



POZNAVANJE VPLIVOV IN SPREJEMANJE REŠITEV LAHKO PRIVEDE DO BOLJŠEGA STANJA VODA

izr. prof. dr. Gorazd URBANIČ¹, dr. Vesna PETKOVSKA², dr. Rebeka ŠILING³,
Miha KNEHTL⁴

Povzetek

Raba prostora in druge človekove dejavnosti vplivajo na značilnosti okolja. V želji po izboljšanju življenjskih razmer pozabljamo, da t. i. napredek pogosto dosežemo na račun slabšanja stanja okolja. V Sloveniji se radi pohvalimo, da so naše vode v dobrem stanju. Žal postaja to le fraza, ki jo ponavljamo, ne da bi poznali dejanske razmere. Poznavanje dejanskih razmer omogoča pripravo ustreznih načrtov upravljanja voda (porečij) in spodbujanja dejavnosti, ki omogočajo doseganje dobrega stanja voda. V okviru načrtovanja upravljanja voda v Sloveniji smo za 60 parametrov obremenitev ugotovili pomemben vpliv na vode. Izstopajo spremenjena raba tal in spremenjene hidromorfološke značilnosti, ki so povezane z dejavnostmi, ki naj bi nam omogočale udobnejše življenje (javne storitve) in so pogosto predstavljene kot sinonim za napredek (industrija, energetika) ali so ključne za naše preživetje (kmetijstvo). Poznavanje vplivov na vodne ekosisteme nas lahko usmeri v iskanje rešitev, vendar je vprašanje, ali bomo rešitve tudi sprejeli. Sprejemanje rešitev velikokrat pomeni spreminjanje navad, kar pa je pogosto najtežje.

Ključne besede: ekološko stanje, