo predvidevali izkope in polaganje cevi na trasi, ki bi sledila v delu starega vodovoda. To smo izločili ob skupnem ogledu s projektanti in Slovensko vojsko, ki je ponujala sodelovanje z gradbeno mehanizacijo, enako kot bosanska vojska. Meža se je do takrat že nekoliko umirila in umaknila.

Po zadnjem ogledu smo županu in poveljniku Civilne zaščite podali ugotovitve:

- da je cevovod v celoti uničen v središču Prevalj levobrežno od Leškega mostu,
- da na delu trase od Petrolove črpalke do konca obrtne cone vodovoda sploh ni in da ni več možno prečkati reke Mežo pri Petrolu,
- da je Meža odnesla vodovod ob kriket prostoru na Poljani. Najden je bil zgolj velik betonski jašek z modrim pokrovom, ki je nakazoval, da je bil to nekoč del vodovoda,
- da ni ogromnih delov brežin, pobočij, da je struga poglobila svoje dno in s sabo odnesla velik del vodovoda, kar pa ga je ostalo, je bil zapolnjen z muljem,
- in da se bo treba lotiti celovite rešitve, in sicer izgradnje novega vodovoda, za katerega pa je mogoča izgradnja le po državni cesti.

Sreča v nesreči je hotela, da so nas skoraj hkrati obiskali minister za obrambo, ministrica za infrastrukturo ter minister za kohezijo in njihovi najožji sodelavci.

Na kratkem operativnem sestanku smo vsem povedali, da je brez pitne vode okoli 12.000 prebivalcev občin Prevalje in Ravne na Koroškem in vsa podjetja v občini Prevalje, da obstoječega magistralnega vodovoda, ki preskrbuje prebivalce Prevalj, praktično ni več, da je obnova na trasi nemogoča zaradi popolnoma spremenjene trase reke Meže in velikih zdrsov zemljin ter da je edina možna izvedba novega vodovoda po trasi državne ceste med Mežico in Prevaljami, v središču Prevalj pa izvedba ob lokalni cesti ob reki Meži.

Ministri so podprli rešitev izgradnje magistralnega vodovoda po glavni cesti, podali so ključne deležnike z vseh strani, način obveščanja, obseg pomoči vojske. Preostale podrobnosti, tako tehnične kot pravne, pa naj bi vodil vodja projekta v sodelovanju s civilno zaščito in občino Prevalje.

Ministrica za infrastrukturo je še zagotovila, da bodo kot prioriteto vodili projekt kole-sarke na Poljani, kjer je bilo treba položiti približno 1000 metrov magistralnega vodovoda.



## 4. Izvedba

Sanacijo oziroma izgradnjo vodovoda smo zaradi geografske ločenosti razdelili na tri projekte.

- **prvi projekt:** sanacija vodovoda med Mežico in Poljano na regionalni cesti II. reda R2-425, odsek 1265 Poljana – Šentvid od km 0,000 do km 2,870,
- **drugi projekt:** sanacija vodovoda med Poljano in Petrolom na Prevaljah ob in na glavni cesti II. reda G2-112-odsek 1255 Poljana-Ravne od km 0,000 do km 2,940 ter
- **tretji projekt:** sanacija vodovoda na lokalni cesti Ob Meži med Leškim mostom in trgovino Meža.

Del vodovoda v dolžini približno 1000 metrov, na relaciji med prvim in drugim projektom, pa naj bi se po zagotovitvi ministrice nadaljeval v okviru projekta izgradnje kolesarske steze. Pred tem je država vse nenujne investicije zaustavila.

Treba je bilo poiskati projektante, izvajalce, nadzor, kar pa je bilo težko, saj so bili vsi polno zasedeni s sanacijo. Dobri odnosi, ki smo jih s temi deležniki imeli in njihovo razumevanje težke situacije so pripomogli, da smo dobili ustrezne strokovnjake, ki so bili pripravljene na veliko obveznost. Zaradi zasedenosti domačih vodovodarjev je bilo treba najti druge. Kraški vodovodi so se ponudili sami. Prek uprave za zaščito in reševanje smo pridobili vodovodarje podjetja Instalacije Kovačič, Mariborskega vodovoda in Komunale Slovenj Gradec.

Postopek pridobitve izvajalcev smo speljali po 27. členu ZJN-3, in sicer kadar gre za javna naročila opreme, tehnike in druga javna naročila za zagotovitev osnovnih pogojev za preživetje oziroma življenje ali takojšnjo preprečitev nastanka neposredne grozeče škode ob naravni ali drugi nesreči, skladno s predpisi o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, kadar je vrednost naročila nižja od vrednosti, od katerih dalje je potrebna objava v Uradnem listu Evropske unije. Te vrednosti so bile:

- 14.000 evrov za javno naročilo blaga ali storitev,
- 5.186.000 evrov za javno naročilo gradenj.

Občina Prevalje je za gradnjo izbrala podjetje Slemenšek, d. o. o., ki je izvajalo 3. projekt (traso v centru Prevalj), in podjetje Temnikar, d. o. o., ki je izvajalo 1. in 2. projekt. Pridobili smo ponudbe s ceno na enoto po tekočem metru, saj druge možnosti ni bilo. Projekta za izvedbo ni bilo, projektiralo se je sprti.

Problem je predstavljala dobava duktilnih cevi. Dobaviti je bilo treba 6 kilometrov cevi duktil fi 300 v 3 mesecih, kar je bil predviden rok za trajanje gradnje. Dobavo cevi smo preverjali prek uprave za zaščito in reševanje ter prek dobaviteljev. Prva informacija je bila, da imajo 1000 metrov Duktil cevi z VRS spoji na zalogi v Tiroler GmbH, vendar je bila tovarna zaradi letnih dopustov zaprta. Podjetje Coma, d. o. o., je opravilo izjemno nalogo (avgust, dopusti, velika dimenzija cevi, trajanje časa proizvodnje posamezne cevi ...). Uspelo jim je dobiti dva dobavitelja (Avstrija in Nemčija) za dobavo, ki naj bi v treh mesecih zagotovila dovolj cevi.



Slika 12: Prvi operativni sestanek ob začetku gradnje na štabu CZ v PGD Prevalje

Slika 13 (desno): Dobava prvih cevi

Vir: Lastni

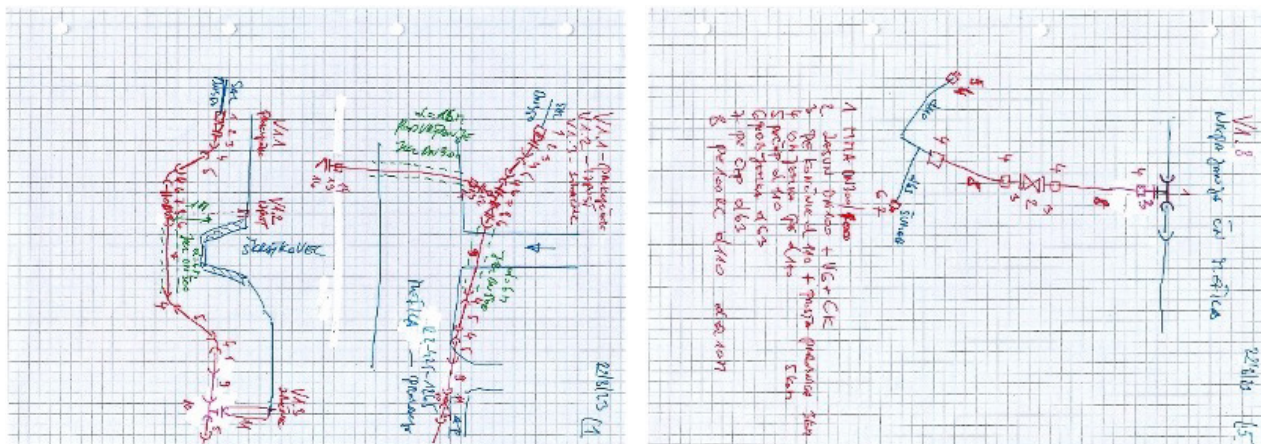


Slika 14: Začetek gradnje 14. 8. 2023 ob avtobusnem postajališču Senčna vas v Mežici (župan dr. Matic Tasič z montažerjem Kraških vodovodov)

Vir: Lastni

Gradnja se je začela najprej na prvem projektu na območju avtobusnega postajališča Senčna vas v Mežici. Po pridobitvi zapore ceste se je v koridorju trase vodovoda sfrezal asfalt in izkop so začeli s posebno frezo, ki je zagotavljala izkop jarka v širino 60 in globino maksimalno 1,5 metra. To je bilo zelo ugodno ob začetku gradnje, kjer smo naleteli na trdno in kompaktno kamenino. V nekaterih dneh je bilo izkopanih tudi do 100 metrov jarka. Pozneje se je izkazalo, da na nekaterih delih frezanje koridorja ni mogoče, saj gre za gramozno podlago, kar lahko povzroči posedke na cesti. Zaradi tega so z delom s frezo prenehali in za izkope uporabili večje kopače (20-, 24-tonske bagre). Dodatno težavo pri gradnji so predstavljali pritoki reke Meže, ki imajo na trasi glavne ceste velike propuste. Rešitve na teh mestih je reševal projektant dnevno v dogovoru z vodarji. V središču Prevalj v zaselku Ob Meži je bila težava sortiranje vseh kablovodov, zgraditi je bilo treba škarpo za zaščito vodov pred Mežo v dolžini približno 100 metrov in višini 8 metrov.

In kako je to izgledalo:



Sliki 15 in 16: Projektantske skice  
Vir: Osebni arhiv Bojan Štraser

Še nekaj fotografij gradnje:



Slika 17: Freziranje izkopa za polaganje cevovoda na trasi prvega projekta

Slika 18: Urejanje infrastrukture na tretjem projektu Ob Meži

Slika 19: Trasa 2 v bližini odcepa Glinik z zobatim valjarjem

Slika 20: Trasa vodovoda v državnem kolesarski stezi na Poljani

Slika 21: Polaganje cevi v bližini Petrolove črpalke

Vir: Lastni

12. oktobra 2023, 57. dan od začetka gradnje, se je gradnja magistralnega vodovoda z odprtjem vodovoda zaključila.

Po odprtju in še preden je bila voda občanom spet dostopna na hišnih pipah, je bilo treba vodovodno omrežje na Prevaljah še prečistiti, opraviti klorni šok na vseh vejah omrežja in analizo pitne vode.

Po poplavih je bilo v okviru treh projektov v letu 2023 grajeno:

- 🟢 7.033 metrov novega cevovoda DUK300 (Slemenšek, Temnikar, Voc),
- 🟢 jaški večjih dimenzij (6 kom),
- 🟢 hidranti (blatniki oziroma izpusti) (4 kom),
- 🟢 zračniki DN80 (10 kom),
- 🟢 izpusti (8 kom),
- 🟢 prečkanja (potokov ...) (5-krat),
- 🟢 100 metrov osemmetrske škarpe v kamen betonu.

Stroški izgradnje vodovoda so bili plačani iz namenskih sredstev državnega proračuna. Vrednost del je znašala približno 7,3 milijona evrov.

## 5. Zaključek

1. Poplave so s sabo prinesle nova spoznanja in pristope pri reševanju kriznih situacij.
2. V štabu CZ morajo sodelovati ljudje, ki poznajo teren, poznajo kritično infrastrukturo, imajo stike z različnimi izvajalci in odločevalci, ki se zavedajo odgovornosti za sprejete odločitve. To so »multipraktiki«, ki imajo poleg svojega znanja v svojem telefonskem imeniku shranjenih nešteto kontaktov.
3. Zelo pomembna je bila odločitev župana, da se štab CZ preseli na lokacijo PGD Prevalje. Koordinacija je bila enotna, informacije so bile na enem mestu. Delovali smo kot ena velika družina v pomoč drug drugemu, kar se je prenašalo tudi na ljudi, ki so ob potrebi po informaciji ali pomoči prišli na eno mesto in dobili vse, kar so potrebovali.
4. Izjemnega pomena za Prevalje in izgradnjo vodovoda je bil splet srečnih okoliščin v splošni nesreči:
  - 🟢 Zaprta cesta v zgornji del Mežiške doline, zaradi česar je bil štab Slovenske vojske dlje časa na Prevaljah.
  - 🟢 Državni odločevalci so se ustavljali na Prevaljah na lokaciji štaba CZ Prevalje, kjer smo lahko takoj reševali odprta vprašanja.
5. Če nas ponovno prizadene vremenska ujma (tega si zagotovo ne želimo), je vzpostavljen učinkovit sistem obvladovanja kriznih situacij. Naloge vsakega posameznika v štabu CZ so jasne, ker jih je do potankosti izoblikovala praksa.

Ob tej priložnosti naj se vsem slušateljem zahvalim za pozornost. Še posebno pa bi se zahvalila vsem udeležencem ob izgradnji magistralnega vodovoda (ministru Šarcu, ministrici Bratuškovi, Marku Zajcu, neverjetnemu predstavniku CZ Notranjska Sandiju Curku, vsem izvajalcem, projektantom, montažerjem, nadzornim, posebej Bojanu Štraserju za požrtvovalno projektiranje tudi v času osebne tragedije, dobavitelju cevi Comi (Aleksander in Maša sta se me zagotovo naveličala), slovenski in bosanski vojski, PGD Prevalje in našemu štabu CZ), ker so bili neverjetni. In ne čisto na koncu – zahvala gre tudi in predvsem županu Občine Prevalje dr. Maticu Tasiču. Brez njega in njegove odločnosti bi morda še vedno pili vodo iz IBC-jev ...

Slika 29: Večina glavnih akterjev reševanja vodooskrbe na Prevaljah ob odprtju vodovoda.

Vir: Lastni





## ENOSTAVNO IN UČINKOVITO

**Kaeser Kompressoren** je med vodilnimi proizvajalci vijačnih puhal, puhal z vrtljivim batom in turbo puhal. Vijačno puhalo s svojim krmiljenjem in senzorji zagotavlja enostavno integracijo v kakršenkoli sistem puhal, njeno srce - Sigma profil vijačni blok, pa je garancija največje energetske učinkovitosti. Ta kombinacija učinkovitega bloka, integriranega krmiljenja in senzorike omogoča zanesljivo delovanje in energetsko učinkovitostjo s prihranki do 35% električne energije v primerjavi s tradicionalnimi puhalo.

### Prednosti:

- ✓ Največja učinkovitost naprave
- ✓ Minimalne vibracije in tiho delovanje
- ✓ Zanesljivost delovanja

**Ponujamo** brezplačno analizo obstoječega sistema puhal, tehnično svetovanje, različne modele financiranja in najema, izvedbo na ključ, dolgoročno garancijo z vključenimi rednimi servisi in brez tveganja.

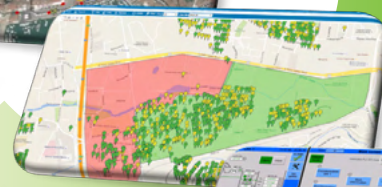
### Kontakt:

[info.slovenia@kaeser.com](mailto:info.slovenia@kaeser.com)

02 3333 240



# KAESER KOMPRESORJI



# Učinkovito upravljanje in zeleni prehod urbanega vodnega kroga

- Napredne tehnološke rešitve
- Rešitve digitalne transformacije
- Vrhunska tehnološka oprema

# The new landscape of wastewater transportation and treatment – a Danish perspective

Pernille Ingildsen

## Abstract

Our understanding of water's role has been rapidly changing for decades. This paper explores wastewater transportation and treatment within the water cycle. Efforts have been made to redefine this part of the cycle, emphasizing that no water is truly wasted, which has led to new ideas, priorities, and technologies each year. Still however if we think of an ideal defined by "what our hearts believe is good and possible" for water I believe that most people will agree that we are falling well below the bar of that imagined ideal.

I believe the wastewater sector is gradually moving toward this ideal. This progress involves efforts from lawmakers, technology developers, utilities, consultants, contractors, authorities, municipalities, and even water consumers. As traditional views of »wastewater« evolve, the complexity of wastewater management increases. This complexity can lead to difficulties and frustration, but it also offers opportunities for more effective and impactful solutions.

This paper serves as a tool for envisioning and describing how we can advance the water sector toward an ideal future state. It offers a chance to reflect on the gap between our current situation and this ideal. Most importantly, it outlines ten key future trends that guide the way forward.

The paper uses the Utility in Hillerod, Denmark, as a case study to highlight the actions, barriers, and dilemmas utilities face in a practical setting.

**Keywords:** collaboration, sewers, sustainability, trends, wastewater treatment, water stewardship.



**Pernille Ingildsen,**

Ph.D., M.Sc. Chief of Planning and Projects Water, Hillerod Utility, Denmark



# 1. Introduction

Denmark has a strong commitment to sustainability, with wastewater management having been a high priority for decades. This focus intensified in 1986 when fishermen found suffocated lobsters in the Kattegat Sea due to oxygen depletion from eutrophication, causing a public uproar. This event prompted the urgent adoption of the Danish »Water Environment Plan« in 1987 by the Danish government.

Today, 99% of wastewater is treated according to EU's "Urban WasteWater Treatment Directive" and some even at higher levels. For comparison the EU average is 76% and the percentage in Slovenia is 61% (2). Still, Denmark is struggling with the health of its water environment. Recent photos from the bottom of many fiords and seas show a suffocated water environment devoid of plant and wildlife. Despite the high levels of wastewater treatment, Denmark has not succeeded in providing widespread eco-system friendly water and the goal of ecologically sustainable water management is still out of reach.

Still in many ways the story of wastewater management in Denmark is a success story. Wastewater has changed from being a major source of water pollution to becoming a minor source of pollution. Today, the main challenge regarding eutrophication in Denmark is the diffuse flow of nutrients from agricultural fertilizers and secondly pollution from other countries.

Even if pollution has been significantly reduced in the past decades, this does not mean that the water sector should rest on its laurels. There are lots of room for improvement. Additionally, the sustainable transition lowers the bar below which effluent pollution from wastewater must pass. These years increasing pressure on countries, industries, and private people to deliver on the promise of sustainability also means that utilities need to define how they can and will contribute to sustainable wastewater management. The CSRD and ESG directives is expected to push utilities further towards higher ambitions. The sustainability agenda highlights the challenge of operating wastewater systems in a sustainable, efficient, and effective way.

To succeed with the sustainable transition – not just on paper – wastewater management need to adopt the mindset of water stewardship. This means that the job is not done until the waterways actually become "eco-system friendly". This is obviously easier said than done as utilities are not the sole polluter of water systems. Hence, a major challenge lies in establishing collaborative partnerships around water systems and work collaboratively to achieve the goals – not only utility-wide – but community-wide or as has been repeatedly suggested around and between watershed systems.

This means that though actions and methodologies may be similar across different cities and regions, the actual realization will differ from place to place according to the sum total of local conditions.

## 2. About Hillerød utility

Hillerød Utility is situated north of Copenhagen. The municipality has approximately 50.000 inhabitants, two large pharmaceutical companies, a number of SMEs, a thriving city center and a regional hospital. The city does not have direct boundaries to the sea instead the natural water system and recipients consist of rivers, streams, and lakes. The water from these water ways mostly ends in a northern fiord Isefjord, which is connected to the sea Kattegat north of Zealand.

The city is undergoing major changes these years not only due to the sustainability transition, but also as city is growing in number of inhabitants, the industries are experiencing rapid and large growth. The hospital is being rebuilt as a new regional “super-hospital”. The political system has been experiencing a long political controversy about the type of sewer system that the city should apply. This controversy has caused a pause in the development and a new redirection of the efforts of developing the sewer system.

On the wastewater treatment side, a major expansion is taking place to accommodate the increased wastewater load from the industries and inhabitants. The increase in nitrogen load is approximately 30%, while the increase in phosphorous load is approximately 60%.

Additionally, the Danish government has demanded that the six new regional super hospitals need to have quaternary wastewater treatment applied to treat the wastewater for pharmaceutical residuals. In Hillerød it has been decided to implement this by mandating the city’s main wastewater treatment plant to add quaternary treatment. This strategy is applied to ensure a better and broader effect as most pharmaceuticals are not taken at hospitals but in private homes.

Additionally, sludge treatment and deposition, which has until recently been handled by an external service provider for decades, has been returned to the utility as a new task. Due to problems with PFOS and PFAS, the available capacity for sludge treatment in Denmark by external suppliers is non-existent the coming years as it has been reserved for contaminated sludge. Therefore, the utility is in process of establishing local means to take care of its sludge.

All these simultaneous projects require the staff to rethink and rebuild both the sewer and wastewater treatment system. The burning question is how do we do this in the best way possible – and what would even define what is best? This complex process needs to be carried out under high time pressure as the surrounding city requires the system to be functional to grow and develop. So, while it would be wise to slow down and analyze the system and the situation, there is simply a lack of time to ‘get to the bottom’ of it all.

The utility has adopted a strategy aligned with municipal plans and strategies. The utility strategy points to a clear vision of high levels of sustainability. The overarching goal of the water part of the utility (the utility also includes energy and solid waste) is 1) Better conditions for the water environment and nature and 2) Enough and clean water for now and in the future. These goals are very clear, and the commitment is high. The aims are however obviously tempered by restrictions of economy, regulations, existing systems, political priorities, operability and operator acceptance, availability of competences, customer demands and the type of “disturbances” that is always coming from the surrounding stakeholders.

A combination of solutions is applied to the concrete situation of Hillerød Utility. This includes some major solutions such as:

- the plant capacity is extended using Integrated fixed film activated sludge (IFAS),
- the xenobiotic removal in the quaternary treatment step is implemented by a combination of activated carbon and ozone,
- CSO's are experimentally treated decentralized by Sedipipe systems.

Even more interesting than the technical solutions are the emerging trends and thought processes guiding these solutions as the utility navigates this complex process. These trends and key ideas reflect broader developments happening in Denmark, the EU, and worldwide.

## 3. Top 10 trends in wastewater management

Examining the overall trend in water system management toward water stewardship—striving for »what our hearts believe is good and possible«—we can identify ten emerging principles in wastewater management. These ten trends are summarized and elaborated upon in the following sections.

### 3.1 Stakeholder collaboration and eventually co-creation

The overall trend goes from thinking and working as a singular independent organization towards extending collaborative arms out to work with stakeholder organizations with the aim of solving water related problems jointly.

The water utility sector – as other utility sectors – are increasingly working collaboratively between organizations. Earlier the utilities were much more compartmentalized

and working towards optimization of own internal processes. This has led to a significant growth in domain knowledge and each domain like sewer systems and wastewater treatment plants has increased in process efficiency – both regarding the water processes taking place and in terms of the work processes around these physical, chemical, and biological processes.

The trend is that to reach effectiveness there need to be collaboration across industrial boundaries, sectors, and stakeholders. To succeed with creating results in terms of eco-friendly results in the natural or semi-natural parts of the environment served and exploited by utilities, is only possible if more actors (organizations) work together. All major environmental issues are the result of several actors and can only be solved by joint commitment and collaboration.

Example: Denmark is famous for fostering the concept of the industrial symbiosis. The idea originated in the municipality of Kalundborg but has spread to other municipalities including Hillerod. In the description of the symbiosis in Hillerod it is stated that: “An Industrial symbiosis describes a symbiotic relationship in which wastes or by-products of one industry or industrial process become the raw materials for another. Application of the concept allows materials to be used in a more sustainable way and contributes to the creation of a circular economy” (2). In the described transition process, there are a lot of collaborative efforts on water production, water savings and expansion of the wastewater treatment plant with additional capacity and the capability to treat pharmaceutical residuals.

## 3.2 New pollutants in focus

This trend goes from a narrow understanding of role of wastewater treatment limited to issues of reducing nutrients and oxygen demanding organic matter to treatment of the whole range of xenobiotics by new technologies. As such it extends the historical development of wastewater handling from 19th century purposes of just getting the waste out of cities.

Technological development of processes to remove pharmaceuticals are focused primarily on ozone, activated carbon and membrane technologies. The technologies have different pros and cons. A major difficulty with the removal of xenobiotics that makes it different from the more classical wastewater substances like nitrogen, phosphorous is that xenobiotics in wastewater involves hundreds or even thousands of different substances. The level of removal for each of these differ from substance to substance and technology to technology. And the quantification of the substances are riddles with great difficulties due to the multitude of substances, the low concentrations and corresponding detection limits. Addressing xenobiotics is a completely new challenge to the water sector. This adds a major new treatment step that are very different in both scope and operations compared to the current/old systems.

Example: in Denmark all super-hospitals need to have their water treated in a

quaternary process for pharmaceutical residuals. That is the residuals that patients taking pharmaceuticals secrete. This includes the actual active chemical agent as well as all types of degraded byproducts as well as substances established by cocktail effects. This means that utilities like Hillerod have been tasked with establishing this treatment step as well as – at least collaboratively with the municipality attempt to define realistic effluent demands on the treatment step.

### 3.3 Using models on all levels

While modelling is not new per se, there is a major change happening these years. The trend goes from modelling sewer systems and wastewater treatment systems as a hopeful but often futile exercise to a situation where models and digital twins are realistic and are being actively used for decision making on strategic, tactical, and operational levels.

The term “Digital twins” has emerged over the last few years. A living digital twin delivers a system that is in online communication with the real world, so that what you see in the model mirrors the actual status of the system. Based on that it is possible to calculate scenarios, eg what happens if it rains? Or what happens if the city develops in this way or that way? Or what happens if we take out a treatment lane of operation for a period of time? Additionally, these models can now be used for design purposes.

Example: There are examples in Hillerod from both wastewater treatment and sewer systems. In Hillerod especially the sewer system modelling is having a major impact on every decision on developing and designing the systems. For years the focus (and conflict) has been around separate sewer system, where wastewater runs in one system and rainwater in another. When increasingly reducing the rainwater in the sewer systems the number of combined sewer overflows will be reduced and the ecological state in the receiving river will be less loaded with oxygen depleting pollution and nutrients. To design the most optimal system, models need to be set up based on true knowledge about the sewer system. This is: what are the dimensions of pipes, what are the x, y and z position of each node, how are the pumps controlled, how is the weirs constructed etc. Getting to a point where this matrix of information is stored correctly in a geographical information system has so far been limiting the trust in the models. In Hillerod a major one-year project laser-focused on providing data and models that are true has been undertaken. No models are ever perfectly true, but it has been a quantum leap forward to establish a “good enough model”. Based on this new model it is possible to experiment to find the best design and operations solutions.

### 3.4 Water reuse

Water reuse is still an emerging technology, so far only used as a last option in water sparse areas. However, the trend of going from “wastewater in – cleaner wastewater

out” towards water reuse is coming within grasp.

Such a trend may have transformative powers over how we design and operate the urban water cycle. Though this is probably not where it will end, one could in principle imagine an ‘eternity machine’ with the urban water consumption eventually not touching the natural water cycle – there could be a separate technologically controlled water loop, not drawing water resources and not contributing to the environment with polluting substances.

Example: In Hillerød and the northern part of Zealand the groundwater is overused. This means that the water extraction from groundwater resources that is taking place is not long-term sustainable. Therefore, it is extremely difficult to acquire new water extraction permits effectively halting the development of the area – or alternatively running a system with detrimental effects on the groundwater resources. As quaternary treatment systems are being applied the effluent wastewater jumps upwards in water quality except the salt contents being too high, (which is a manageable problem), the water quality is coming very close to the standards of drinking water. This means that within a few years from now, it may be possible to reuse the treated wastewater at least for some industrial purposes.

## 3.5 Sustainability governance

The transition regarding understanding the concept of sustainability has taken place since the word “sustainability” entered the global scene with Gro Harlem Brundtland in 1987. So, while this is not a new word, something new is happening with the word these years. Intuitively, we understand the word, however, that is not very helpful when we are to give priority to one type of sustainability over another – or even finding a balance between a whole array of sustainability factors. It is moving from a fluffy concept to a concept with harder definitions. In utilities similarly it is moving from a blurry understanding to now, where we are working with sustainability definitions, targets, monitoring, documentation etc.

It is interesting to compare this situation to the history of modern financial accounting principles. These were not developed until the 70s and 80s. Something that we take for granted today has only been around in this form for about 60 years. Similarly, the new ESG framework from EU puts forward principles for sustainability accounting based on Environmental and Social factor and ensuring proper governance. Environmental factors are for example Climate Change Mitigation and Adaptation, or Biodiversity Protection. Social factors are for example Labor practices or Community Engagement. The corporate governance principles promote transparent and accountable corporate governance structures. The principle of “Double materiality assessment” is part of the ESG framework, which mean that companies and utilities need to consider the sustainability effects from two points of view. They need to consider how environmental and social issues (like climate change, resource scarcity, or labor practices) can impact the company's financial health. The other aspect is that they need to consider how the

company's activities affect the environment and society. So, it is like a two way street.

This way of accounting will eventually spill over to how we design wastewater solutions. Design will eventually be governed both by traditional financial considerations and sustainability considerations. The days where it was easy to claim that this or that is an unspecified degree of sustainable are counted. Communication around the real environmental and social impacts will be more and more transparent as well as "fair and true".

The ESG framework is expected to also facilitate accounting of the total sustainability impact for the wastewater systems – both positive and negative. It will then become normal practice to measure better, set clearer goals and fight harder to reach the goals.

Example: in Hillerød utility the first experience with ESG is present as the first CO2 equivalents accounting for scope 1 and 2 has been prepared. But even without the ESG framework the pressure for finding suitable measures and definitions for sustainability is pressing. The wastewater treatment plant is fully covered. To stay true to that a building is being constructed for the quaternary treatment step. This is carried out according to the DGNB standard, which is the German sustainability standard for buildings (similar standards in different countries). At the same time the same is being done for a new water works. This raises hundreds of interesting questions such as questions about choice of construction materials, comparing different constructions and how to include the social dimension of sustainability. Questions that, though we are in a way in the 'business of sustainability', we do not always have answers readily available for.

Five smaller trends that are also worth being on the lookout for are:

## **3.6 Eco-informed design**

Moving from standard design and design criteria based on law and industrial standards are being superseded with designs based on deeper ecological and environmental understanding. One example is that Hillerød utility has found that though the reduction of combined sewer overflows will reduce nutrients load and oxygen consumption, there may be other factors that are even more important. From an ecological perspective, a more effective measure may be to ensure better light conditions by removing a few overshadowing trees and improving the riverbed to ensure better spawning grounds and variable flow conditions. Such alterations cost a fraction of separating rainwater but may have a much larger effect. This however requires that the owner of the river is willing to collaborate.



## 3.7 Partnering

An important trend is that our contracting work is moving from 'adversarial' contracting forms leading to conflict upon conflict around quality and cost to partnership with consultants and contractors. The new collaborative form works by aligning financial incentives, establishing temporary "working as one"-organization setups and consciously building trust in relationships. Partnering is a much more trust-based way of working and when these collaborative forms work, they ensure better solutions, better economy for all partners and much better workplace environment. The utility is also using this method to ensure higher speed of execution. Since the partnering framework regulates earnings, it is not necessary to have the full detailed design ready before entering with contractors. Instead, contractors take part in the design process. This further improves the design and significantly reduces the risk of design conflict later.

## 3.8 Holistic approach to energy and climate

Earlier improving efficiency and reduction of operations cost meant attention to energy consumption. As this has come increasingly under control the focus is now changing to a more holistic view on the problem. That means that scope 3 emissions (i.e. emissions of the construction process) comes into play. Also, methane, laughter gas and carbon dioxide from the processes comes into play and the varying degree of emitted CO2 emissions from electricity over time is used in optimization of control.

## 3.9 New management principles

New management practices are required to steer this new reality. There is a need for more employee autonomy to be able to work in new ways and with new problems. Top managers are not able to efficiently orchestrate this complex work. In Hillerød Utility the organizational principles are still hierarchical, but the way that the hierarchy is administered is much more in the spirit of autonomy and independent collaboration. Still the hierarchy serves as organizing principle to avoid chaos and to ensure information flows for company critical decisions. How such an organization will look and operate in 5-10 years may be much different from what we see today. It is important to experiment with new management principles looking towards more transparency, higher degrees of employee engagement in strategy development and decisions, autonomy, and independence.

## 3.10 Wicked problems

Water utilities are being shaken up. From living as somewhat sleepy slow-moving conservative companies, the speed and complexity is picking up. Utilities are increasingly experiencing themselves as being entangled in various complex or even “wicked problems” with a host of other stakeholders. The definition of wicked problems is relevant to reflect upon as a backdrop to the above trends.

A wicked problem is characterized by being one or more of the following:

*Complexity:* They involve many interdependent factors that make them difficult to address comprehensively.

*Uncertainty:* The information needed to understand the problem and its potential solutions is often incomplete or uncertain.

*Interconnectedness:* Changes in one part of the problem can have unforeseen consequences in other parts.

*No Clear Solution:* There is no definitive solution and attempts to solve the problem can lead to new issues.

*Stakeholder Disagreement:* Different stakeholders have different perspectives and values, leading to conflicting views on how the problem should be addressed.

*Unique:* Each wicked problem is unique, meaning solutions that work for one problem may not work for another.

## 3. Conclusion

In conclusion, the landscape of wastewater transportation and treatment is undergoing a significant transformation, driven by technological advancements, regulatory changes, and an increasing commitment to sustainability. This paper highlights the multifaceted efforts required to approach an ideal state of water stewardship, where wastewater management not only meets regulatory standards but also contributes to a healthier, more sustainable environment.

The case of Hillerød Utility exemplifies the complex challenges and innovative solutions being implemented in Denmark. From the integration of advanced treatment technologies to the adoption of sustainable construction standards and collaborative partnerships, Hillerød is navigating the intricacies of modern wastewater management. This reflects a broader trend seen across the EU and globally, where utilities are moving towards more holistic, eco-friendly practices.

The ten emerging principles outlined in this paper—from stakeholder collaboration and new pollutant focus to sustainability governance and the recognition of wicked problems—provide a roadmap for the future of wastewater management. These principles emphasize the importance of adaptive, integrated approaches that consider both financial and environmental impacts.

As the field continues to evolve, it is clear that success will depend on the ability to innovate and collaborate across sectors and disciplines. By embracing complexity and fostering a culture of openness and innovation, utilities can play a crucial role in achieving sustainable water management goals.

Ultimately, the journey towards this ideal state is ongoing. It requires a commitment to learning, adapting, and pushing the boundaries of what is possible. By building on the progress made and addressing the remaining challenges, the wastewater sector can significantly contribute to a more sustainable and resilient future for all.

## References

1. EPA - <https://water.europa.eu/freshwater/countries/uwwt>
2. Hillerød Utility, 2021, home page: <https://hfors.dk/files/media/document/Symbiose%20Hiller%C3%B8d%2C%20brochure.pdf>

# Ali imamo nadzor nad vtoki v kanalizacijski sistem?

Roman Kramer

## Povzetek

Kot upravljalec čistilne naprave vsak dan opažamo povečane obremenitve odpadne vode, ki priteka na čistilno napravo. Ker gre za precejšnja prekoračenja vrednosti, ki so značilne za komunalno odpadno vodo, smo pod drobnogled vzeli zavezance za obratovalni monitoring, ki imajo industrijsko odpadno vodo.

Rezultate kontrolnega vzorčenja smo primerjali z uradnimi poročili o obratovalnem monitoringu. Pri tem smo ugotovili, da so izmerjene vrednosti parametrov odpadne vode iz kontrolnega vzorčenja tudi do 14-krat višje od uradno izmerjenih, ki so prikazane v poročilih o obratovalnem monitoringu.

Načeloma je kršeno osnovno načelo onesnaževalec plača!

Podajamo tudi predlog ureditve stanja.

**Ključne besede:** enota obremenitve, inšpekcija, obratovalni monitoring, ppp- načelo, upravljalec, zavezanec za obratovalni monitoring.

**Roman Kramer,**

univ. dipl. inž. gradb., Vodovod kanalizacija Celje, d. o. o., vodja obrata za čiščenje odpadne vode

## Abstract

As the operator of the treatment plant, we daily observe increased loads of waste water flowing into the treatment plant. Since these are significant exceedings of the values that are typical for municipal wastewater, we took a close look at those liable for operational monitoring that have industrial wastewater.

The results of the control sampling were compared with the official reports on operational monitoring. In doing so, we found that the measured values of the wastewater parameters from the control sampling are up to 14 times higher than the officially measured values, which are shown in the operational monitoring reports.

In principle, the basic polluter pays principle is violated!

We also provide a proposal to regulate the situation.

**Keywords:** inspection, load unit, operational monitoring, operator, PPP – principle, responsible for operational monitoring.

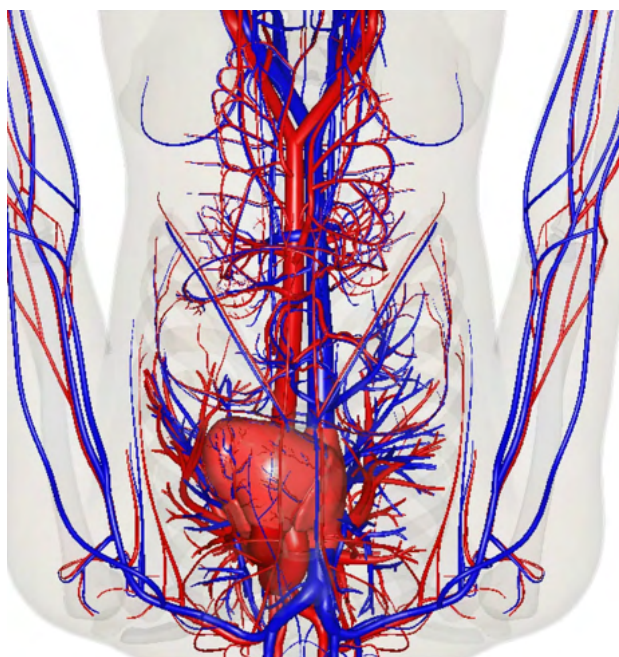
# 1. Uvod

Kanalizacijski sistem je ključna infrastruktura za ohranjanje zdravja in varnosti prebivalcev ter za zaščito okolja pred onesnaženjem. Ta sistem vključuje kanale, črpališča, zadrževalne bazene, čistilne naprave in druge komponente, ki omogočajo transport in obdelavo odpadnih voda, preden se vrnejo v naravni vodni tok.

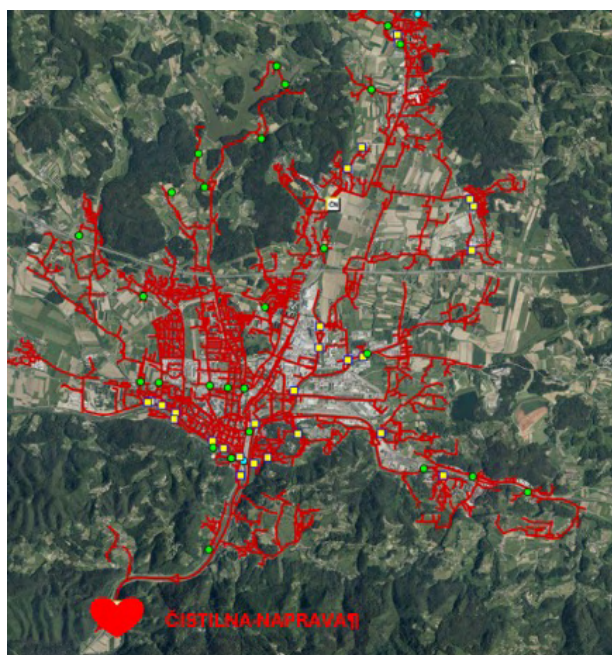
Lahko ga primerjamo s človekovim sistemom ožilja. Tako kot je pri človeku srce glavni element sistema, je pri kanalizacijskem sistemu to čistilna naprava.

V človeški zavesti je, da nas skrbi, kakšna vsebina se pretaka po našem ožilju. Zavedamo se, da moramo poskrbeti, da ta vsebina ne bo škodovala osrednjemu organu – srcu.

Enako velja pri kanalizacijskem sistemu, vendar je tu edini, ki ga skrbi, kaj se pretaka po njem, upravljavec čistilne naprave.



Slika 1. Človeško ožilje  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.



Slika 2. Kanalizacijski sistem  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

Človek ima možnost, da ukrepa in si izboljša kakovost vsebine ožilja ter s tem poskrbi za nemoteno delovanje svojega osrednjega organa srca.

**Kaj pa upravljalec čistilne naprave, ali ima kakršnokoli možnost vplivati na vsebino, ki se pretaka po kanalizacijskem sistemu in močno vpliva na delovanje čistilne naprave?**

Odgovor na to bom poskušal dati v tem prispevku.

## 2. Kdo spušča odpadno vodo v kanalizacijski sistem

### 2.1 Storitve javne službe

V okviru obvezne lokalne javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode se izvaja:

- odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo,
- odvajanje in čiščenje padavinske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo z javnih površin in streh.

Iz navedenega sledi, da vsi, ki imajo komunalno odpadno vodo in meteorno vodo s streh, lahko oziroma morajo odvajati v javni kanalizacijski sistem.

### 2.2 Posebne storitve

Odvajanje in čiščenje industrijske odpadne vode in padavinske odpadne vode s površin, ki niso javne, se ne štejeta za storitev javne službe ne glede na to, ali se takšna voda odvaja v javno kanalizacijo in čisti v komunalni ali skupni čistilni napravi. To so posebne storitve, ki niso obvezne storitve javne službe, jih pa izvajalec javne službe lahko izvaja z uporabo javne infrastrukture pravnim ali fizičnim osebam. Za izvajanje posebne storitve odvajanja in čiščenja industrijske odpadne vode skleneta izvajalec javne službe in koristnik posebne storitve medsebojno pogodbo.

Na javni kanalizacijski sistem se lahko priključijo samo tiste pravne in fizične osebe z industrijsko odpadno vodo, ki imajo za to predhodno sklenjeno pogodbo za posebne storitve z izvajalcem javne službe.

# 3. Kaj ne spada v javno kanalizacijo

Pravzaprav je jasno, kaj vse ne spada v javno kanalizacijo, saj upravljavci kanalizacijskih sistemov in čistilnih naprav že vrsto let ozaveščamo širšo javnost, kaj se ne sme metati ali spuščati v kanalizacijo iz gospodinjstev. Še vedno pa je nabor stvari, ki se izločijo na grabljah čistilnih naprav, zelo pester.

Opažamo tudi, da je spet v porastu količina maščob oziroma odpadnih olj v odpadnih vodah. Iz obratov z industrijsko odpadno vodo pa se v javno kanalizacijo brez posledic odvajajo tudi prepovedane snovi.



Slika 3. Prisotnost krvi na čistilni napravi  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

Slika 4. Maščobe na dotoku na čistilni napravi  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

Glede industrijskih odpadnih voda je nabor dovoljenega izpusta v javno kanalizacijo jasno opredeljen v okoljevarstvenih dovoljenjih in v uredbah za posamezno vrsto dejavnosti.

Torej načeloma vsi vemo, kaj se lahko in česa se ne sme delati. Pa je res tako in se vsi držijo pravil?

**Odgovor je NE.**



## 3.1 Kdo lahko ukrepa, nadzoruje in sankcionira

Vsekakor so za to pristojne inšpekcijske službe.

Realnost pa je taka, da če zadevo prijavimo inšpekciji (o tem, ali lahko podamo prijavo, malo pozneje), vedno dobimo isti odgovor, da so obratovalni monitoringi, ki jih imajo oni, popolnoma v redu in da ne zaznavajo nobenih kršitev. Skoraj po pravilu se ne odločajo za inšpekcijski odvzem vzorcev in njihovo uradno analizo.

Vse to je zelo jasno vsem prekomernim onesnaževalcem kanalizacijskega sistema, ki nemoteno in brez bojazni, da bodo sankcionirani, nadaljujejo to početje.

## 3.2 Kakšen je vpliv upravljalcev kanalizacijskega sistema in čistilnih naprav

Upravljalci čistilnih naprav imamo praviloma nameščeno detekcijo parametrov na dotoku na čistilno napravo, tako da redno zaznamo anomalije glede na normalni dotok odpadne vode. Seveda gre za različne anomalije, kot je znatno povečanje organske obremenitve, povečane suspendirane snovi, enormne količine maščob, prisotnost večje količine krvi ali raznih barvnih dodatkov.



Slika 5. Vsi odtenki sive naprave  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.



Slika 6. Rumene vsebine na iztoku iz čistilne  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

Vse to nam povzroča težave pri čiščenju odpadne vode, zato poskušamo analizirati in raziskati, kje je izvor teh anomalij. Glede na to, da poznamo naše kanalizacijske sisteme in tudi proizvajalce industrijske odpadne vode, lahko hitro sklepamo, od kod kaj prihaja.

Vendar je to težko dokazati, ker običajno ob zaznavanju anomalije na čistilni napravi ta ni več prisotna na izvoru.

Ali imamo kakršnokoli možnost vplivati na to, da se te anomalije odklonijo?

**Moj odgovor je NE.**

## 3.3 Kakšne so posledice in za koga

Imamo dve vrsti anomalij pri iztokih v kanalizacijski sistem:

### 3.3.1 Prekomerno organsko onesnaženje

Direktni zavezanci, ki redno odvajajo v kanalizacijo več EO (enot obremenitve) kot pa na podlagi sklenjenih pogodb plačujejo upravljavcu čistilne naprave, s takim početjem precej znižajo svoje stroške odvajanja in čiščenja odpadne vode.

V tem primeru razliko v ceni običajno plačajo vsi drugi uporabniki storitev odvajanja in čiščenja odpadne vode.

### 3.3.2 Izpust nedovoljenih snovi

V tem primeru pa lahko pride do zaviranja procesa čiščenja odpadne vode ali do uničenja kanalizacije.



Slika 7. Primer kanalizacije brez dna  
Vir: VODOVOD - KANALIZACIJA, d. o. o.

V tem primeru so lahko posledice za okolje precej neugodne, bodisi za recipiente očiščene odpadne vode, bodisi za podtalnico pod kanalizacijskim sistemom. V teh primerih gre za okoljsko škodo in lahko tudi za ogrožanje živih bitij, vključno s človekom.

# 4. Posebne storitve in obratovalni monitoring

## 3.3 Kakšne so posledice in za koga

Posebne storitve so storitve, ki niso obvezne storitve javne službe, jih pa izvajalec javne službe lahko izvaja z uporabo javne infrastrukture pravnim ali fizičnim osebam.

Mednje spadajo:

- odvajanje industrijske odpadne vode,
- čiščenje industrijske odpadne vode,
- odvajanje padavinske odpadne vode s površin, ki niso javne površine ali strehe.

## 4.2 Obratovalni monitoring

V skladu s 150. členom Zakona o varstvu okolja (ZVO-2) mora:

- Povzročitelj obremenitve pri opravljanju svoje dejavnosti zagotavljati monitoring vplivov svojega delovanja na okolje (obratovalni monitoring).
- Povzročitelj obremenitve podatke obratovalnega monitoringa najmanj enkrat letno sporočati ministrstvu in občini, na območju katere obratuje, ter o njegovih rezultatih obveščati javnosti.
- Povzročitelj obremenitve zaradi izvajanja monitoringa dopustiti vstop v poslovne prostore osebi, vpisani v evidenco izvajalcev obratovalnega monitoringa.

# 5. Kaj določa izpust v kanalizacijo

V RS imamo izpuste v kanalizacijo regulirane z:

- Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, ki v zvezi z zmanjševanjem onesnaževanja okolja zaradi emisije snovi in emisije toplote, ki nastajata pri odvajanju komunalne, industrijske in padavinske odpadne vode ter njihovih mešanic v vode, določa mejne vrednosti emisije snovi in toplote, vrednotenje emisije snovi in toplote, ukrepe

- preprečevanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, ukrepe zmanjševanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, druge ukrepe zmanjševanja emisije snovi in pogoje za odvajanje odpadnih voda.
- Uredbami o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov za opravljanje posameznih dejavnosti, ki določajo posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju tehnološke odpadne vode iz objektov za opravljanje posameznih dejavnosti.
  - Okoljevarstvenimi dovoljenji za obratovanje naprav, ki odvajajo odpadno industrijsko odpadno vodo v javno kanalizacijo.

## 6. Načelo onesnaževalec plača

To načelo je poznano kot **PPP-načelo** (Polluter-pays principle).

V 12. členu Zakona o varstvu okolja (ZVO-2) je zapisano:

- Povzročitelj obremenitve krije vse stroške predpisanih ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje onesnaževanja in tveganja za okolje, rabo okolja ter odpravo posledic obremenjevanja okolja, vključno s stroški izvedbe preprečevalnih in sanacijskih ukrepov v primeru okoljske škode.
- Z namenom zmanjševanja obremenjevanja okolja se lahko predpiše okoljska dajatev zaradi onesnaževanja ali zaradi vsebnosti okolju škodljivih snovi v surovini, polproizvodu ali proizvodu.

## 7. Izvajanje obratovalnega monitoringa

### 7.1 Kdo lahko izvaja obratovalni monitoring

- Obratovalni monitoring lahko izvaja le oseba, vpisana v evidenco izvajalcev obratovalnega monitoringa.
- V evidenco iz prejšnjega odstavka se po uradni dolžnosti vpiše pravna oseba ali samostojni podjetnik posameznik, ki ima pravnomočno pooblastilo ali potrdilo ministrstva za izvajanje obratovalnega monitoringa.
- Ministrstvo z odločbo izda pooblastilo za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa pravni osebi ali samostojnemu podjetniku posamezniku, ki izpolnjuje zakonsko predpisane pogoje.
- Minister, pristojen za vode, s predpisom določi opremo in vrsto akreditacije ali druge tehnične pogoje, ki jih mora izpolnjevati oseba oziroma pravni subjekt

za izvajanje obratovalnega monitoringa s področja voda.

## 7.2 Kdo nadzoruje izvajalca obratovalnega monitoringa

Preverjanje kakovosti izvajanja monitoringa zagotavlja Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo.

Preverjanje se zagotavlja zlasti s:

- preizkušanjem strokovne usposobljenosti izvajalcev monitoringa;
- analiziranjem poročil o izvajanju monitoringa in
- izvajanjem ključnih meritev parametrov monitoringa in primerjanja rezultatov s podatki iz poročil o monitoringu.

Minister, pristojen za vode, predpiše način preverjanja kakovosti izvajanja monitoringa s področja voda.

Vprašanje pa je, ali se kontrola izvajalcev obratovalnega monitoringa sploh izvaja. Naša izkušnja kaže na to, da se to z veliko verjetnostjo ne dogaja.

Še dodatna težava pa je, da sta na nek način pristojni dve ministrstvi.

## 7.3 Kdo izbere in plača izvajalca obratovalnega monitoringa

Izvajalci obratovalnih monitoringov so popolnoma podvrženi trgu in zakonitostim tržnega gospodarstva.

Zavezanec za izvajanje obratovalnega monitoringa sam izbere izvajalca na trgu in z njim sklene direktno pogodbo. S tem pogodbenim odnosom ga neformalno veže tudi k »ubogljivosti«, da se bo izvajanje obratovalnega monitoringa izvajalo v času in v pogojih, ki jih določi zavezanec, in ne izvajalec obratovalnega monitoringa.

Pod temi pogoji težko govorimo o neodvisnem izvajanju obratovalnega monitoringa.

# 8. Razlika med rezultati uradnih monitoringov in kontrolnimi meritvami

## 8.1 Opis problematike

Kot upravljavec čistilne naprave opazamo povečane obremenitve odpadne vode, ki priteka na čistilno napravo. Ker gre za znatna prekoračenja vrednosti, ki je značilna za komunalno odpadno vodo, smo pod drobnogled vzeli zavezance za obratovalni monitoring, ki imajo z nami sklenjene pogodbe za posebno storitev, to je za čiščenje industrijske odpadne vode. Izvajali smo kontrolna vzorčenja na iztoku v javno kanalizacijo in rezultate primerjali z uradnimi poročili o obratovalnem monitoringu.

Ugotovljeno je bilo, da so izmerjene vrednosti parametrov odpadne vode iz kontrolnega vzorčenja tudi do 14-krat višje od uradno izmerjenih, ki so prikazane v poročilih o obratovalnem monitoringu, katerih izvajalci imajo pravnomočno pooblastilo ali potrdilo ministrstva za izvajanje monitoringa.

Vzrok za takšno razhajanje je v tem, da imata direktni zavezanec in pooblaščen izvajalec obratovalnega monitoringa direktno pogodbeno razmerje in da so pooblaščen izvajalci odvisni od zakonitosti trga (od tega je odvisen njihov zaslužek). Kot sami priznavajo, se morajo prilagoditi zahtevam pogodbenega partnerja, če želijo še v prihodnje izvajati monitoring za njih. Tako se izvajajo monitoringi v času zmanjšane proizvodnje obratov ali naprav.

## 8.2 Povečane dovoljene obremenitve

Na podlagi Odloka o oskrbi s pitno vodo ter odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju Mestne občine Celje zavezanci za izvajanje obratovalnega monitoringa plačujejo čiščenje industrijske odpadne vode (variabilni del) po enotah obremenitve (EO). Za tekoče leto se jim izračuna cena čiščenja kubičnega metra industrijske odpadne vode (variabilni del) na podlagi porabe vode za preteklo koledarsko leto in cene čiščenja na podlagi enot obremenitve EO, dobljene iz predloženega monitoringa za preteklo koledarsko leto.

Primer razhajanja med poročilom o uradnem obratovalnem monitoringu za leto 2023 in med kontrolnimi meritvami v letu 2023:

Preglednica 1: Primerjava rezultatov uradnega monitoringa in kontrolnih meritev

Uradni monitoring		Kontrolna meritev	
dan	Maks 6-urna obremenitev po KPK v mg/l	dan	Maks 6-urna obremenitev po KPK v mg/l
30. 5. 2023	870	6. 9. 2023	<b>7.719</b>
26. 9. 2023	3.915	12. 9. 2023	<b>7.204</b>
19. 12. 2023	1.980	13. 9. 2023	<b>7.484</b>

Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

Posledice takšnega (dogovorjenega) izvajanja obratovalnega monitoringa nosijo drugi uporabniki storitve čiščenja odpadne vode, saj se jim zaradi nepoštenja direktnih zavezancev dviga cena čiščenja odpadne komunalne vode. Država pa pobere precej nižjo okoljsko dajatev, kot je realna.

**S takšnim početjem je kršeno temeljno načelo ZVO-2, to je načelo plačila obremenjevanja, ki pravi, da povzročitelj obremenitve krije vse stroške predpisanih ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje onesnaževanja in tveganja za okolje.**

## 8.3 Prepovedane obremenitve

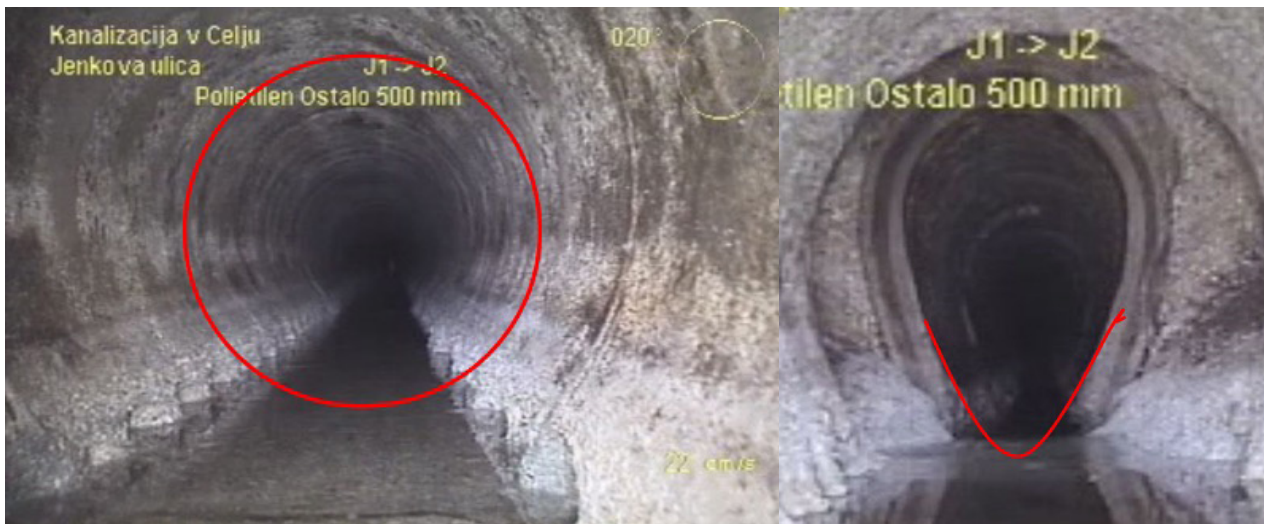
Drug primer, ki se tudi dogaja, pa je kršenje predpisanih parametrov za izpust v javno kanalizacijo. V teh primerih prihaja celo do tako skrajnih primerov, ko industrijska odpadna voda dobesedno razje dno kanala ter nemoteno izteka v okolje in ga zastruplja.

V preglednici je primer razhajanja med poročilom o uradnem obratovalnem monitoringu za leto 2023 in med kontrolnimi meritvami v letu 2023:

Preglednica 2: Primerjava rezultatov uradnega monitoringa in kontrolnih meritev

	Enota	OVD	Monitoring 2023	6-urni kontrolni vzorec
<b>Cink</b>	mg/l	2	0,975	<b>2.000</b>
<b>Krom</b>	mg/l	0,5	0,0548	<b>100</b>
<b>Železo</b>	mg/l	4	2,84	<b>700</b>
<b>Neraztopljene snovi</b>	mg/l	100	10,20	<b>7.915</b>
<b>Sulfat</b>	mg/l	600	124,0	<b>1.124</b>

Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.



Sliki 8 in 9: Posledice prepovedanih izpustov  
Vir: VODOVOD – KANALIZACIJA, d. o. o.

## 9. Kdo ukrepa v Republiki Sloveniji

Ob takšnem ravnanju direktnih zavezancev se seveda postavlja vprašanje, kdo je pristojen za ukrepanje v primeru takšnih kršitev.

Glede dileme, katero ministrstvo je pristojno za obravnavo zgoraj navedenih primerov, smo se obrnili na:

- 🟢 Inšpektorat RS za naravne vire in prostor (IRSNVP) ter na
- 🟢 Inšpektorat RS za okolje in energijo (IRSOE).

Z Inšpektorata RS za naravne vire in prostor so odgovorili, da je za tovrstno problematiko odgovoren IRSOE.

### 9.1 Prijava upravljalca čistilne naprave

#### 9.1.1 Povečane dovoljene obremenitve

Kot upravljalca čistilne naprave smo v primeru povečane obremenitve direktnih zavezancev glede na uradni monitoring podali prijavo na Inšpektorat RS za okolje in energijo.

Odgovor inšpekcije na prijavo je bil:

- 🟢 »Iz Poročila o obratovalnem monitoringu emisij snovi v vode je razvidno, da zavezanec ni povzročal čezmernega obremenjevanja okolja. Meritve je



- opravil pooblaščen izvajalec, ki je vpisan v seznam ARSO.«
- »Skladno z zakonom o varstvu okolja zagotavlja preverjanje kakovosti izvajanja monitoringa Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, zato predlagamo, da se, v kolikor dvomite v verodostojnost predmetnega poročila obrnete nanj.«

In smo se res – 4. decembra 2023 smo se obrnili na Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo s pozivom na ukrepanje glede več primerov razhajanja rezultatov uradnega obratovalnega monitoringa s kontrolnimi meritvami. Kljub vmesnim poizvedbam še nismo dobili nobenega odgovora.

## 9.1.2 Prepovedane obremenitve

Drug primer pa je prijava primera prekomerne obremenitve, opisane v točki 8.3.

Na Inšpektorat Republike Slovenije za okolje in prostor smo podali prijavo zaradi povzročanja škode na elementih javne kanalizacije in onesnaževanja okolja.

V njihovem odgovoru smo dobili najprej poduk: *»Vašo vlogo smo evidentirali med prispelo prijave oziroma pobude okoljske inšpekcije ..... Tako se pobuda vlagatelja lahko šteje le kot morebitna pobuda za uvedbo inšpekcijskega postopka, ne predstavlja pa pobuda take vloge, ki bi štela za zahtevo stranke, na podlagi katerih se postopek tudi lahko začne.«*

Torej pooblaščen izvajalec javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode ne more podati uradne prijave, na podlagi katere bi morala inšpekcija ukrepati, tudi če gre za direktno onesnaženje podtalnice. Verjetno bo v slovenski zakonodaji treba nekaj spremeniti.

Nadalje so nas obvestili, da so pri zavezancu opravili redni in izredni nadzor ter ugotovili, da je iz Poročila o obratovalnem monitoringu emisij snovi v vode razvidno, da zavezanec ni povzročal čezmernega obremenjevanja okolja. S kontrolnimi meritvami pa smo dokazali, kakšne obremenitve s cinkom, kadmijem in železom odtekajo v podtalje.

Prav tako nas je IRSOE obvestila, da je pri zavezancu opravila izredni inšpekcijski pregled v zvezi s poškodbami kanalizacijskih cevi in ugotovila, da ni pristojna za to.

Prosim, da si sami ustvarite mnenje, ali takšne inšpekcijske službe v Sloveniji sploh potrebujemo.

Niso pa nas pozabili še enkrat opozoriti: *»Skladno z zakonom o varstvu okolja zagotavlja preverjanje kakovosti izvajanja monitoringa Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, zato predlagamo, da se, če dvomite o verodostojnosti predmetnega poročila, obrnete nanj.«*

## 9.2 Vpliv upravljalca čistilne naprave

V uvodu sem podal vprašanje: »Kaj pa upravljalca čistilne naprave, ali ima kakršnokoli možnost vplivati na vsebino, ki se pretaka po kanalizacijskem sistemu in močno vpliva na delovanje čistilne naprave?«

Iz vsega navedenega izhaja, da upravljalci nimamo nobenih možnosti vpliva na to, kaj nam spuščajo v kanalizacijo. Sami ne smemo ukrepati, inšpekcijske službe nas ne obravnavajo kot prijavitelja (smo lahko samo pobudnik), uradni monitoringi ne odražajo dejanskih obremenitev, pristojno ministrstvo pa ne ukrepa glede izvajalcev obratovalnega monitoringa.

## 10. Predlog ureditve stanja

Treba je rešiti osnovni problem, in sicer pogodbeni odnos med zavezancem in izvajalcem za obratovalni monitoring.

- ✔ Zavezanci za obratovalni monitoring naj ne izbirajo več sami izvajalcev obratovalnega monitoringa, ampak jim ga določi pristojno ministrstvo.
- ✔ Ministrstvo ima že zdaj register, ki vsebuje evidenco oseb, ki imajo pooblastila ali potrdila za opravljanje dejavnosti monitoringa ter drugih dejavnosti varstva okolja v skladu z ZVO-2.
- ✔ Ministrstvo oblikuje cenik izvajanja storitev obratovalnega monitoringa, ki je razdelan glede na zahtevane parametre vzorčenja in analiziranja.
- ✔ Ministrstvo predpiše način dodeljevanja pooblaščenih izvajalcev obratovalnega monitoringa zavezancem za izvajanje obratovalnega monitoringa.
- ✔ Zavezanci za obratovalni monitoring zaprosijo pristojno ministrstvo, naj jim dodeli pooblaščenega izvajalca za izvajanje obratovalnega monitoringa.
- ✔ Ministrstvo, izvajalec in zavezanec sklenejo tripartitno pogodbo, ki jo sestavi ministrstvo.
- ✔ Izvajalec obratovalnega monitoringa mora izvajati vzorčenje nenapovedano in sam preveriti, da zavezanec deluje s polno obremenitvijo.
- ✔ Vzorčenje se izvaja 24 ur, vzame pa se 4- ali 6-urni reprezentativni vzorec (odvisno od OVD).

Dolgoročno pa je smiselno, da se vsem zavezancem za obratovalni monitoring določijo stalne on-line meritve na iztoku, z neposredno povezavo na splet.

### Literatura in viri

1. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2), Uradni list RS, št. 44/22.
2. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22, 75/22 in 157/22.
3. Odlok o oskrbi s pitno vodo ter odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju Mestne občine Celje, Uradni list RS, št. 54/14.



JP CČN  
DOMŽALE-KAMNIK  
d.o.o.

**SVETOVANJE NA  
PODROČJU  
ČIŠČENJA  
ODPADNIH VOD**

nadgradnja ali izgradnja novih  
čistilnih naprav

optimizacija procesov

reševanje težav pri  
obratovanju

izračuni obremenitve,  
zmogljivosti, sprejemljivosti  
specifičnih odpadnih vod

**SPREJEM  
V ČIŠČENJE**

greznične gošče

blato iz malih čistilnih naprav

biološko razgradljivi  
tekoči odpadki

industrijske odpadne vode

**IZVAJANJE**

pilotni poskusi

zahtevnejše laboratorijske  
analize

mikrobioloske preiskave  
aktivnega blata

simulacije procesev čiščenja  
aktivnega blata

**IZOBRAŽEVANJA  
SEMINARJI**

vodenje procesa večje ČN  
problematika malih ČN

individualna izobraževanja  
seminarji tujih strokovnjakov

T: +386 (0)1 724 65 00  
F: +386 (0)1 722 04 90  
E: [info@ccn-domzale.si](mailto:info@ccn-domzale.si)  
W: [www.ccn-domzale.si](http://www.ccn-domzale.si)  
A: Študljanska 91,  
1230 Domžale, Slovenija

# Pure O<sub>2</sub> application for the Ajdovščina WWTP upgrading

Pier Luigi Radavelli, Alessia Tomasoni, Vanalli Matteo, Barbara Štravs, Emanuel Penko

## Abstract

The use of pure oxygen is a well-known and consolidated approach to upgrade the treatment capacity of existing biological basins. This article showcases how the municipality of Ajdovščina handled seasonal organic loads through the use of pure oxygen. The article illustrates details on the design, installation and commissioning processes and the discharge composition trends in the first period of operation. These data showcase how pure O<sub>2</sub> application represents a convenient way to upgrade WWTP capacity while maintaining existing structures. This approach leads to lower operating costs and lower overall emissions of substances impacting the environmental matrices.

**Keywords:** Ajdovščina, MIXFLO® system, pure oxygen, seasonal organic load peaks, WWTP upgrading.

**Pier Luigi Radavelli, Alessia Tomasoni, Vanalli Matteo**, SIAD Spa,  
Application Development Office

**Barbara Štravs**, Komunalno stanovanjska družba d.o.o. Ajdovščina,  
Waste water treatment plant manager

**Emanuel Penko**, Istrabenz Plini d.o.o., Application Engineer



# 1. Introduction

Sewage water load may change during the year due to seasonal increases in the number of inhabitants or to an higher industrial production. These phenomena generate load peaks that the wastewater treatment plant must manage to be compliant with discharge limits.

The municipal Central wastewater treatment plant of Ajdovščina (CČNA) in Slovenia faced this problem because of load peaks and worn-out equipment as further detailed in chapter 2.

The CČNA considered different solutions to upgrade the treatment capacity of the plant as fast as possible. The chosen approach was to implement pure oxygen in the first section of the aerobic treatment.

## 1.1 Pure oxygen in WWTP [1,2]

Pure oxygen application in WWTPs is a well-known and consolidated approach to upgrade the treatment capacity of existing biological basins, while minimizing the environmental impact of the plant.

Indeed, in pure O<sub>2</sub> operated WWTP dissolved oxygen (D.O.) is no more a limiting factor to the biological purification treatment. Working with high D.O. leads to several beneficial effects not only on the final effluent quality but also on the biomass and to the overall process such as:

- ✔ Improved settleability of sludge;
- ✔ Reduced excess sludge production;
- ✔ Limited aerosol formation

Moreover, pure oxygen allows for maintaining sufficient levels of D.O. even during load peaks.

Since the beginning of 80's plants have been developed to dissolve pure O<sub>2</sub> in existing open activated sludge basins. Nowadays, this technology is still applied in thousands of plants around the world.

Pure oxygen is typically used to:

- ✔ Upgrade overloaded plants;
- ✔ Treat high COD concentration waste water;
- ✔ Cope with strong inlet load variations.

# 2. Ajdovščina waste water treatment plant

## 2.1 Description of the plant

The municipal Central wastewater treatment plant of Ajdovščina (ČCNA) is a flow mechanical biological treatment plant with denitrification and anaerobic stabilisation of sludge as well as biogas production. Its capacity is 42,000 PE. The ČCNA can receive up to 2,5 million cubic metres of wastewater per year.

The plant was built in 1981 for 24,000 PE and underwent reconstruction to accommodate 42,000 PE in 1999–2004.

The wastewater treatment is carried out in three stages. First, there is the mechanical stage with screens, grease and sand traps and primary clarifiers. This is followed by the biological stage which includes denitrification and aerobic treatment with active sludge, during which carbon, nitrogen and phosphorus compounds are removed. Aerobic treatment is operated in two parallel lines, each divided into two stages (pre-oxidation and nitrification).

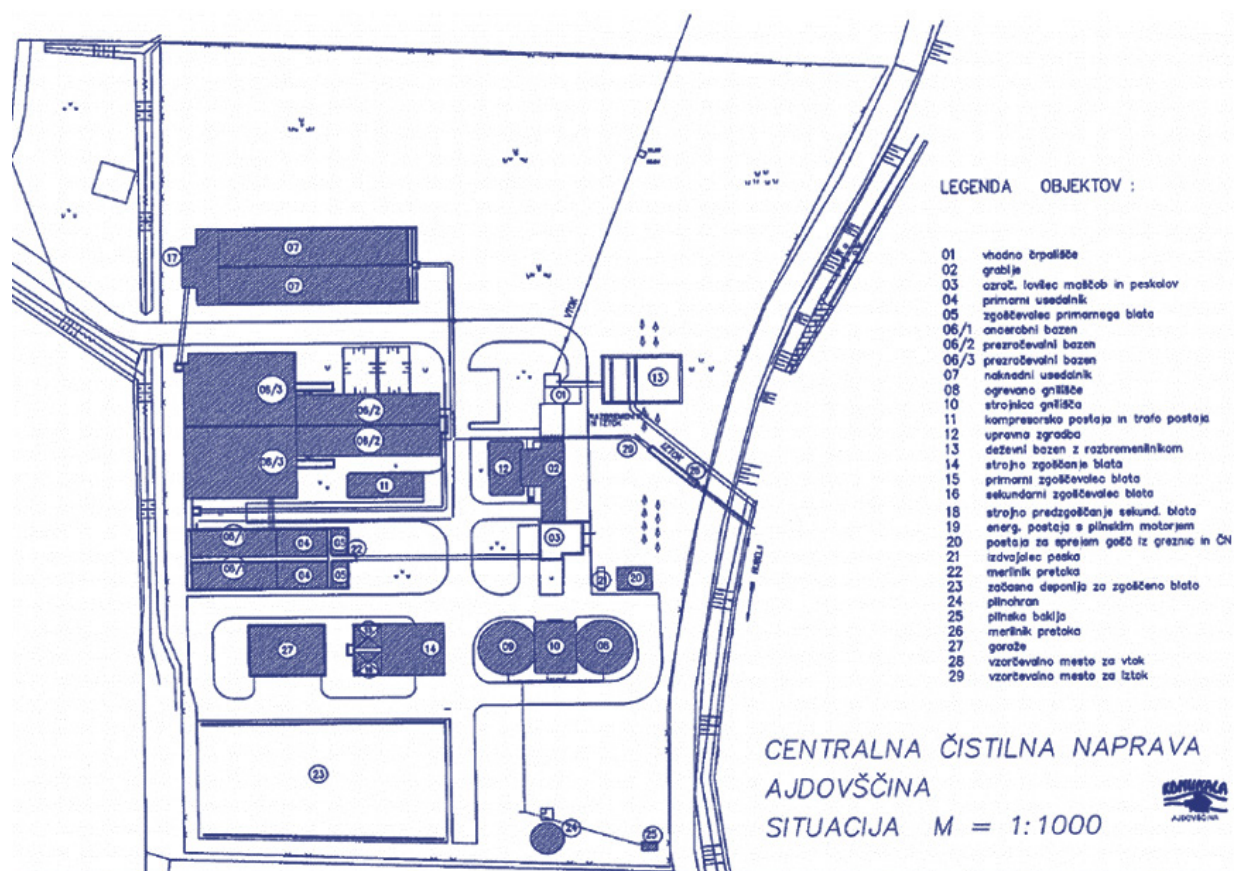


Fig. 1 Ajdovščina WWTP planimetry.

Air is provided through compressors and dissolved by diffusers. No precipitation is required for phosphorus removal. The third stage involves the anaerobic biological digestion, during which sludge is converted into biogas and digested sludge.

The CČNA receives domestic wastewater from the city of Ajdovščina and surrounding villages as well as industrial wastewater from various industrial sources such as the dairy industry (production of ice cream), textile industry, fruit juice production, a biotechnology company, bakery (bread, pasta and pastries production), car washes, etc.

Additionally, the CČNA also accepts liquid waste such as septic tanks sludges and sludges from small wastewater treatment plants in the municipalities of Ajdovščina and Vipava.

However, only approximately 30% of the load at CČNA is domestic wastewater.

## Sources of load CČNA

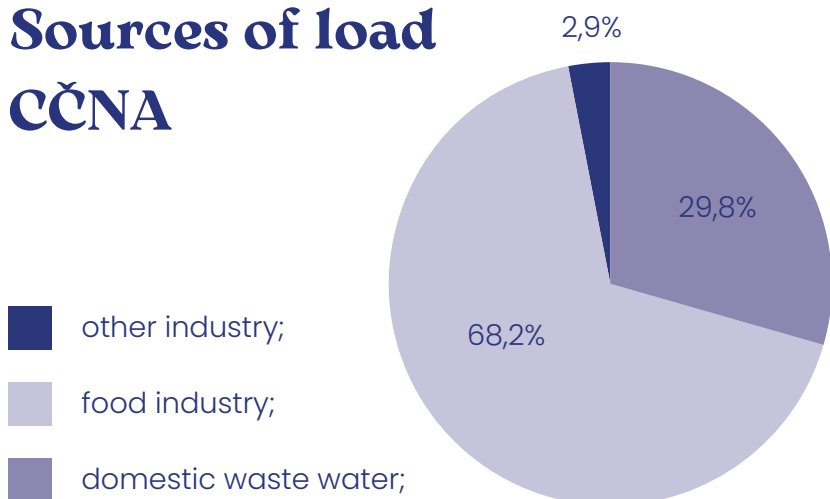


Fig. 2 Load sources to Ajdovščina WWTP.

## Inflow CČNA (m<sup>3</sup>)

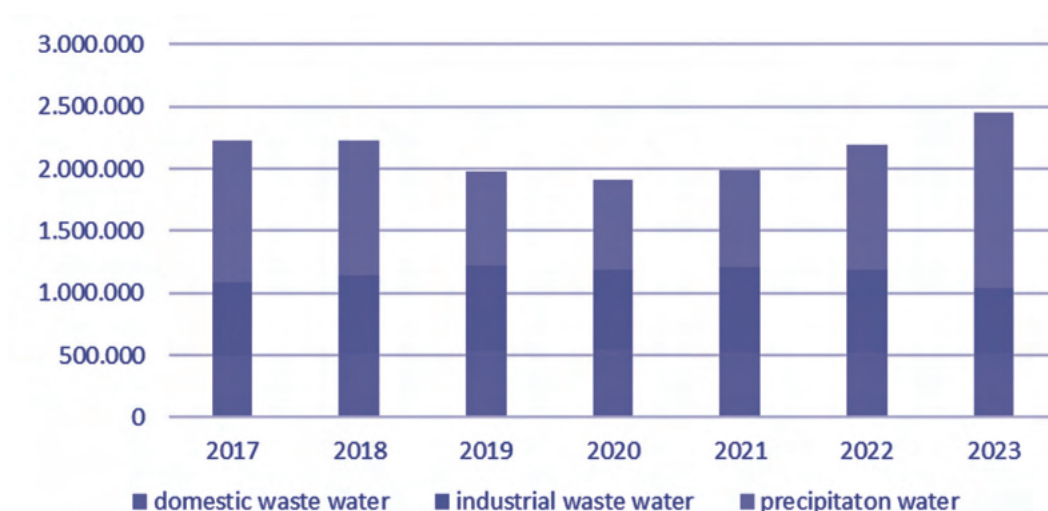


Fig. 3 Inlet load at Ajdovščina WWTP.



## 2.2 Problems of the plant

In the last years the amount of wastewater from industry has been growing, consequently increasing COD (Chemical Oxygen Demand) loads as well.

During spring and summer, the period of maximum production of the industry, the average daily loads exceed 50,000 PE, with maximum loads exceeding 100,000 PE. Due to overloads and worn out equipment, major difficulties arose in the operation and the depurative processes of the facility, reaching the peak in the spring of 2022. The most significant problem was the large amounts of sludge produced in the wastewater treatment process. The existing equipment was not powerful enough to remove all the excess sludge from the system.

During the biological stage, sludge concentration increased and the blowers could not provide enough oxygen in the system. Consequently problems arose in the secondary-settlement tanks in separating treated water from activated sludge. Occasionally, excess sludge, along with treated water, flowed into the outlet in the river Hubelj.

Due to these issues, Environment and Energy Inspectorate, following an inspection control in September 2022, mandated the preparation of a program of measures to ensure the appropriate quality of effluent from the CČNA. One of the necessary measures was to ensure enough oxygen in the biological purification phase. Building an additional aeration basin was a straightforward solution but it would have required some years to be realized. Among all the existing technologies that were evaluated, pure oxygen application resulted being the best approach to solve the CČNA problems. A public tender was announced at the end of October 2022 for the building of a pure oxygen dissolution system.

# 3. MIXFLO® system application at Ajdovščina waste water treatment plant

## 3.1 The MIXFLO® system

The solution that proved to be the most effective was the installation of two MIXFLO® systems. The MIXFLO® system was developed and patented at the beginning of 80's by SIAD, an Italian company active in production and trading of industrial gases. The goal was to dissolve high purity oxygen in open basins of every shape and depth. The MIXFLO® system permits high oxygen transfer efficiency with an energetic consumption generally comprised between 0,25 and 0,4 kWh kgO<sub>2</sub><sup>-1</sup> transferred (typical values for air systems are in the range 0,8 ÷ 1 kWh kgO<sub>2</sub><sup>-1</sup>), depending on the waste water characteristics, the basin geometry and the mixing requirements.

Fig. 3 shows the general layout of the system. The centrifugal pump recirculate and pressurizes part of the mixed liquor in the basin. Oxygen is injected in the pump delivery pipe, named as »tubular oxygenator« since it is properly designed to dissolve oxygen in the mixed liquor.

The »tubular oxygenator« works according to Henry's law: the pressure in the pipe together with the use of high purity O<sub>2</sub> permits to increase the saturation value of dissolved oxygen up to 120 – 150 mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>.

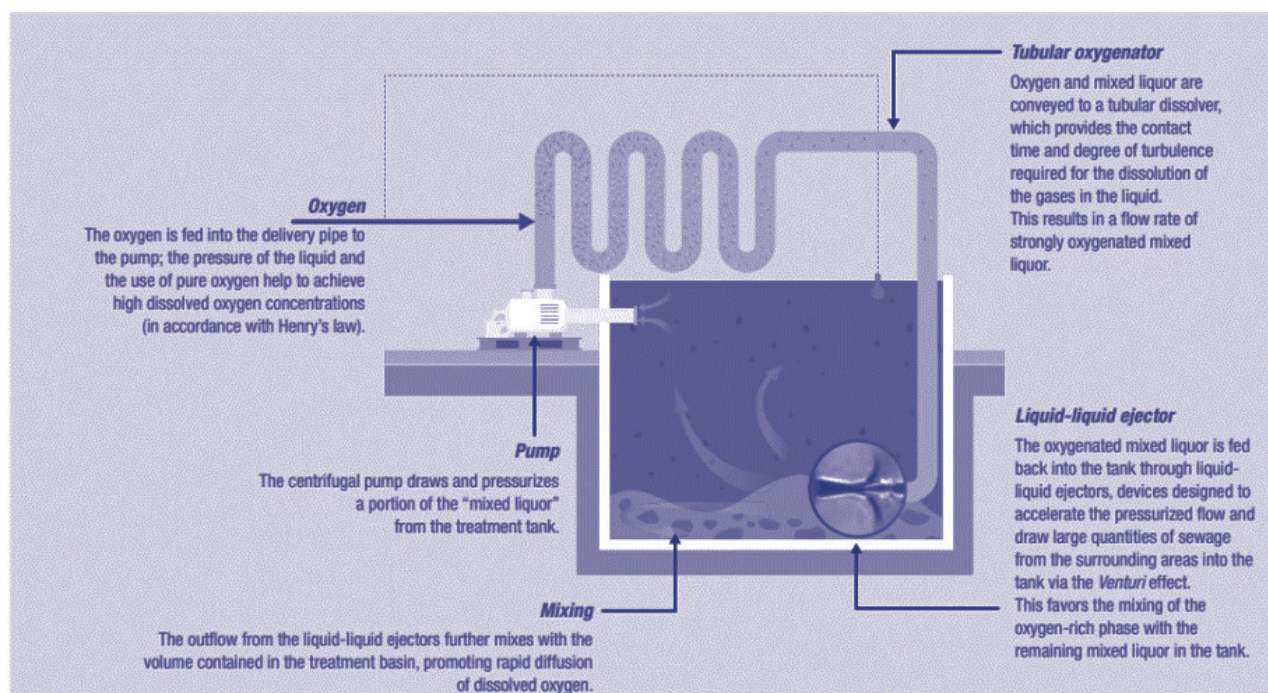


Fig. 4 MIXFLO® system lay-out.

The high D.O. concentration flowrate is then reinjected in the oxidation basin via liquid-liquid ejectors, thus promoting the mixing of such flow with the other activated sludge in the basin. In this way it is possible to obtain both mixed liquor oxygenation and sludge suspension. The oxygen injection can be regulated based on actual values of D.O. in the basins by continuous monitoring and an automatic valve.

The MIXFLO® system is an extremely flexible solution since it can be designed according to any basins shape.

## 3.2 MIXFLO® system design

The pure oxygen system was designed according to the expected influent peak loads during spring and summer (80.000 PE to the aeration basin).

The MIXFLO® system has been preferred with respect to other devices because of the high oxygen transfer efficiency despite the low water height in the tanks (2,4 m).

Due to the characteristics of the plant, it was decided to operate with pure oxygen the two basins of first biological oxidation stage, installing a MIXFLO® system dedicated to each pool.

Every system consists in a 22 kW external centrifugal pump, a stainless steel tubular oxygenator and 4 liquid/liquid ejectors.

The nominal maximum oxygen dissolution capacity of each MIXFLO® system is 60 kgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>.

The second stage basins continued to work with air as during normal operation.

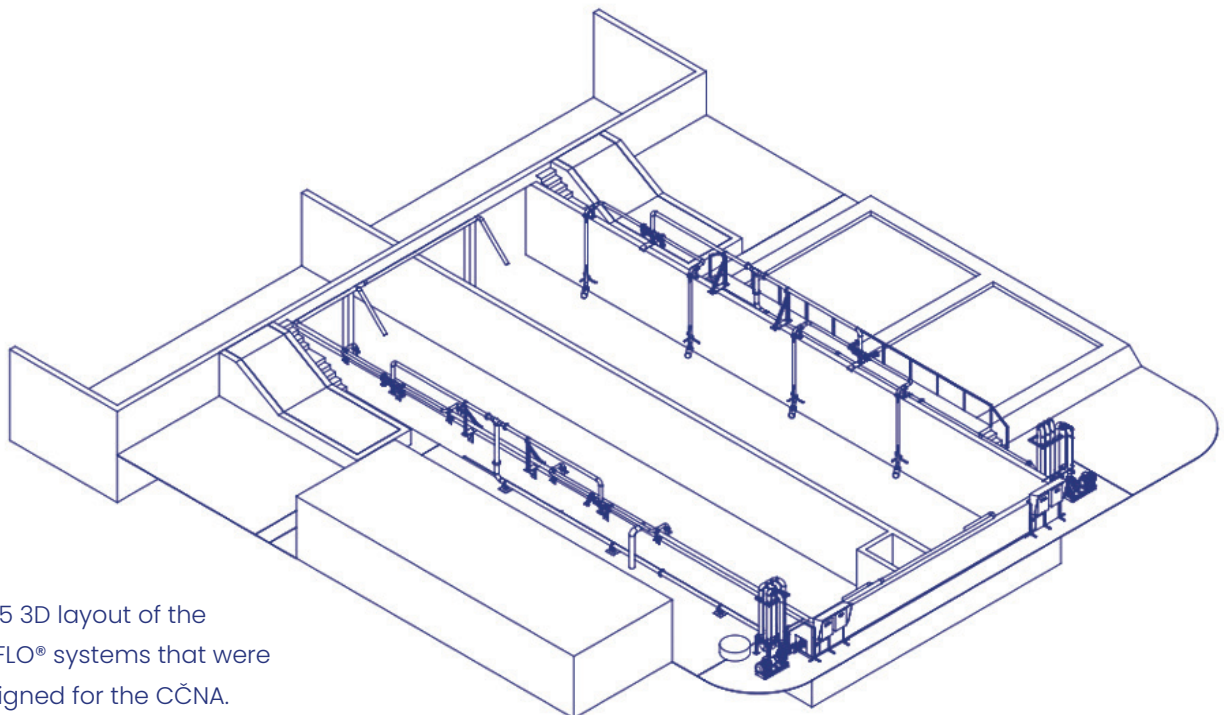


Fig. 5 3D layout of the MIXFLO® systems that were designed for the CČNA.

The oxygen is stored under refrigerated liquid form in a cryogenic tank of approx 20000 L capacity (Fig. 6). The liquid oxygen is evaporated in atmospheric gasificator and then sent to the oxygen control panels where it is possible to regulate the istantaneous flow rates fed to the MIXFLO® systems.

### 3.3 MIXFLO® system installation

The MIXFLO® systems installation was programmed in order to reduce as much as possible the impact on the WWTP operativity. The main challenge was to empty both basins. This operation was required to drill an hole for the pump suction pipe in the concrete wall of each basins. Moreover, the empty basins allowed to positionate the ejectors on the bottom of the tanks. The works were optimized by emptying one basin per time, installing the ejectors and the suction pipe, refilling the basin and then installing the tubular dissolver and the other structures outside. In this way, each of the two first stage oxidation basin remained empty less than two days. The second oxidation stages were maintained at full operation. The installation activity started on the last week of May and the systems were in full operation by the half of June.



Fig. 6 Cryogenic liquid oxygen storage tank (on the left) and MIXFLO® systems.



Fig. 7 Detail of one of the installed MIXFLO® system: pump, tubular oxygenator and control panels.

### 3.4 First operation period results

This chapter shows the trends of TSS and COD in the effluent and D.O. in the inter-ested acreation tanks during the first operation period. In this period, the MIXFLO® systems operated continuously from the half of June to the half of August; then they were

switched off because of the lowering of the inlet load because of some industry closing for vacation from the end of July. They were reactivated during the first two weeks of October due to a sudden anomalous industrial discharge at the end of September. Grey areas in Fig. 8 and Fig. 9 show the period in which the MIXFLO® systems were employed.

Fig. 8 shows the trends of D.O. in the first stages of the aerobic treatment. Before the start-up of the MIXFLO® systems, the plant could not maintain sufficient D.O. levels as shown by Fig. 8. Once pure oxygen operation started, it was possible to reach rapidly higher D.O. values. A similar trend can be noticed at the beginning of October, when the MIXFLO® systems were restarted to cope with a sudden and anomalous industrial discharge. It can be noticed that dissolved oxygen values were, on the average, higher when using pure oxygen during high inlet load periods.

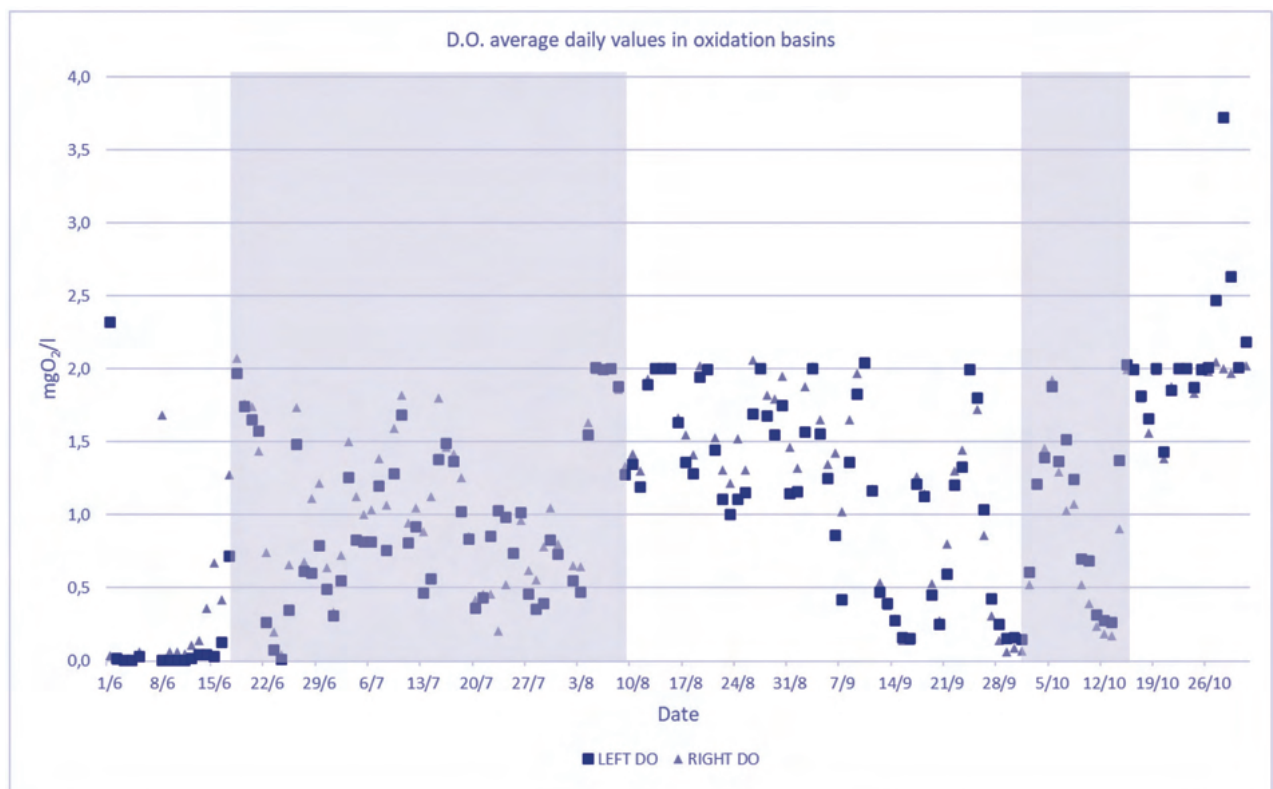


Fig. 8 D.O. concentration trends in the first stages of the aerobic treatment.

Fig. 9 shows the evolution of the outlet concentration of TSS (on the left) and COD (on the right). Since the start-up of the MIXFLO® systems, the plant was able to comply with the limit (represented by the dotted line in the graph) at the discharge both for COD and TSS.

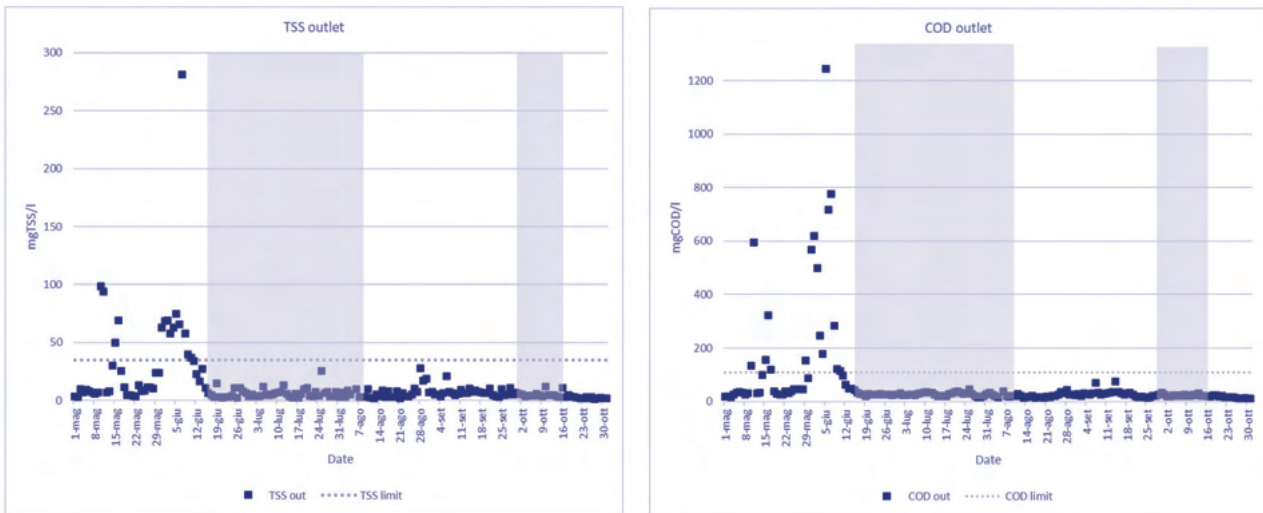


Fig. 9 Concentration trends of TSS (on the left) and COD (on the right) in the effluent.

The sudden anomalous discharge at the end of September mainly affected  $N-NH_4$  concentration, leading to a peak of this pollutant as shown by Fig. 10. The use of pure oxygen (shown as the light grey area in the figure) allowed to lower the  $N-NH_4$  levels under the discharge limit in a couple of days.

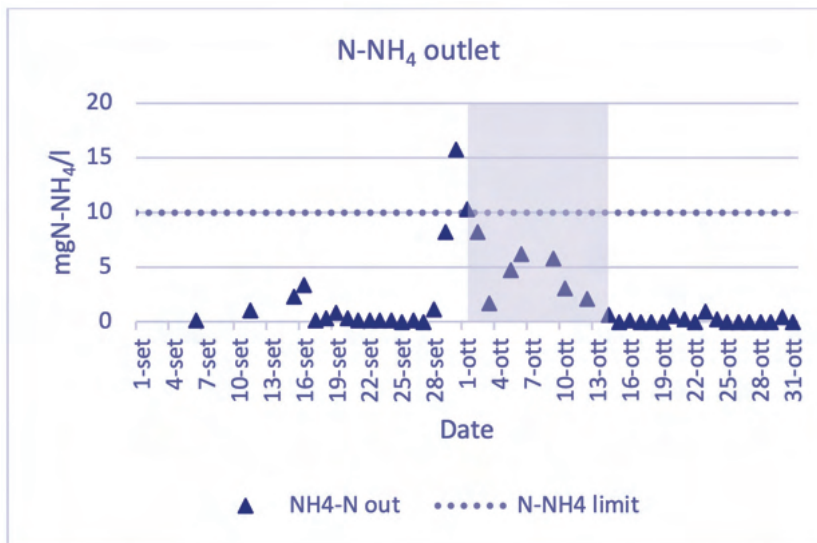


Fig. 10  $N-NH_4$  concentration trends during the months of September and October 2023.

### 3.5 Effect on sludge quality

After introduction of pure oxygen, an improvement in sludge structure was observed, with increasing in the presence of organisms and in settling characteristics. The SVI (Sludge Volume Index) value were collected weekly for »left« and »right« basins during periods with and without  $O_2$  dosage. The average value of the periods without pure  $O_2$  dosage were 183 and 193 mL/g for left and right basin respectively, while they were 176 and 178 mL/g for the period when MIXFLO® systems were working.

# 4. Conclusions

The application of the pure oxygen MIXFLO® system at Ajdovščina treatment plant consented to overcome the period of high inlet load respecting the law limits at the discharge, according to the corrective plan issued by Environment and Energy Inspectorate. These results (including TSS control at discharge, that was a main issue in 2022) were achieved without building new basins and in significantly faster times than conventional plant upgrading strategies. Moreover, the use of pure oxygen enabled fast recovery from unexpected industrial load peaks, as for the ammonia peak at discharge during the end of September.

## References

1. Budd. W. E. and Lambeth, G. F., 1956. High purity oxygen in biological sewage treatment. Vol. 1 Aerobic oxidation, Reinhold Publishing Corp. New York.
2. Mc Whirter J., 1978. The use of high purity oxygen in the activated sludge process. Vol. I, CRC Press , New York.



INDUSTRIJSKE  
ČISTILNE  
NAPRAVE

- ▶▶▶ Za male obrti (1 m<sup>3</sup>/dan) do velikih industrijskih obratov (več 100 m<sup>3</sup>/dan).

Izdelane po meri naročnika

Različne kombinacije fizikalno - kemijskega in biološkega čiščenja odpadne vode (nevtralizacija, egalizacija z zračenjem, flotacija, flotacija z ozonom, elektrokoagulacija, ultrafiltracija, ozonacija, dezinfekcija bolnišničnih odpadnih voda, strojno zgoščanje, biološko čiščenje).

**Možne aplikacije:** PREHRAMBNA INDUSTRIJA | MLEKO IN MLEČNI IZDELKI | OBDELAVA ODPADKOV | KOVINSKA INDUSTRIJA | AVTOPRALNICE | KEMIČNA INDUSTRIJA IN DETERGENTI | TEKSTILNA INDUSTRIJA | LES IN LESNI IZDELKI | BARVE IN LAKI | BOLNIŠNICE IN ZDRAVSTVENE USTANOVE.



- ▶▶▶ F3m Levstek d. o. o.  
Podgorica 86  
1230 Ljubljana - Črnuče



KOMUNALNE  
ČISTILNE NAPRAVE  
HiPAF

od 10 do 3000 PE

Standardna izvedba ali izdelana po meri naročnika

- ▶▶▶ Biološko čiščenje z MBBR SAF tehnologijo po SIST EN 12255-7, skladnost (do 50 PE) po SIST EN 12566-3. Različne kombinacije čiščenja (odstranjevanje organske obremenitve, nitrifikacija, denitrifikacija, kemijsko obarjanje fosforja, mikro sita, dezinfekcija).

**Možne aplikacije:** INDIVIDUALNE HIŠE | SKUPEK HIŠ | VEČJA NASELJA | HOTELI | DOMOVI STAREJŠIH OBČANOV | KAMPI.





# The all-in-one product for **CLEAN WATER.**

Welcome to the future of wastewater treatment. We are setting new standards for clean water with our all-in-one product – **DONAU PAC® AQUACLEAR.**

The particular strength of **DONAU PAC® AQUACLEAR** lies in its ability to remove micropollutants (e.g. pharmaceuticals, cosmetics, pesticides and other chemicals) and chemical phosphate precipitation - all without the need for any additional equipment or structural changes. This pioneering technology delivers maximum efficiency for a very low investment and with fully transparent operating costs.

## Your product for **QUATERNARY TREATMENT!**

The incredible performance of **DONAU PAC® AQUACLEAR** has been scientifically tested and confirmed by renowned, independent institutions such as the Vienna University of Technology. **DONAU PAC® AQUACLEAR** has been in use in facilities with great success since 2021.



**-70%**  
Hormone Toxicity

**-80%**  
Micropollutants

**-99%**  
Investment  
Costs

DONAU PAC® **PURE**  
**AQUACLEAR**  
FUTURE

FOR A  
BRIGHT  
TOMORROW.



[www.dcwatertech.com/aquaclear](http://www.dcwatertech.com/aquaclear)

**ACT NOW!**

Act now and be prepared for quaternary treatment! Get in touch and find out more about **DONAU PAC® AQUACLEAR.**

# Vzroki za upadanje populacij in lokalno izumiranje vrst v celinskih vodah Slovenije

Marijan Govedič

## Povzetek

V Sloveniji je bilo zabeleženih več kot 3300 ogroženih vrst, kar je slabih 10 % vseh vrst. Uničenje življenjskega prostora je glavni razlog za (lokalno) izumiranje vrst v celinskih vodah ter na vodna življenjska okolja vezanih rastlinskih in živalskih vrst. V zadnjih 200 letih so razvejane struge naših rek spremenili v monotono korito. Izginile so stranske struge in večina prodišč, uravnani so bili izlivni deli manjših pritokov. Večino vodnih življenjskih okolij smo delno spremenili in so pod stalnim vplivom različnih dejavnosti, zato so populacije v njih bolj ranljive, kot bi bile v večjih naravnih sistemih. Vrste, vezane na vodna okolja, pa so kolonizirale tudi sekundarne habitate, kot so ribniki in gramoznice. Danes imamo v sistem varstva narave vključene tako primarne habitate, ki so pod vplivom dejavnosti človeka, kot sekundarne habitate. Obe skupini pa sta tudi lahko predmet bodoče obnove narave.

**Ključne besede:** biodiverziteteta, celinske vode, izumiranje, obnova narave.



## Abstract

More than 3,200 endangered species have been recorded in Slovenia, which represents just under 10% of all species in Slovenia. Habitat destruction is the main reason for the (local) extinction of plant and animal species in freshwater habitats. In the last 200 years, the braided rivers have been turned into a monotonous riverbed. The side beds, most of the gravel beds, have disappeared, and the outlet sections of tributaries have been leveled. Most freshwater habitats have been partially modified and are under the constant influence of various activities, which is why the populations in them are more vulnerable than they would be in larger natural systems. Species associated with aquatic environments have also colonized secondary habitats, such as fishponds and gravel pits. Today, the nature protection includes both primary habitats affected by human activity and secondary habitats. Both groups can also be the subject of future The Nature Restoration Law.

**Keywords:** biodiversity, extinction, freshwater, The Nature Restoration Law.

# 1. Uvod

V zadnjem stoletju zaradi degradacije, izgube ali drobljenja (fragmentacije) habitata upada številčnost mnogih vrst vodnih okolij. Rekam smo odvzeli naravno dinamiko pretokov in z gradnjo pregrad močno spremenili naravno premikanje rečnega materiala. Večino rek smo zožili in skrajšali z ravnanjem meandrov, ob njih zgradili ceste, poplavno ravnico pa namenili kmetijstvu ali pozidavi za bivališča in industrijsko dejavnost. Da bi slednje zaščitili pred poplavami, pa sočasno utrjujemo še brežine rek. Na majhnih strmih pritokih smo zgradili prodne zadrževalnike. Ker smo uspešno zaustavili dotok proda in preprečili bočno erozijo, pa gradimo pragove in manjše jezove, da preprečimo talno erozijo oziroma poglobljanje. Zgrajeni jez za namene pridobivanja hidroenergije je na koncu le najbolj očitna in pogosto končna sprememba reke.

V Sloveniji je bilo zabeleženih več kot 3300 ogroženih vrst, kar je slabih 10 % vseh vrst. Ogrožena vrsta je tista, katere obstoj je v nevarnosti in ki je kot taka opredeljena na Rdečem seznamu ogroženih rastlinskih ali živalskih vrst. Več kot 500 vrst je opredeljenih kot prizadetih (kategorija E). To so tiste vrste, »katerih obstanek na območju RS ni verjeten, če bodo dejavniki ogrožanja delovali še naprej«. Vendar za večino vrst ne poznamo vseh dejavnikov ogrožanja in jih tudi ne znamo razvrstiti po pomenu.

Uničenje življenjskega prostora je glavni razlog za (lokalno) izumiranje vrst v celinskih vodah ter na vodna življenjska okolja vezanih rastlinskih in živalskih vrst. Drugi razlogi so še onesnaženja, zastrupitve in prelov. Posegi, kot so zasipanje, pozidava ali izsušitev, so nam vsem vidni in vodijo v neposredno uničenje življenjskega okolja. Pri vodnih okoljih pa po navadi ne zaznamo posrednega uničenja oziroma spreminjanja življenjskega prostora vrst, saj na vodna okolja prepogosto gledamo le z vidika količine vode.

Reka, potok, mrtvica, mlaka in prodišče so različna življenjska okolja (biotopi), ki skupaj s specifično življenjsko združbo predstavljajo različne ekosisteme. Vsaka vrsta potrebuje primerne, pogosto pa tudi različne pogoje za življenje čez celoten življenjski cikel. Pri vodnih in obvodnih živalskih vrstah se ti pogoji zelo razlikujejo v življenjskem krogu. Drstni habitat rib, njihovih mladit ali odraslih rib je različen in pogosto prostorsko ločen. Ločena sta tudi prehranjevalni in prezimovalni habitat. Tako vsak potok ne more biti življenjski prostor potočnih rakov in tudi vse naše reke niso primeren življenjski prostor sulca (*Hucho hucho*) ali zvezdogleda (*Romanogobio uranoscopus*). Prav tako ni vsaka mrtvica primerna za ogroženega velikega pupka (*Triturus carnifex*) ali činkljo (*Misgurnus fossilis*) oziroma ni njihov življenjski prostor (habitat).

Ekosisteme lahko hitro razlikujemo po vrstni sestavi oziroma združbi. Vendar celotne združbe pogosto ne poznamo, zato se pri varstvu in ocenah pomena zanašamo na prisotne ključne in/ali indikatorske vrste. Izginotje ali zmanjšanje številčnosti ključne vrste (t. i. keystone species) v ekosistemu povzroči spremembe v razmerju med drugimi vrstami in posledično spremeni celotno združbo. Nekatere ključne vrste so hkrati ekološki inženirji. To so vrste, ki s svojo prisotnostjo vplivajo na količino virov ali na druge razmere v okolju in tako spreminjajo, vzdržujejo ali ustvarjajo nove biotope. Indikatorske vrste pogosto

bolje poznamo, z varstvom njihovega habitata pa hkrati varujemo tudi številne druge vrste.

Trenutno nimamo relevantnih podatkov o tem, koliko ogroženih vrst je v Sloveniji že izumrlo. O njihovi prisotnosti pričajo stari pisni viri in shranjeni primerki v muzejih. Zanesljivo pa je izumrlo več vrst, kot jih je na Rdečem seznamu formalno opredeljenih kot izumrlih. Številne vrste, ki še niso izumrle, najdemo le v sekundarnih življenjskih prostorih. Pri vodnih vrstah so to najpogosteje ribniki in gramoznice, ki so mrtvicam najbolj podobna življenjska okolja. Izginjanje in spreminjanje življenjskih okolij, ki vodi v spremembe življenjskega prostora, je vseevropski problem, vendar s slabo politično voljo, saj je Uredba (zakon) o obnovi narave v procesu sprejemanja že več let. Pa vemo, kje bo imela obnova narave največji učinek?

## 2. Industrijska doba, poselitev in velike regulacije

Podatkov o prisotnosti vrst izpred 100–200 let na ozemlju Slovenije je precej. Razpršeni so v različnih monografijah in revijah, saj so v Sloveniji nekoč živeli in raziskovali številni naravoslovci. Vsi ti podatki pa niso zbrani na enem mestu, da bi jih lahko preprosto analizirali. Druga težava je odsotnost današnjih raziskav, katerih rezultate bi lahko primerjali z nekdanjimi. Zaradi pomanjkanja starih podatkov ne poznamo nekdanje razširjenosti vrst, prav tako pa zaradi pomanjkanja novih podatkov ne poznamo sedanje razširjenosti večine naših vrst. Zato je interpretacija primerjave starih in novih podatkov zelo kompleksna.

Iz starega kartografskega gradiva lahko precej izvemo o nekdanjem življenjskem okolju na nekem območju. Najstarejši kartografski podatki iz Slovenije segajo v čas Marije Terezije (1717–1780), ko je med letoma 1748 in 1756 nastal prvi kataster. Najprej je nastal t. i. terezijanski kataster (1748–1756). Jožefinski kataster, ki je bil dejansko izmerjen na terenu, pa so izdelali v letih 1763–1787 za časa vladavine Jožefa II (1741–1790). Pozneje so Francozi v dvajsetih letih devetnajstega stoletja na novo izdelali franciscejski kataster.

Naraščanje človeške populacije je vodilo v posege in dejavnosti, zaradi katerih so se spreminjala in izginjala življenjska okolja. Življenjski prostor vrst se je s tem manjšal. Nekaterim celo tako drastično, da so izumrle, nekatere pa so se lahko umikale v sekundarna okolja, ki so prav tako nastajala s človekovimi posegi. V srednjem veku so začeli graditi ribnike. Sprva so služili kot »shramba« za ribe, pozneje pa tudi za vzrejo rib. Te ribnike pa so hitro kolonizirale tudi druge, danes ogrožene vrste (vodne rastline, dvoživke, vodne žuželke ...), ki so iz primarnih habitatov skoraj izginile. Danes ima v Sloveniji več kot 30 območij ribnikov status naravne vrednote zaradi prisotnosti ogroženih vrst. Nekateri izmed njih so opredeljeni tudi kot območja Natura 2000.

Ob večini naših rek so začeli za potrebe gradnje odvezemati prod in pesek. Sprva so ga odvezemali iz prodišč, pozneje pa iz zaledja. Izkop je za sabo pustil različno globoke bazene, v katerih so nastala mrtvicam podobna življenjska okolja. Tudi te so naselile številne vrste, katerim je primarni habitat izginjal. Številne vrste iz nekdanjih mrtvic in rečnih zatokov ob Dravi, Savi in Muri danes najdemo ravno v opuščeni gramoznicah. Najbolj znane so sicer mrtvice ob Muri, z vidika varstva pa so (bile) precej spregledane mrtvice Save, Sotle, Vipave, Drave in Soče.

Bregovi rek in prodišča se nenehno silovito preoblikujejo. Reka najbolj prestavlja prod v času visokih pretokov. Obstoječa prodišča delno zasuje, delno odnese ali pa kar v celoti prestavi. Rečna mreža se prestavlja. To pa ni v skladu s človekovo željo po urejanju. Tako smo v zadnjih 200 letih razvejane struge naših rek spremenili v monotona korita. Izginili so stranske struge in večina prodišč, uravnani so bili izlivni deli manjših pritokov. Tako nova prodišča ne nastajajo več, stara pa se zaraščajo z lesnimi vrstami. Ob alpskih rekah pionirske vrste izpodriva vegetacija, ki je bolj značilna za nižinske reke. Vedno večji problem so tudi invazivne tujerodne vrste. Vrste, ki so primarno živele na visokih prodiščih, so večinoma izumrle. Mednje spadata grmovni vrsti nemški strojevec (*Myricaria germanica*) in rakitovec (*Hippophae rhamnoides*). V Sloveniji je tako danes območje nemškega strojevca iz vsaj sto kilometrov dolgega pasu obrečnega pasu skrčeno na kratek odsek reke Soče pri Bovcu.

V Sloveniji so v 19. stoletju in v prvi polovici 20. stoletja ob mnogih rekah in potokih delovali številni mlini in žage. Ti objekti so za pogon izkoriščali potencialno energijo vode. Za ta namen so zgradili različno visoke jezove in vzporedne struge – mlinščice. Nekateri so bile dolge le nekaj deset metrov, druge več kilometrov (npr. Letuška struga, Podvinska struga, Mlinščica skozi Dol pri Ljubljani). Še posebej je bilo veliko manjših jezov na Kolpi, Savinji in Vipavi. Ti jezovi so skupaj z mlinščicami tvorili sistem, ki je del vode odvezel glavni strugi, ne da bi bila potrebna večja akumulacija v zaledju jezov.

Slovenija v gradnji večjih pregrad za HE ni zaostajala za drugimi državami. Habitat na vzvodni strani se je spremenil. Poleg prekinitve selitvenih poti jesetrov so bile prekinjene poti na drstišča nam najbolj znani podusti (*Chondrostoma nasus*). Na območju reke Save je bila nekoč sklenjena populacija podusti z vsakim novim zgrajenim jezem zmanjšana. Zmanjšani ali prekinjeni so bili tudi pretoki osebkov in s tem genov med novonastalimi (sub)populacijami. Ribolov podusti kot ene izmed mer za oceno velikosti populacije vrste je drastično upadel. Na območju spodnje Save je migracijo najprej prekinil jezik na NEK, dokončno pa HE Vrhovo, ki je poleg prekinitve selitvenih podusti iz reke Save v Savinjo v izlivnem delu Savinje potopila tudi eno največjih drstišč podusti na tem območju.

Med industrijsko revolucijo je bilo najbolj priročno speljati odpadne vode v reke. Od konca 15. stoletja so bili v reki Idrijci zabeleženi veliki pogini rib. Redno plavljenje lesa je povzročalo tudi masovno odnašanje rib. Po velikem požaru v rudniku živega srebra v Idriji leta 1803 je struga Idrijce ostala prazna zaradi spiranja zastrupljene vode. Vendar so ribe, vključno z jeguljo, Idrijco vedno znova naselile. Nesreče v rudniku in izpusti pa so vsakič nekaj let povzročili nov pogin rib. Zato je bila Idrijca najbolj onesnažena reka na Kranjskem. Iz zgodovinskih dogodkov tako vidimo, da se favna rib lahko obnovi, če le ni

ovir. Po postavitvi HE na Soči leta 1939 pa ni bilo več tako. Jegulje se v Idrijco niso mogle več vrniti. Masovni pogin rib se je zgodil tudi leta 1974 ob talnem izpustu iz HE Moste. Ribe so poginile vse do Tacna na razdalji 40 km. A so Savo ponovno naselile.

Kljub vsem zgodovinsko dokumentiranim poginom, preoblikovanim strugam in skrčenemu življenjskemu prostoru pa so številne ribe in druge vrste, vezane na vodna življenjska okolja, preživele do konca 20. stoletja. Verjetno v mnogo manjši številnosti kot nekoč, a še vedno v dovolj veliki za dolgoročni obstoj teh populacij. Zato smo leta 2004 v omrežje Natura 2000 vključili tudi nekoč regulirane reke in antropogena življenjska okolja, kot so ribniki, gramoznice in zadrževalniki, saj nam je le to ostalo. V nekoč reguliranih rekah so se ohranile pomembne populacije rib. Številni ribniki so bili dober približek mrtvic, v katerih so živele ogrožene vrste. Porečje Vipave še vedno premore ogrožene avtohtone vrste, edinstvene prav za to območje. V reki Vipavi in pritokih tako najdemo večino slovenske populacije primorske nežice (*Cobitis bilineata*), laškega piškurja (*Lampetra zanandreae*), mazenice (*Rutilus aula*) in primorske belice (*Alburnus arborella*). Zato je reka Vipava vključena v omrežje Natura 2000, saj drugje v Sloveniji teh vrst rib ni. Čeprav so na reki Dravi zgrajene hidroelektrarne, pa so populacije nekaterih vrst rib na državni ravni tako pomembne, da je bila tudi reka Drava med Mariborom in Središčem ob Dravi zanje predlagana kot območje Natura 2000 in bila v to evropsko ekološko omrežje varovanih območij tudi sprejeta. Podobno tudi Mura, Sava, Savinja, Kolpa in Idrijca. Pod prestolnico, v kateri živi slabih 300 tisoč prebivalcev, smo ohranili sulca. Nekoč pa je bil razširjen vse do Zagreba. V številnih potokih in rekah imamo potočne rake. Vračata se bober (*Castor fiber*) in vidra (*Lutra lutra*). Tudi močvirska sklednica je preživela, čeprav so jih pred 120 leti ponujali na ljubljanski tržnici. V naših vodah še vedno najdemo nekoč mnogo bolj pogostega navadnega škrčka (*Unio crassus*), potočne piškurje (*Eudontomyzon vladykovi*) in nežice, vrste, ki se zakopavajo v fini sediment. Navadni škrček je bil na začetku dvajsetega stoletja najpogostejša školjka v večjem delu Evrope. Živel je v tekočih in stoječih vodah. Na kvadratnem metru je lahko živel tudi več kot 700 školjk. Tudi v Sloveniji je bil pogost. Zato ne preseneča, da ima slovensko ime »navadni«.

Že 100 let stari zapisi navajajo, da številne vrste jesetrov v Dravi živijo le še od izliva v Donavo do izliva Mure. Že takrat so bile kečige (*Acipenser ruthenus*) pri Ptujju redke, pri Varaždinu pa še pogoste. Takrat je že druge vrste jesetrov zdesetkal prelov. Do kod so plavali historično, pa bo treba pregledati arhive ptujškega gradu. Struga Drave med Mariborom in Središčem ob Dravi zaradi manjšega pretoka tudi ni več življenjski prostor čepa (*Zingel zingel*) in smrkeža (*Gymnocephalus schraetser*), saj sta to ribi velikih rek. Gorvodno proti Dravogradu čep še živi. Populacija podusti v Dravi do izgradnje hidroelektrarn ni bistveno upadla, ne glede na izvajanje izlova tudi s takrat prepovedanimi metodami lova z mrežami ali lovom na drstičih v času drsti. Današnje populacije te pogoste vrste pa so, podobno kot mreke (*Barbus barbus*), le del(ček) nekdanje populacije, ki se je nekoč lahko nemoteno premikala po celi Dravi in pritokih. Podust spada med vrste rib, ki na drst potujejo tudi več kot sto kilometrov. V Dravi med Dravogradom in Mariborom so številne vrste tekočih voda zdesetkane, naselil pa se je ploščič (*Abramis brama*), ki ga tam brez pregrad ne bi bilo.

# 3. Življenjska okolja ostajajo, vrste pa še kar izginjajo

Večino vodnih življenjskih okolij smo delno spremenili in so pod stalnim vplivom različnih dejavnosti, zato so populacije v njih bolj ranljive, kot bi bile v večjih naravnih sistemih. Že manjši posegi v njih imajo zato lahko mnogo večje negativne učinke, kot bi jih imeli podobni posegi v večje sisteme.

Abiotskim pogojem za vrsto pravimo tudi fundamentalna niša. To je tisti razpon okoljskih dejavnikov, ki bi jih lahko vrsta izkoriščala/zasedala v primeru odsotnosti plenilcev (predatorjev) in konkurentov (kompetitorjev). Z upoštevanjem interakcij med vrstami pa dobimo nišo, v kateri vrsta dejansko živi, t. i. dejansko nišo. Vendar pa moramo v to enačbo vedno vključiti tudi človekove dejavnosti in vplive posegov. Zato so lahko dejanske niše vrst med na videz podobnimi življenjskimi okolji precej različne. Posledično so različne tudi posledice posegov. Enako velja za obnovo habitatov. Učinki podobnih posegov ne bodo enako uspešni tudi v na videz podobnih okoljih.

Za vodne vrste so pomembne lokalne abiotske razmere in vključujejo globino vode, hitrost vode, količino in koncentracijo kisika, temperaturni gradient, spremembe vzdolž toka, kompleksnost, različnost in stalnost mikrookolij. Vse razmere so sicer podvržene naravni dinamiki, nanje pa vpliva človek s posegi in dejavnostmi. Vpliva neposredno, še pogosteje pa posredno. V manjše in razdrobljene življenjske prostore imajo lahko že manjši posegi velik negativni vpliv. Fizične in kemijske spremembe imajo za posledico tudi biološke spremembe. Prevelike spremembe pa vodijo v (lokalno) izginotje vrste. Zato se v procesih umeščanja posegov in dejavnosti v prostor ves čas išče meja (še) sprejemljivega. Ta pa se spreminja zelo hitro. Zato se pogosto zgodi, da nekaj, kar je bilo še pred 20 leti dovoljeno, danes ni več. Večina vrst pa ne izgine takoj. Osebkki dolgoživih vrst lahko v manj primernih življenjskih okoljih živijo več let, preden dokončno izumrejo. Zato prisotnost posameznih osebkov še ne pomeni prisotnost vitalne in stabilne populacije.

Življenjske prostore spremenimo:

- s fizičnimi spremembami (utrjevanje brežin, gradnja pregrad, spremembe sedimenta, krajšanje struge, spreminjanje širine struge, odvzemi vode),
- s kemijskimi spremembami (onesnaževanje),
- z biološkimi spremembami (vnos tujerodnih vrst, spreminjanje naravnega razmerja med avtohtonimi vrstami, vnos bolezni).

Hitrost vode določa, kateri organizmi lahko živijo v določenih odsekih tekočih vod, in je odvisna od količine vode oziroma pretoka (ta pa od padavin) ter velikosti in strmca struge. Lokalno hitrost vode pogojuje lokalni substrat. Z uravnavo potokov tako dobimo uniformno plitvo strugo, v kateri večje ribe ne morejo preživeti. Lokalno se fini sedimenti ne morejo usedati, zato v takšnih potokih ne živijo več piškurji in nežice, ki se zakopavajo



v sediment. Vzvodno od pregrade se spremenita hitrost vode in sediment, življenjsko okolje pa postane bolj podobno stoječim kot tekočim vodam. V takšnih okoljih se vrstna sestava organizmov v celoti spremeni. Večja je pregrada, daljša je sprememba.

Fragmentacija je proces, v katerem večji in sklenjeni habitat preide v več izoliranih fragmentov z manjšo skupno površino, hkrati pa se povečuje robni učinek, ko sosednji habitat vpliva v globino osnovnega prek dejanskega fizičnega roba. Fragmentacija ima dva učinka, oba povzročata ali pospešujeta izumiranje: zmanjšanje prvotnega habitata prizadene učinkovito velikost populacije (i) in vpliva na disperzijo med fragmenti (ii).

V Soči in Vipavi je bilo za primorsko podust (*Protochondrostoma genei*) tekmovanje (kompeticija) za prostor, hrano in drstišča z naseljeno večjo in močnejšo donavsko podustjo neuspešno. Kaj pa v manjših pritokih? Upravičeno se lahko vprašamo, ali bi primorska podust preživela v manjših potokih, ki jih donavska podust danes ne pose-ljuje. Potoke v Vipavski dolini je uničil človek, saj so v spodnjih in srednjih odsekih v celoti regulirani in za življenje rib manj primerni. Vnos nove vrste tako verjetno ni edini razlog za dokončno izumrtje domorodne vrste, temveč tudi izguba habitata zaradi regulacij. Tako so bile na primer v potoku Vogršček pred izgradnjo zadrževalnika najbolj vitalne popu-lacije primorske podusti na Vipavskem, potem ko je bila donavska podust v reki Vipavi masovno prisotna že dve desetletji. Pisanci (*Phoxinus phoxinus*) in jezerske zlatovčice (*Salvelinus umbla*) so v naših gorskih jezerih popolnoma spremenili življenjske združbe. Vpliv sončnega ostriza (*Lepomis gibbosus*) na Bohinjsko jezero se bo še pokazal, vpliv školjke potujoče trikotničarke (*Dreissena polymorpha*) v Blejskem jezeru pa uspešno omejujejo potapljači z njenim rednim odstranjevanjem. Na vzhodni strani Slovenije pa danes v desetinah gramoznicah izginjajo vrste, ki so tam našle sekundarni habitat v zadnjih petdesetih letih. Zaradi vnosa domorodnih in tujerodnih rib ter vnašanja hranil za privabljanje rib se bodo združbe spremenile. V njih bodo ostale le pogoste vrste, po favni in flori pa si bodo gramoznice postale podobne. Tudi stoletna tradicija rabe ribnikov se spreminja.

Čeprav območje Soče od Bovca do Tolmina na turističnih razglednicah deluje, kot da je vse prepuščeno naravi, pa še zdaleč ni tako. Tudi na tem odseku se reka počasi pogloblja, še vedno pa se dogajajo vodnogospodarski posegi, kot so bočne utrditve in odvzemi proda. Počasni proces poglobljanja struge vodi v sušenje t. i. zalednih vod. Pestrost rek je konec koncev najbolj pogojena z ohranitvijo naravne rečne dinamike. Vsakoletno odstranjevanje debel zaradi ohranjanja plovnosti Soče prav tako onemo-goča tvorjenje velikih tolmunov in premikanje struge.

## 4. Segrevanje vode in odpornost ekosistemov

Temperatura vode je zelo pomemben okoljski dejavnik za vodne živali. Ribe in vodni nevretenčarji so hladnokrvne (poikilotermne) živali. To pomeni, da temperatura njihovega telesa sledi dnevnim in sezonskim nihanjem temperature okoliške vode. Nekatere vrste lahko živijo v velikem razponu temperatur, druge ne. Od temperature sta odvisna čas drsti ter hitrost razvoja in rast. Temperatura vode je v kritičnih razmerah za ribe mnogo bolj pomembna kot sam pretok, če ta seveda ne pade pod kritične vrednosti in je v potoku vode preprosto premalo. Fiziologija rib je namreč neločljivo povezana s temperaturo. Ribje vrste so se razvile tako, da obvladujejo specifične temperaturne in hidrološke režime ter ekološke niše. Tako lahko že sprememba temperature vode vodi v spremembe celotnih združb rib v nekem odseku. Splošni učinek dviga temperature zraka na ekosisteme celinskih vod je povišanje temperature vode, zmanjšanje količine raztopljenega kisika in povečanje toksičnosti različnih onesnaževal. Ob hkratnem zmanjšanju vodnih količin, še posebej v poletnem času, pa je dvig temperature vode še večji. Spremembe kakovosti in razpoložljivosti habitata vodijo v spremembe prehranjevalnih spletov in zamenjave ribjih vrst na določenem območju.

Pred izgradnjo hidroelektrarn so v Dravi kot največji plenilci kraljevali sulci. Še danes mu pravijo kralj voda. Drava je bila tako naša največja reka, v kateri so živeli sulci. Po izgradnji hidroelektrarn so drstišča med Dravogradom in Mariborom potopljena, med Mariborom in Središčem ob Dravi pa so še brzice, na katerih bi se lahko drstil sulec. Tudi pretok je večji kot v drugih rekah, v katerih še živi sulec. A je voda danes pretopla zaradi odvzema za HE in ohranjanja (pre)velikega prečnega profila in s tem površine vode glede na pretok. Tudi nekatere druge hladnoljubne vrste rib so iz Drave nizvodno od Maribora izginile, redke pa lokalno še vztrajajo. Izginil je blistavec (*Telestes souffia*), verjetno najbolj hladnoljubna vrsta iz družine krapovcev. Stari viri ga za Dravo pri Ptujju označujejo kot pogostega. Tudi historična razširjenost lipana (*Thymallus thymallus*) je drugačna od današnje.

Vipavska dolina je bila ena zadnjih dolin v Sloveniji, ki je bila podvržena regulacijam in melioracijam. V letih 1983 in 1984 je bila reka Vipava v dolžini 14 km od izvira do Kasovelj, z izjemo nekaj odsekov, v celoti regulirana. Pred tem so globoki tolmeni in bogata obrežna lesna vegetacija v poletnih dneh preprečevali preveliko segrevanje vode. Zato ne preseneča, da so bile v Prvačini, 20 km nizvodno od izvira, še leta 1970 zastopane postrvje vrste (25 %). Danes tam prevladujejo klasične, bolj toploljubne vrste. Vseh sprememb tako ne smemo pripisati zgolj spremembam kakovosti vode zaradi onesnaževanja.

Zaradi sprememb temperature vode se ribe vzdolž toka sicer po naravni poti premikajo že danes, ne zgolj na drst in prezimovanje. A reke so v današnjem času prepredene s številnimi ovirami, ki jih ribe ne morejo preprosto prečkati. Kot »ovire« pa ne smemo razumeti samo jezov in pregrad, temveč tudi čezmerno onesnažene odseke rek in tudi po več kilometrov dolge regulirane odseke, ki so v času nizkih pretokov preplitki

za selitve. Tako ribje steze in prehodnost ovir (drč in pragov) niso več pomembne zgolj v času pomladanske drstne selitve, ko so pretoki višji, temveč morajo biti prehodi funkcionalni tudi v času nižjih pretokov, da se lahko ribe po potrebi premaknejo v vzvodne hladnejše odseke. Potreba po premikih pa je običajno večja ravno v reguliranih in z ovirami prepređenih vodah, ki se hitreje segrevajo.

Povprečna temperatura zraka se je od leta 1960 povišala za okoli 2 °C. Kaj pa temperatura naših rek? V Sloveniji je vpliv segrevanja vode v rekah podcenjen, saj analize, ki temeljijo samo na povprečjih, ne zadoščajo za realne ocene vplivov na ribe. Ključni so omejujoči dejavniki, torej maksimalne poletne temperature, ki se v povprečju lahko hitro izgubijo. Pomemben je tudi čas trajanja skrajnih razmer, še posebej, ker poletne visoke temperature sovpadajo z nizkimi pretoki. Na primeru reke Save smo pokazali, da se temperatura vode dviga hitreje, kot bi pričakovali. Tolikšen dvig temperature Save nikakor ni naraven pojav, kot menijo mnogi, temveč Savo počasi »kuhamo« kar sami. Vzroki so zabrisani in razpršeni, a jih je treba čim prej izluščiti in se z njimi spopasti. Podnebne spremembe niso edini vzrok za dvig temperature vode, ni le višja sila, proti kateri se ni mogoče boriti. Treba se bo torej ukvarjati s celotnim prispevnim območjem, kajti ko pride do merilne table, je najpogosteje že prepozno.

## 5. Zaključki

Večina naših večjih rek ni prepuščena »naravi« oziroma niso »divjina«. Tega se moramo zavedati pri ocenjevanju vedno novih posegov. Vpliv nekdanjih, tudi več kot 100 let starih posegov še vedno traja in bo trajal tudi v prihodnosti. Prodni zadrževalniki na pritokih so in še vedno zaustavljajo dotok proda. Prečne ovire preprečujejo migracijo. Vplivi podobnih posegov pa imajo vedno večji vpliv, kot so ga imeli še pred nekaj leti.

Splošno in poenostavljeno sklepanje je zgolj pričakovanje, da se bodo na vodah vplivi podnebnih sprememb odrazili samo v dvigu temperature vode in vseh posledicah, ki jih prinese takšna sprememba. Poleg neposrednih vplivov nastanejo tudi posredni kot posledica interakcij prvih z drugimi prisotnimi obremenitvami vodnega okolja, kot so odvzemi vode, gradnja zadrževalnikov, obremenjenost vode s hranili in z organskimi snovmi. Prav zaradi kombinacije teh dejavnikov bo vpliv podnebnih sprememb zagotovo mnogo večji in že danes obremenjeni vodni ekosistemi bodo tako še pod hujšo obremenitvijo kot pa neobremenjeni. Regulirane reke in potoki so tako mnogo manj odporni proti podnebnim spremembam kot naravni sistemi.

Iz današnje razširjenosti vrst v sekundarnih habitatih lahko sklepamo na nekdanjo razširjenost v primarnih habitatih. Podatki o današnji in pretekli razširjenosti vrst so tako ključni za načrtovanje bodočih ukrepov obnove narave. Obnova se lahko izvaja na primarnih in sekundarnih življenjskih okoljih. Pri tem pa moramo imeti v mislih, da ne zadošča zgolj obnova življenjskih okolij, ki jih bodo naseljevale pogoste in neogrožene vrste. Uspešnost obnove bo treba meriti s prisotnostjo ogroženih in redkih vrst. Prednostni

seznam lokacij za obnovo in s tem porabo denarja je treba izdelati premišljeno, temeljiti pa mora na današnji in pretekli razširjenosti ogroženih vrst. Projekt LIFE NarciS vzpostavlja osnovno podatkovno infrastrukturo za načrtovanje, izvajanje spremljanje vseh ukrepov in druge odločitve v prostoru. Le kakovostni, ažurni, za obnovo narave pa tudi zgodovinski podatki na enem mestu nam bodo omogočili pravilne odločitve.

## Literatura in viri

1. Bizjak Govedič, T. in Govedič, M., 2018. Nemški strojevec – nekoč značilna rastlina naših prodišč danes raste le še ob Soči. *Trdoživ*, Ljubljana 7(2): 22–23.
2. Budihna, N., 1984. Ihtiološke raziskave reke Save od pregrade HE Moste do Kresnic. *Ichthyos*, Ljubljana 1: 18–25.
3. CKFF, 2024. Podatkovna zbirka Centra za kartografijo favne in flore.
4. Glowacki, J., 1885. Die Fische der Drau und ihres Gebietes. XVI. Jahresberichte des Steiermärk. Landsch. Untergymnasiums zu Pettau. Pettau. 18 pp.
5. Govedič M., Bizjak Govedič, T., Pajtnar, A. in Torkar, G., 2022. Great cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Subalpine Soča River system, Slovenia: the possible effect of avian predators in a sensitive biogeographic region for fish. *Ardea* 109(3): 395–415.
6. Govedič, M., 2017. Velike školjke celinskih voda Slovenije: razširjenost, ekologija, varstvo (Življenje okoli nas). Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 32 str.
7. Govedič, M., 2018. Kako s(m)o skuhalo reko Savo. *Ribič*, Ljubljana 77(9): 246–250.
8. Govedič, M., 2023. O dravskih ribah in njihovem življenjskem prostoru od Maribora do Središča ob Dravi. *Proteus*, Ljubljana 85(6/7/8/9): 295–304, 435.
9. Govedič, M., Presetnik, P. in Vinko, D., 2023. Koliko vrst živi v Sloveniji? Partnerstvo za varstvo narave. E-bilten projekta LIFE NarciS. ARSO, Ljubljana 2023/2(6): 40–42.
10. Govedič, M., Valič, P. in Podgornik, S., 2013. Ribe in piškurji. V: Pavšič, J. (ur.), Vipavska dolina, str. 187–195, Društvo Slovenska matica, Ljubljana.
11. Heckel, J. in Kner, R., 1858. Die Süßwasserfische der Österreichischen monarchie mit Rücksicht auf die Angränzenden Länder. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig. 388 str.
12. Juričić Čargo, D. in Žnidaršič Golec, L., 2007. Urbarji: na videz znano gradivo. V: Nared, A. (ur.), Razmere v arhivskih depojih/(Ne)znano v arhivskih fondih in zbirkah/Medarhivsko sodelovanje (zbornik referatov), 174–178, Arhivsko društvo Slovenije. Ljubljana.
13. Kryštufek, B., 1999. Osnove varstvene biologije. Tehniška založba, Ljubljana. 155 str.
14. Povž, M., 2005. Vpliv akumulacij in visokih pregrad na sladkovodne ribe. *Slovenski vodar*, Celje 16: 27–30.
15. Povž, M., Šumer, S. in Kerovec, M., 1997. The catch of sport fishing as an indicator of the state of nase populations (*Chondrostoma nasus*) in Slovenia. *Folia Zoologica* 46(Suppl. 1): 103–110.
16. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Uradni list RS, št. 82/02 in 42/10.
17. Torkar G. in Zwitter, Ž., 2015. Historical impacts of mercury mining and stocking of non-native fish on ichthyofauna in the Idrijca River Basin, Slovenia. *Aquatic Science* 77: 381–393.
18. Urbanič, G., Pavlin, M., Štupnikar, N. in Petkovska V., 2008. Vpliv podnebnih sprememb na uspešnost trajnostnega upravljanja z vodami. 19. Mišičev vodarski dan 2008, str. 1–7.

## Ekologija in Energetika

Z mislijo na naravo in človekovo okolje se pri GH Holdingu na področju ekologije in energetike ukvarjamo s celovitimi rešitvami varovanja okolja in pridobivanja okolju prijazne energije. S projektnimi rešitvami in izbranimi tehnologijami pokrivamo področje čiščenja odpadnih voda, predelavo in izkoriščanje odpadkov ter čiščenje onesnaženega zraka. Skozi številne projekte vpeljujemo inovativne pristope, ki bodo tudi prihodnjim generacijam zagotovile življenje v zdravem okolju.



# Kako onesnaženi so zasavski vodotoki Medija, Trboveljščica in Boben?

Lenart Štaut, dr. Tajan Trobec

## Povzetek

V prispevku je predstavljena analiza kakovosti vode na zasavskih vodotokih Medija, Trboveljščica in Boben, ki niso vključeni v redni monitoring spremljanja kakovosti voda. V obdobju 2020–2021 smo v različnih letnih časih opravili 9 nizov vzorčenj na 16 lokacijah. Kakovost vode smo ocenjevali na podlagi lastnih terenskih in laboratorijskih analiz izbranih fizikalno-kemijskih parametrov. Ugotovili smo, da sta Boben in Trboveljščica, še posebej v spodnjem toku, precej onesnažena, Medija pa je v precej boljšem stanju. Obremenitve voda so v povirjih razmeroma majhne in večinoma pogojene s kmetijsko dejavnostjo, kar se odraža tudi na njihovem boljšem kakovostnem stanju. Boben in Trboveljščica sta v spodnjem toku izpostavljena predvsem odplakam iz industrije in gospodinjstev, ki so tudi glavni razlog za njuno onesnaženost.

**Ključne besede:** Boben, fizikalno-kemijski parametri vode, kakovost površinskih tekočih voda, Medija, onesnaženost vodotokov, Trboveljščica.

**Lenart Štut**, Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU  
**Dr. Tajan Trobec**, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo

## Abstract

The paper presents an analysis of the water quality of the Zasava watercourses Medija, Trboveljščica and Boben, which are not included in the regular water quality monitoring. In the period 2020–2021, we carried out 9 cyclical samplings at 16 locations at different times of the year. Water quality was assessed on the basis of our own field and laboratory analyzes of selected physical and chemical parameters. We found that Boben and Trboveljščica, especially in the lower reaches, are quite polluted, while Media is in significantly better condition. Water loads in the springs are relatively small and mostly conditioned by agricultural activity, which is also reflected in their better quality. Boben and Trboveljščica in the lower reaches are exposed to considerable pressure from industry and households, which are also the main reasons for the pollution of these two watercourses.

**Keywords:** Boben, Medija, physico-chemical water parameters, surface water quality, Trboveljščica, watercourse pollution.

# 1. Uvod

Kakovost vode je odraz njenih fizikalnih, kemičnih in bioloških značilnosti (Dobnikar Tehovnik et al., 2009). Slabša kakovost vode je pogojena predvsem z antropogenimi dejavnostmi, kot so kmetijstvo, poselitev, urbanizacija, industrija idr. (Meybeck et al., 2005). Na ravni Evropske unije morajo tekoče površinske vode ustrezati dobremu kemijskemu in ekološkemu stanju, kar je določeno z evropsko Vodno direktivo (Introduction to the..., 2000), pri nas pa to področje ureja Uredba o stanju površinskih voda (Uredba o stanju..., 2009). Kakovost voda lahko ocenjujemo z analizo smotrno izbranih fizikalno-kemijskih parametrov, na primer: vsebnost različnih hranil, pH, specifična električna prevodnost ipd. (Urbanič, Toman, 2003; Boyd, 2015; Pantelić et al., 2022; Štut in Trobec, 2024).

V Sloveniji monitoring stanja voda izvajajo na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Dejavnost poteka na večjih vodotokih oziroma njihovih odsekih, ki predstavljajo t. i. vodna telesa (Pravilnik o določitvi..., 2005), medtem ko so manjši, povirni vodotoki nižjega reda iz monitoringa večinoma izvzeti. Tudi zasavski vodotoki Medija, Trboveljščica in Boben, ki jih obravnavamo v prispevku, zaradi majhnih vodozbirnih zaledij in skromne vodnatosti niso vključeni v redni monitoring. Zanje se ne ocenjujeta kemijsko in ekološko stanje, zaradi česar tudi ne poznamo njihove kakovosti. Na proučevanem območju poteka le monitoring živega srebra na izlivu Bobna v Savo, ki kaže na povišane vrednosti, kar pa naj bi bila posledica starega bremena in ne aktualnega onesnaževanja (Cvitaninč et al., 2022).

Poznavanje kakovosti Medije, Trboveljščice in Bobna je zaradi domnevnih znatnih pritiskov kot posledice velike gostote poselitve, gospodarske usmerjenosti območja v industrijsko in rudarsko dejavnost, znatne antropogene preoblikovanosti strug, skromnih samočistilnih sposobnosti in zmerne vodnoekološke občutljivosti zelo pomembno. Omenjeni vodotoki so poleg tega vitalnega pomena za ohranjanje biotske pestrosti in hkrati vplivajo na kakovost Save v srednjem toku. Za potrebe raziskave smo na Mediji, Trboveljščici in Bobnu v enem letu na 16 lokacijah opravili 9 nizov vzorčenj ter analize izbranih fizikalno-kemijskih parametrov kakovosti vode. Glede na rezultate meritev in preseganje priporočenih ter mejnih vrednosti smo na izbranih vzorčnih mestih ocenili kakovost vode.

## 2. Geografske značilnosti proučevanega območja

Proučevana porečja Medije, Trboveljščice in Bobna s pritoki Brnica, Bevščica, Kotredrščica in Orehovica so v Zasavski statistični regiji (občine Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi), severno od Save (slika 1). Skupna površina porečij znaša 153,9 km<sup>2</sup>, od tega največji del (97,5 km<sup>2</sup>) zavzema porečje Medije. Sledita porečji Bobna (30,8 km<sup>2</sup>) in



Trboveljščice (25,5 km<sup>2</sup>). Območje v povprečju prejme med 1200 in 1400 mm padavin (ARSO, 2021a), kar je nekoliko pod slovenskim povprečjem. Glede na vodomerno postajo Zagorje na Mediji za obdobje 1981–2010 imajo proučevani vodotoki dežno–snežni rečni pretočni režim z izrazitim jesenskim viškom in poletnim nizkom (Frantar in Hrvatin, 2005). Povprečni obdobjni pretok (sQs) na Mediji pri Zagorju znaša 2,1 m<sup>3</sup>/s, specifični odtok (q) pa 22,5 l/(s×km<sup>2</sup>) (ARSO, 2021b), kar je nekoliko pod slovenskim povprečjem (27 l/(s×km<sup>2</sup>)). sQs Bobna na izlivu v Savo ocenjujemo na 0,7 m<sup>3</sup>/s, sQs Trboveljščice pa na 0,6 m<sup>3</sup>/s. Vodotoki imajo izrazito hudourniški značaj in so zaradi goste poselitve ob njih na številnih mestih povsem regulirani (Klabus, 1995) (slika 1). Zasavje je z dobrimi 41.000 prebivalci nadpovprečno gosto poseljeno (180 prebivalcev/km<sup>2</sup>) (Si-STAT, 2021). Večina poselitve je zgoščene v treh občinskih središčih na dnu dolin. Gospodarstvo kljub delnemu prestrukturiranju še vedno močno sloni na industriji, ki je obremenjujoča za okolje, številni obrati pa so tik ob proučevanih vodotokih (Regionalna razvojna..., 2022). Prevladujoča raba tal v proučevanih porečjih je gozd, ki v vsakem izmed porečij obsega več kot polovico površin. Sledijo travniki in pozidane površine, ki jih je največ v porečju Trboveljščice (MKGP, 2021).

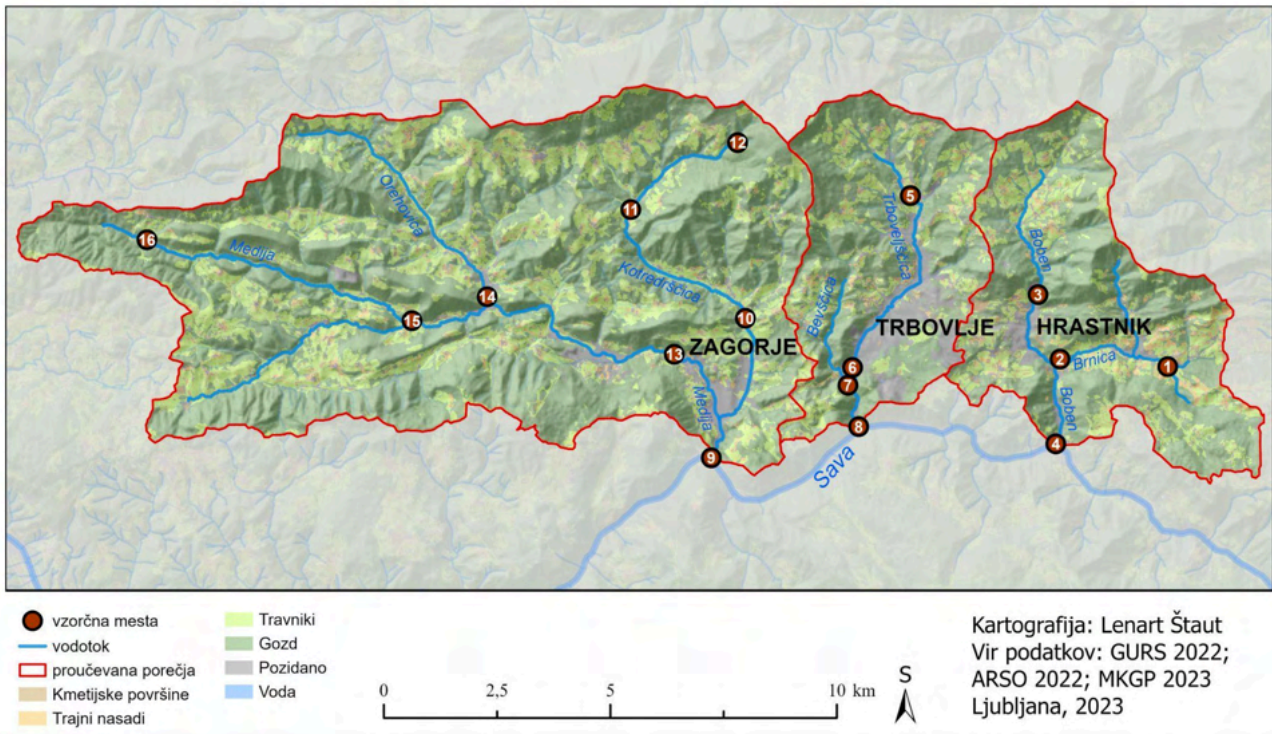


Slika 1: Vzorčno mesto na Trboveljščici pred izlivom v Savo.

Foto: Lenart Štut, 2024.

# 3. Uporabljene metode

Na izbranih vodotokih in njihovih pritokih smo določili 16 vzorčnih mest. V porečjih Bobna in Trboveljščice smo vzorčili na štirih lokacijah, v porečju Medije pa na osmih (slika 2; preglednica 1) (Štaut, 2021).



Slika 2: Karta proučevanega območja z vzročnimi mesti.  
Kartografija: Lenart Štaut, 2023.

Preglednica 1: Poimenovanje vzorčnih mest.

Vzorčno mesto	Ime vzorčnega mesta
M1	Zgornji tok Brnice
M2	Spodnji tok Brnice
M3	Zgornji tok Bobna
M4	Boben pred izlivom v Savo
M5	Trboveljščica zgornji tok
M6	Trboveljščica po Trbovljah
M7	Bevsčica pred sotočjem s Trboveljščico
M8	Trboveljščica pred izlivom v Savo
M9	Medija pred izlivom v Savo
M10	Kotredrščica pred Zagorjem
M11	Kotredrščica srednji tok
M12	Kotredrščica izvir

M13	Medija pred Zagorjem
M14	Orehovica pred sotočjem z Medijo
M15	Medija po sotočju s Kanderšico
M16	Medija izvir

Vir: Lenart Štaut, 2021.

Meritve smo izvajali na eno- do dvomesečni ravni med marcem 2020 in aprilom 2021 ter skupno opravili 9 nizov vzorčenj. Tako smo zajeli enoletno obdobje, kar na obravnavanih vodotokih omogoča okvirno določitev povprečnih vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov ter vpogled v dinamiko njihovega letnega spreminjanja. Merili smo devet fizikalno-kemijskih parametrov, in sicer: pH, nitrat ( $\text{mg/l NO}_3^-$ ), nitrit ( $\text{mg/l NO}_2^-$ ), fosfat ( $\text{mg/l PO}_4\text{-P}$ ), sulfat ( $\text{mg/l SO}_4^{2-}$ ), klorid ( $\text{mg/L Cl}^-$ ), amonij ( $\text{mg/l NH}_4^+$ ), vsebnost kisika ( $\text{mg/l O}_2$ ) in specifično električno prevodnost ( $\mu\text{S/cm SEP}$ ).

Kakovost vode smo ocenjevali glede na preseganje mejnih vrednosti, priporočenih vrednosti ter vrednosti pričakovanega naravnega ozadja izbranih fizikalno-kemijskih parametrov. Omenjene vrednosti smo zbrali na podlagi različnih domačih in tujih virov (Uredba o kakovosti ..., 2002; Urbanič in Toman, 2003; Uredba o stanju..., 2009; Boyd, 2015; Nacionalni inštitut za ..., 2024; preglednica 2). Mejne vrednosti, priporočene vrednosti in vrednosti pričakovanega naravnega ozadja niso določene za vse merjene fizikalno-kemijske parametre, zato je bilo dobljene vrednosti vzorčenja pri nekaterih parametrih možno le delno ovrednotiti. Pri nitritu in pH smo tako te lahko vrednotili le glede na priporočeno vrednost, pri kloridu in specifični električni prevodnosti pa glede na pričakovano vrednost naravnega ozadja. Posledično tudi ocene kakovosti vode za posamezne parametre medsebojno niso popolnoma primerljive.

Preglednica 2: Mejne in priporočene vrednosti izbranih fizikalno-kemijskih parametrov.

Parameter	Mejna vrednost	Priporočena vrednost	Naravno ozadje	Merilno območje testov	Enota
<b>Nitrat</b>	9,5	7	5	0–120	$\text{mg/l NO}_3^-$
<b>Nitrit</b>	/	0,01	blizu 0	0–0,5	$\text{mg/l NO}_2^-$
<b>Klorid</b>	/	250 *	10 **	0–60	$\text{mg/l Cl}^-$
<b>Fosfat</b>	0,15 **	/	0,01	0–0,25	$\text{mg/l PO}_4\text{-P}$
<b>Sulfat</b>	15	15	nekaj $\text{mg/l}$	25–200	$\text{mg/l SO}_4^{2-}$
<b>Amonij</b>	1	0,04	0,02	0–3	$\text{mg/l NH}_4^+$
<b>pH</b>	/	6–9 <sub>1</sub>		0–14	
<b>vsebnost kisika</b>	$\geq 6$ (100-% meritev) in $\geq 9$ (50-% meritev)	$\geq 7$ (100-% meritev) in $\geq 9$ (50-% meritev)	/	/	$\text{mg/l O}_2$
<b>SEP</b>	/	/	500	0–10000	$\mu\text{S/cm}$

Opombe:

\* Vrednost za pitno vodo, zaradi česar je pri ocenjevanju kakovosti vode nismo upoštevali.

\*\* Vrednost je empirično določena.

Glede na delež preseženih vrednosti na posameznem vzorčnem mestu smo razdelili odseke vodotokov po vzorčnem mestu v štiri kakovostne razrede. Najboljši, prvi kakovostni razred vsebuje vzorčna mesta, ki so imela do 10 % vseh meritev nad naravnim ozadjem ali nad priporočeno vrednostjo. Drugi kakovostni razred obsega vzorčna mesta s skupno do 25 % vseh meritev nad naravnim ozadjem in priporočeno vrednostjo, tretji obsega vzorčna mesta, z deležem meritev do 50 % nad naravnim ozadjem, priporočeno in mejno vrednostjo. Najslabši, četrti kakovostni razred pa obsega vzorčna mesta, kjer je več kot 50 % vseh meritev nad naravnim ozadjem, priporočeno in mejno vrednostjo.

## 4. Rezultati vzorčenja

Povprečne vrednosti **pH** so na posameznih vzorčnih mestih precej podobne in znašajo med 7,72 in 8,20 ter kažejo na bazično vodo (preglednica 3). Najvišjo povprečno vrednost pH (8,2) smo izmerili na Mediji po sotočju s Kanderšico (vzorčno mesto 15), najvišjo absolutno vrednost (8,54) pa na izlivu Medije v Savo (vzorčno mesto 9). Najnižjo povprečno (7,72) in absolutno vrednost (6,61) smo izmerili na izlivu Bobna v Savo (vzorčno mesto 4). Pri nobenem izmed vzorcev vrednost ni zunaj intervala priporočene vrednosti za pH tekočih voda (6–9).

Vrednosti **klorida** se v splošnem povečujejo po toku navzdol, kar je najbolj opazno na Bobnu in Trboveljščici dolvodno od naselij Hrastnik in Trbovlje. Naraščanje vrednosti na Mediji je manj izrazito, manjše pa so tudi vrednosti posameznih meritev. Najvišjo povprečno (43,4 mg/l) in absolutno vrednost (60 mg/l) klorida, ki je bila hkrati tudi na zgornji meji merilnega območja testa, smo izmerili na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4), najnižjo povprečno (1,3 mg/l) in absolutno vrednost (0 mg/l) pa na izviru Medije (vzorčno mesto 16). Vsebnost kloridov je bila pri 28 % vzorcev nad vrednostjo okvirnega naravnega ozadja v vodah, ki smo jo empirično postavili na 10 mg/l.

Podobno dinamiko naraščanja vrednosti po toku navzdol kot pri kloridu lahko zasledimo tudi pri **nitratu**. Najvišjo povprečno vrednost (19,7 mg/l) smo izmerili na Trboveljščici pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 8), najvišjo absolutno vrednost (70 mg/l) na Trboveljščici in Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4). Najnižji povprečna (1,3 mg/l) in absolutna vrednost (0 mg/l) sta bili izmerjeni na izviru Medije (vzorčno mesto 16), vrednost 0 mg/l pa se je občasno pojavila tudi na izviru Kotredrščice ter v zgornjem toku Brnice (vzorčni mesti 12 in 1). Vrednost okvirnega naravnega ozadja za nitrat v vodah (5 mg/l) je bila presežena pri slabi polovici vzorcev (45 %). Od tega je bila pri 18 % vzorcev vrednost nad mejno vrednostjo (9,5 mg/l).

Povprečne vrednosti amonija, nitrita in fosfata se na Bobnu in Trboveljščici gibljejo podobno. Tudi pri teh parametrih je namreč opazno občutno povečanje vrednosti na odsekih pod Hrastnikom in Trbovljami. Najvišjo povprečno vrednost **amonija** (1,13 mg/l) smo izmerili na Trboveljščici na vzorčnem mestu 6 (Trboveljščica po Trbovljah), najvišjo absolutno vrednost (3 mg/l), ki hkrati pomeni tudi zgornjo mejo merilnega območja testa, pa smo poleg v spodnjem toku Trboveljščice (vzorčni mesti 6 in 8) občasno

izmerili še na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4). Zaradi manjše občutljivosti testa amonija pri večini vzorcev (76 %) nismo zaznali oziroma je bila njegova koncentracija pod vrednostjo okvirnega naravnega ozadja za amonij v vodah (0,02 mg/l). V 17 % primerov je vrednost presegala priporočeno (0,04 mg/l), v 7 % pa tudi mejno vrednost (1 mg/l).

Najvišje povprečne vrednosti **nitrita** (0,46 in 0,43 mg/l) smo izmerili v spodnjem toku Trboveljščice (vzorčni mesti 6 in 8), kjer so bile podobno kot na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4) posamezne vrednosti večkrat na zgornji meji merilnega območja testa (0,5 mg/l). Na večini vzorčnih mest se je pri dobršnem delu vzorcev (skupno pri 81 %) nitrit pojavljal v koncentracijah, ki presegajo priporočeno vrednost za ta parameter v vodah (0,01 mg/l). Nitrita tako (razen v enem primeru na Mediji) nismo zaznali le na izviri Kotredrščice in Medije (vzorčni mesti 12 in 16).

Največ **fosfata** smo izmerili na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4), kjer je bila vrednost ob vsakokratnih meritvah na zgornji meji merilnega območja testa (0,25 mg/l). Podobno je bilo na Trboveljščici pred izlivom v Savo, kjer je bila izmerjena vrednost le pri enem vzorčenju manjša od zgornje meje merilnega območja testa. Tudi sicer je bila pod okvirno mejo naravnega ozadja za fosfat v vodah (0,01 mg/l) le dobra petina vzorcev (22 %), in sicer ponovno večinoma na izviri Medije in Kotredrščice (vzorčni mesti 12 in 16). Po drugi strani pa je bil tudi enak odstotek vzorcev, kjer je koncentracija fosfata presegla mejno vrednost (0,15 mg/l).

**Sulfat** smo zaradi manj občutljivega testa (spodnja meja merilnega območja testa znaša 25 mg/l) zaznali le v spodnjem toku Bobna in Trboveljščice ter na Bevščici (vzorčno mesto 7). Najvišjo povprečno (111 mg/l) in absolutno vrednost (150 mg/l) smo izmerili na Trboveljščici po Trbovljah (vzorčno mesto 6). 150 mg/l smo namerili še na Trboveljščici pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 8). V povirju Trboveljščice (razen v enem primeru), Bobna in Brnice (vzorčna mesta 1, 2, 3 in 5) ter v celotnem porečju Medije (vzorčna mesta 9–16) (razen ob eni meritvi na Mediji pred izlivom v Savo) sulfata nismo zaznali. Skupno je bilo tako glede na priporočeno vrednost sulfata v vodi (15 mg/l) neustreznih 22 % vzorcev, od katerih je vrednost v dveh primerih dosegla tudi mejno vrednost (150 mg/l).

Povprečne **vsebnosti kisika** v vodi so na visoki ravni in znašajo med 10,1 in 11,5 mg/l. Zaradi nasičenosti s kisikom, ki je zaradi velikega strmca in posledično dobrega prezračevanja vode na vseh vzorčnih mestih podobna in blizu 100 %, so absolutne maksimalne in minimalne vsebnosti kisika odvisne predvsem od nadmorske višine in letnega časa, ki pogojujeta temperaturo vodotokov, ta pa topnost kisika v vodi. Glede na vsebnost kisika v vodi je bil neustrezen le en vzorec, na Trboveljščici po Trbovljah (vzorčno mesto 6), ko je vrednost znašala 6,98 mg/l, kar je tik pod priporočeno vrednostjo (7 mg/l).

Vrednosti **SEP** se na proučevanih vodotokih zaradi vse več v vodi raztopljenih elektrolitov po toku navzdol v splošnem povečujejo. Najvišjo povprečno (1070  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in absolutno vrednost (2264  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) smo izmerili na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4). Vrednosti nad 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ki smo jo privzeli za okvirno mejo naravnega ozadja na mešani karbonatni in nekarbonatni matični podlagi, so bile večinoma presežene še

na Trboveljščici v spodnjem toku (vzorčni mesti 6 in 8), občasno pa tudi na Bevščici (vzorčno mesto 7). Vrednosti pod 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  smo (razen v enem primeru na Brnici) namerili v povirju Trboveljščice in Bobna z Brnico (vzorčna mesta 1, 2, 3 in 5), z izjemo dveh primerov pa tudi na vseh preostalih vzorcih v porečju Medije (vzorčna mesta 9–16). Okvirna vrednost naravnega ozadja za SEP je bila tako presežena le pri 22 % vzorcev.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov kakovosti vode po vzorčnih mestih.

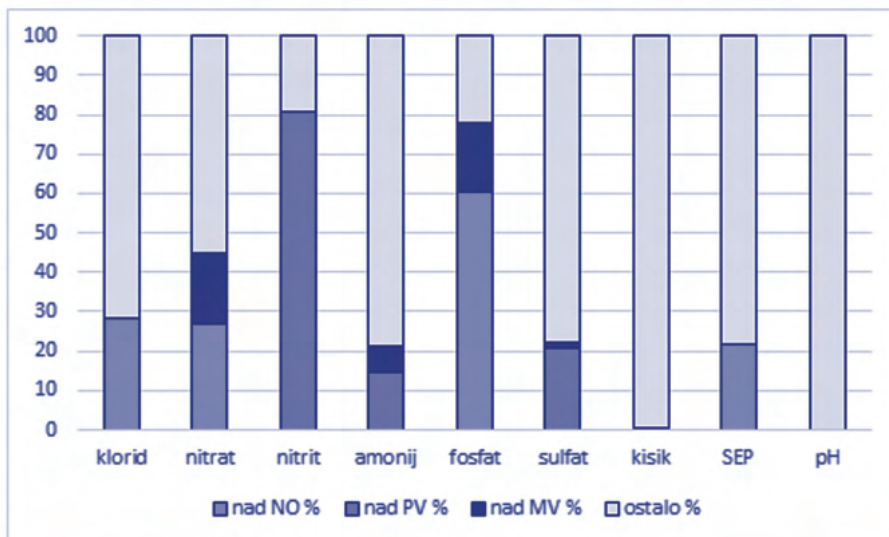
	klorid mg/l	nitrat mg/l	nitrit mg/l	amonij mg/l	fosfat mg/l	sulfat mg/l	kisik mg/l	SEP $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
M1	5,8	7,6	0,09	0,03	0,04	0	11,5	431	7,86
M2	6,3	6,8	0,11	0,13	0,07	0	11,3	467	7,97
M3	6,8	3,4	0,10	0,10	0,06	0	11,2	395	8,02
M4	43,4	14,8	0,30	0,94	0,25	32	10,9	1070	7,72
M5	8,9	5,3	0,08	0,09	0,10	3	10,8	374	7,94
M6	11,6	10,1	0,46	1,13	0,15	111	10,6	652	7,92
M7	8,8	5,9	0,08	0,09	0,14	31	11,2	488	8,15
M8	22,3	19,7	0,43	0,84	0,22	101	10,3	691	7,95
M9	6,9	4,3	0,11	0,03	0,05	3	11,0	451	8,12
M10	4,4	4,3	0,08	0,00	0,03	0	10,8	410	8,06
M11	4,1	3,7	0,07	0,38	0,03	0	10,8	372	8,06
M12	2,8	2,0	0,00	0,03	0,02	0	11,0	304	8,10
M13	7,1	3,0	0,05	0,03	0,03	0	10,9	442	8,07
M14	5,7	4,0	0,17	0,03	0,04	0	10,1	382	7,90
M15	2,2	2,8	0,02	0,00	0,02	0	11,0	437	8,20
M16	1,3	1,6	0,00	0,00	0,00	0	10,7	421	8,07

Vir: Lenart Štut, 2021.

## 5. Ocena kakovosti voda

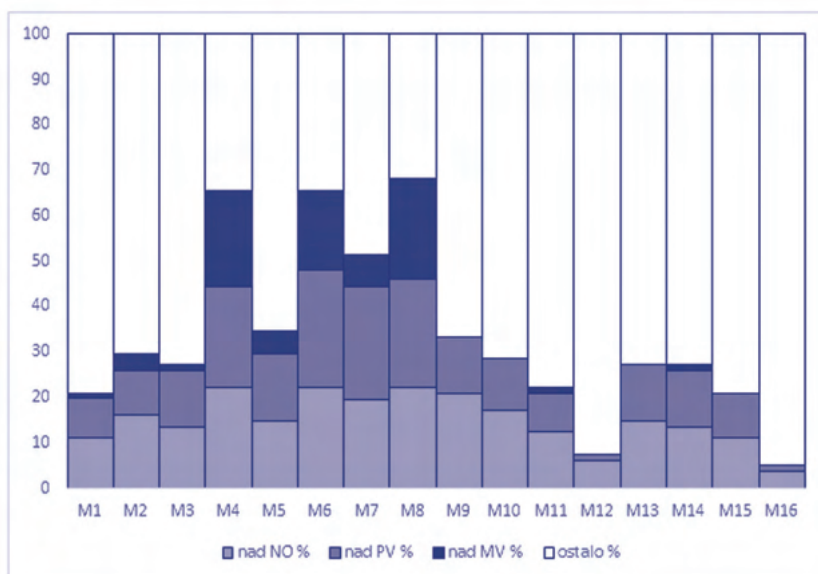
Glede na preseganje mejnih in priporočenih vrednosti ter okvirnih vrednosti naravnega ozadja se na proučevanih vodotokih kot neproblematična parametra kažeta pH (brez neustreznih vzorcev) in vsebnost kisika (en neustrezen vzorec). Med problematične parametre pa zaradi pogostega preseganja mejnih vrednosti lahko uvrstimo fosfat (22 % vzorcev), nitrat (18 % vzorcev) in amonij (7 % vzorcev), zaradi preseganja priporočenih vrednosti pa tudi nitrit (81 % vzorcev) (slika 3).

Legenda:  
 NO – naravno ozadje;  
 PV – priporočena vrednost;  
 MV – mejna vrednost



Slika 3: Delež vzorcev glede na preseganje mejnih in priporočenih vrednosti ter okvirne vrednosti naravnega ozadja za posamezne fizikalno-kemijske parametre kakovosti vode.

Gledano za vse analizirane fizikalno-kemijske parametre kakovosti vode na posameznem vzorčnem mestu skupaj so bile okvirne vrednosti naravnega ozadja, priporočene vrednosti in mejne vrednosti najpogosteje (približno v 2/3 primerov) presežene na vzorčnih mestih v spodnjem toku Trboveljščice (vzorčni mesti 6 in 8) ter na Bobnu pred izlivom v Savo (vzorčno mesto 4) (slika 4). Voda je tam posledično tudi najslabše kakovosti. S približno 50-odstotnim deležem primerov s preseženimi vrednostmi le nekoliko zaostaja Bevščica (vzorčno mesto 7). Najmanjši delež primerov s preseženimi vrednostmi je bil na izviri Medije (5 %) in Kotredrščice (7 %) (vzorčni mesti 16 in 12). Na preostalih vzorčnih mestih pa je bil delež primerov s preseženimi vrednostmi med 20 in 35 %. Ker pri nekaterih parametrih mejne in priporočene vrednosti niso definirane, bi bil v primeru, da bi bile, delež primerov s preseženimi vrednostmi in s tem slabšo kakovostjo vode po vsej verjetnosti še večji od ugotovljenega.

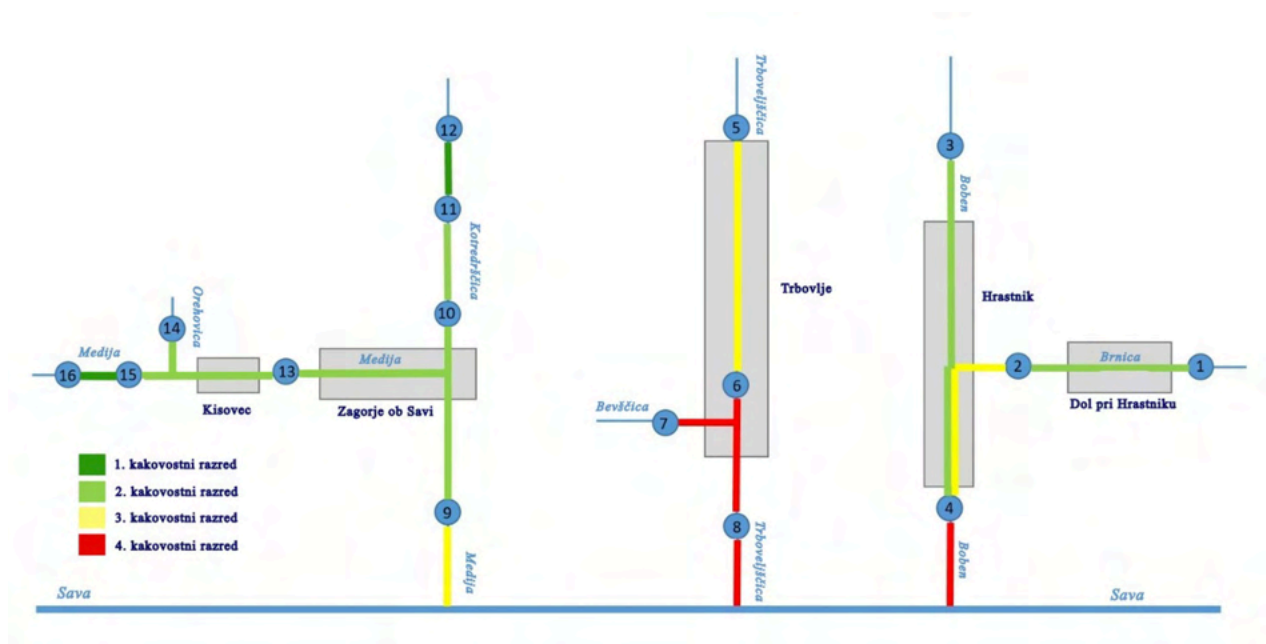


Legenda:  
 NO – naravno ozadje;  
 PV – priporočena vrednost;  
 MV – mejna vrednost

Slika 4: Delež primerov s preseženimi mejnimi vrednostmi, priporočenimi vrednostmi in okvirnimi vrednostmi naravnega ozadja glede na vse analizirane fizikalno-kemijske parametre na posameznem vzorčnem mestu skupaj.

Rezultati meritev kažejo na slabo kakovostno stanje voda predvsem v spodnjem toku Bobna in Trboveljščice, ki je posledica različnih antropogeno pogojenih pritiskov v porečjih (slika 4). Glede na to, da so bile vrednosti merjenih fizikalno-kemijskih parametrov ponekod pogosto na zgornji meji merilnega območja uporabljenih testov, je možno, da je onesnaženost Bobna in Trboveljščice dejansko še občutno večja od ugotovljene. V zgornjem, redkeje poseljenem delu obeh porečij, so pritiski na vode manjši in izvirajo predvsem iz kmetijske dejavnosti, v spodnjem, gosteje poseljenem delu, pa so to predvsem poselitve (spiranje z urbanih površin) ter odplake iz gospodinjstev (izpusti iz čistilne naprave Trbovlje) in industrije (zlasti TKI v Hrastniku, Steklarna Hrastnik, Rudnik Trbovlje-Hrastnik in nekateri drugi obrati). V skladu s stopnjevanjem pritiskov po porečju navzdol se tudi kakovost Bobna in Trboveljščice po toku progresivno poslabšuje. V porečju Medije je onesnaženost voda občutno manjša. Vzrok je verjetno v manjšem številu industrijskih obratov z obremenjujočimi izpusti, manjši gostoti poselitve ter približno trikrat večji površini porečja in posledično večjemu pretoku Medije, ki vpliva na učinkovitejše redčenje onesnaževal. Kljub temu pa je tudi v porečju Medije občasno opazno povečevanje vrednosti nekaterih parametrov na posameznih pritokih ter v spodnjem toku, kjer so pritiski na vode nekoliko bolj zgoščeni.

Vzorčna mesta in odseke vodotokov dolvodno od posameznega vzorčnega mesta smo na podlagi meritev, ki so presegle naravno ozadje, priporočene in mejne vrednosti razporedili v štiri kakovostne razrede (slika 5). V prvi, najkakovostnejši razred sta uvrščeni le dve vzorčni mesti – izvir Medije in Kotredrščice (vzorčni mesti 12 in 16). V drugem kakovostnem razredu je vzorčnih mest več. V porečju Bobna sta to 2. in 3. vzorčno mesto, v porečju Medije pa vzorčna mesta 10, 11, 13, 14 in 15. V porečju Trboveljščice se nobeno od vzorčnih mest ne uvršča v drugi kakovostni razred. V tretji kakovostni razred se uvrščajo tri vzorčna mesta. Opazimo lahko, da se Trboveljščica po vzorčnem mestu 5, še pred prehodom skozi naselje, uvršča v tretji kakovostni razred. Najslabši, četrti kakovostni razred smo določili štirim vzorčnim mestom na Bobnu in v porečju Trboveljščice. Razen vzorčnega mesta 7 so vsa mesta po prehodu vodotokov skozi naselja in območij zgoščene industrijske dejavnosti.



Slika 5: Ocena kakovosti posameznih odsekov zasavskih vodotokov.



## 6. Sklep in kako naprej?

V letih 2020 in 2021 smo analizirali kakovost vode v porečjih zasavskih vodotokov Medije, Trboveljščice in Bobna, ki so izvzeti iz uradnega državnega monitoringa kakovosti voda. V ta namen smo na 16 lokacijah opravili 9 nizov vzorčenj ter opravili analize nekaterih osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov kakovosti vode. Izkazalo se je, da je predvsem zaradi vpliva industrije in gospodinjstev voda Bobna in Trboveljščice precej onesnažena in v slabem kakovostnem stanju, saj so bile tam pogosto presežene mejne in priporočene vrednosti merjenih parametrov, stanje kakovosti voda v porečju Medije pa je zaradi zmernejših antropogenih pritiskov občutno boljše.

Medija, Trboveljščica in Boben potrjujejo, da so lahko tudi manjši, povirni vodotoki precej onesnaženi, še posebej kadar tečejo skozi večja naselja in industrijska območja, ter so posledično izpostavljeni znatnim pritiskom. Omenjeni vodotoki so vitalnega pomena za ohranjanje biotske pestrosti in hkrati vplivajo na kakovost Save v srednjem toku. Če ne prej, bo njihov vpliv postal aktualen ob morebitni izgradnji verige hidroelektrarn na srednji Savi (predvsem elektrarn Trbovlje in Suhadol), ki bodo spremenile režim odtoka reke, zmanjšale njene samočistilne sposobnosti in povečale njeno vodnoekološko občutljivost, zaradi česar bo le še bolj dovzetna za onesnaževanje. Menimo, da bi bilo z vidika boljšega upravljanja z njihovimi porečji in z območjem srednje Save smiselno Trboveljščico, Boben in Medijo obravnavati kot samostojna vodna telesa (ali vsaj skupino vodnih teles) ter jih vključiti v redni državni monitoring stanja površinskih voda. Rezultat monitoringa bi bil podlaga za poglobljeno proučitev virov onesnaževanja in predloge ukrepov za izboljšanje kakovosti voda.

Ne glede na to, da so v tej raziskavi pridobljeni podatki o kakovosti zasavskih vodotokov izrazito preliminarni in da nikakor ne morejo nadomestiti izsledkov rednega državnega monitoringa stanja površinskih voda, lahko vseeno ugotovimo, da bi bilo za izboljšanje kakovosti Medije, Trboveljščice in Bobna treba regulirati in še boljše očistiti izpuste odpadnih industrijskih voda, priključiti preostala gospodinjstva na kanalizacijo ter komunalne in druge vrste manjših čistilnih naprav, zmanjšati uporabo gnojil na kmetijskih površinah v povirju ter renaturirati in sonaravno urejati struge vodotokov za izboljšanje ekološkega stanja in zagotovitev večjih samočistilnih sposobnosti.

## Literatura in viri

1. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), 2021a. ARHIV – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. Dostopno na: <http://meteo.arso.gov.si/met/si/archive/> [15. 5. 2021].
2. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), 2021b. Mesečne statistike. Arhivski hidrološki podatki. Dostopno na: [http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski\\_arhiv.html](http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html) [5. 6. 2021].
3. Baattrup-Pedersen, A., Larsen, S. E., Andersen, D. K., Jepsen, N., Nielsen, J. in Rasmussen, J. J., 2018. Headwater streams in the EU Water Framework Directive: Evidence-based decision support to select streams for river basin management plans. *Science of the total environment*, 2018, 613–614, 1048–1054. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.199> [6. 5. 2024].
4. Boyd, C., E., 2015. *Water quality*. Second edition. Auburn: Springer.
5. Buser, S., 1979a. Tolmač lista Celje. Osnovna geološka karta SFRJ. Beograd: Zvezni geološki zavod.
6. Buser, S., 1979b. Osnovna geološka karta SFRJ. List Celje. Beograd: Zvezni geološki zavod.
7. Cvitanič, I., Dobnikar Tehovnik, M., Gacin, M., Jesenovec, B., Poje, M., Sodja, E. in Velikonja Martinčič, M., 2022. Kemijsko stanje površinskih voda v Sloveniji. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). Dostopno na: <https://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/Poro%c4%8dilo%20REKE%202011.pdf> [6. 5. 2024].
8. Cvitanič, I., Jesenovec, B., Kuhar, U., Rotar, B. in Sever, M., 2013. Ocena stanja rek v Sloveniji v letu 2011. ARSO. Dostopno na: <https://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/Poro%c4%8dilo%20REKE%202011.pdf> [6. 5. 2024].
9. Dobnikar Tehovnik, M., Cvitanič, I., Gacin, M., Jesenovec, B., Mihorko, P., Poje, M., Dolinar, N., Gabrijelčič, E., Krivograd Klemenčič, A., Kuhar, U., Muc, T., Peternel, A., Remec Rekar, Š., Rotar, B., Štupnikar, N. in Ulaga, F., 2022. Program monitoringa kemijskega in ekološkega stanja voda, program za obdobje 2022 in 2027. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/ARSO/Vode/Stanje-voda/Program-monitoringa-voda-2022-do-2027.pdf> [6. 5. 2024].
10. Frantar, P. in Hrvatini, M., 2005. Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. *Geografski vestnik*, 2005, 77, 2, 115–127. Dostopno na: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-2MPDHE5V> [6. 5. 2024].
11. Introduction to the EU water Framework Directive, 2000. European commission, Environment. Dostopno na: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm). [6. 5. 2024].
12. Klabus, A., 1995. Neurje 28. in 29. junija v Zasavju. *Ujma*, 1995, 9, 24–27.
13. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP), 2021. Raba. Grafični podatki, RABA za celo Slovenijo. Dostopno na: <https://rkg.gov.si/vstop> [25. 5. 2021].
14. Mybec, M., Peters, N. E. in Chapman, D. V., 2005. *Water Quality*. V: Anderson Malcom, G (ur.), McDonnell Jeffrey, J (ur). *Encyclopedia of Hydrological Sciences*. Wiley. pogl. 8. Dostopno na: <https://doi.org/10.1002/0470848944.hsa093> . [6. 5. 2024].
15. Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ), 2024. O posameznih parametrih na kratko. Dostopno na: <https://nijz.si/moje-okolje/>



# Voda iz pipe. Najboljša izbira.

Pridobite certifikat in se pridružite prvim 100 slovenskim organizacijam, ki uživajo le pitno vodo iz pipe!



**ZKGS**  
Zbornica komunalnega  
gospodarstva Slovenije

- pitna-voda/o-posameznih-parametrih-na-kratko/ [16. 1. 2024].
16. Pantelić, M., Dolinaj, D., Savić, S., Milošević, D., Obradović, S. in Leščešen, I., 2022. Physical-Chemical Water Quality study of the Sava River in Serbia Using the Statistical and Factor Analysis. *Water Resources* 2022, 49, 6, 1048–1058. Dostopno na: <https://doi.org/10.1134/S0097807822060136> [6. 5. 2024].
  17. Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda. Ministrstvo za okolje in prostor/Uradni list RS in 63/2005. Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6946&d-16544-s=1&d-16544-o=2&d-16544-p=1> [5. 1. 2024].
  18. Regionalna razvojna agencija Zasavje, 2022. Regionalni razvojni program Zasavske regije 2021–2027. Dostopno na: [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKRR/DRR/RRP-2021\\_2027/RRP-Zasavske-razvojne-regije.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKRR/DRR/RRP-2021_2027/RRP-Zasavske-razvojne-regije.pdf) [1. 3. 2024].
  19. Si-STAT podatkovni portal, 2021. Prebivalstvo po starosti in spolu, občine, Slovenija, polletno. Dostopno na: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/05C4003S.px> [6. 5. 2024].
  20. Štaut, L. in Trobec, T., 2024. Kakovost vode izbranih vodotokov v Zasavju. *Geografski vestnik* 2024, 95, 1. (v tisku).
  21. Štaut, L., 2021. Analiza kakovosti vode na izbranih vodotokih v Zasavju: magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Dostopno na: <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=138985&lang=slv> [16. 1. 2024].
  22. Tahir, A. J., Šprendl, R., Drašler, D. in Matičič, M., 2009. Program varstva okolja občine Trbovlje. Domžale: Chronos okoljske investicije, d. o. o. Dostopno na: [http://www.lex-localis.info/files/18530ea2-130e-422b-a3f3-91c3ce40edaa/634419198960000000\\_OPVO\\_Trbovlje.pdf](http://www.lex-localis.info/files/18530ea2-130e-422b-a3f3-91c3ce40edaa/634419198960000000_OPVO_Trbovlje.pdf) [6. 5. 2024].
  23. Trobec, T., 2008. Hidrogeografske metode ocenjevanja nemerjenih obdobjnih pretokov v Sloveniji. *Dela*, 2008, 29, 1, 119–130. Dostopno na: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-QLYEYYME/69876a13-957c-4093-8fad-a887dbcb24c1/PDF> [6. 5. 2024].
  24. Trobec, T., 2011. Vodogradbeni protipoplavni ukrepi za varstvo pred škodljivim delovanjem hudourniških poplav kot sestavni del obvladovanja poplavnega tveganja. *Dela*, 2011, 35, 1, 103–124. Dostopno na: <https://journals.uni-lj.si/Dela/article/view/dela.35.6.103-124> [6. 5. 2024].
  25. Trobec, T., 2019. Hidrogeografske značilnosti Jezerskega. V: Repe, B (ur). *Fizična geografija Jezerskega z dolino Kokre*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani; Filozofska fakulteta; Oddelek za geografijo, str. 81–106.
  26. Urbanič, G. in Toman, M. J., 2003. Varstvo celinskih voda. Ljubljana. Študentska založba.
  27. Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib: Ministrstvo za okolje in prostor/Uradni list RS in 2002. Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED2401> [7. 3. 2024].
  28. Uredba o stanju površinskih voda: Uradni list RS/Ministrstvo za okolje in prostor in 2009. Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5010> [6. 5. 2024].
  29. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2): Ministrstvo za okolje in prostor/Uradni list RS in 2023. URL: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8286> [6. 4. 2024].
  30. Zakon o vodah (ZV-1): Ministrstvo za okolje in prostor/Uradni list RS in 2002. Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1244#> [6. 4. 2024].



ohranite  
neprekinjeno  
delovanje

kritične infrastrukture



Zaščitite svojo kritično infrastrukturo s celovitimi varnostnimi rešitvami ALCEA. Sodelujte z nami za zaščito po meri: [alceaglobal.com](http://alceaglobal.com)

**ALCEA**  
**ASSA ABLOY**

- **Ekologija**  
Rešitve na področju voda  
priprava vode, priprava pitne vode  
čiščenje komunalnih vod, čiščenje industrijskih vod
- **Rešitve na področju zraka**  
razžvepljanje in denitrifikacija dimnih plinov  
čiščenje zraka in plinov  
odpraševanje in filtriranje
- **Rešitve na področju odpadkov**  
procesiranje industrijskih in komunalnih odpadkov  
sortiranje komunalnih, industrijskih in gradbenih odpadkov  
termično procesiranje odpadkov – 'Waste to Energy'  
Namenske tehnološke rešitve

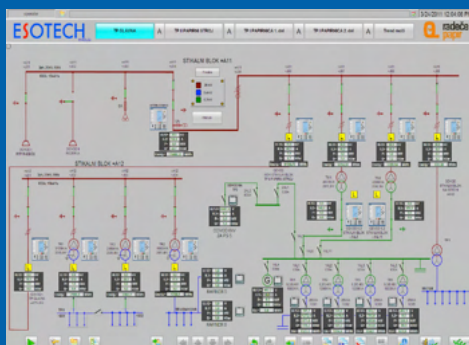
# ESOTECH

Z znanjem do inovativnih rešitev

[www.esotech.si](http://www.esotech.si)

- **Energetika**  
obnova in novogradnja termoeenergetskih in hidroenergetskih objektov  
prenos in distribucija električne energije  
proizvodnja in distribucija toplotne energije  
industrijske instalacije  
učinkovita raba energije  
obnovljivi viri energije  
proizvodnja NN razdelilnih in krmilnih sestavov  
fotonapetostne elektrarne

- **Gradbeništvo**  
obnova in novogradnja objektov  
energetske sanacije javnih objektov  
energetsko pogodbeništvo  
javno zasebna partnerstva



## Rešitve po meri kupca

Priprava razpisne dokumentacije

Idejne rešitve in razvoj aplikacij

Projektiranje [projektna dokumentacija, upravni postopki]

### ENERGETIKA

Dobava opreme

Izvedba projektov

Meritve

### EKOLOGIJA

Avtomatizacija procesov ter zagon

Šolanje kadrov

Vzdrževanje in servisiranje

Servis na daljavo

Finančni inženiring

Nadzor projektov

Projektni management

### GRADBENIŠTVO

## Esotech

Družba za razvoj in izvajanje ekoloških in energetskih projektov, d.d.

Preloška cesta 1

SI-3320 Velenje, Slovenija

T (03) 8994 500 F (03) 8994 503

E [info@esotech.si](mailto:info@esotech.si)

# Simpozij so omogočili

## Platinasti sponzorji



## Zlati sponzor



## Srebrni sponzorji



## Bronasti sponzorji







# Zbornik referatov simpozija Vodni dnevi 2024 z mednarodno udeležbo

Rimske Toplice, 2024

**Izdajatelj:** Slovensko društvo za zaščito voda

**Urednica zbornika:** mag. Stanka Cerkvenik

Programski odbor:

**Predsednica:** dr. Marjetka Levstek

**Člani:** prof. dr. Mihael J. Toman  
dr. Brigita Jamnik  
dr. Polona Pengal  
mag. Mojca Vrbančič  
Nataša Uranjek  
dr. Pavel Gantar  
prof. dr. Mihael Brenčič  
Rok Babič

**Lektoriranje:** Špela Vidmar

**Oblikovanje:** Agate Lielpētere

Elektronska izdaja

Dostopno na: [www.sdzv-drustvo.si/vodni-dnevi/](http://www.sdzv-drustvo.si/vodni-dnevi/)

Brezplačni izvod

Ljubljana, 2024

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni  
knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 196752643

ISBN 978-961-6631-20-4 (PDF)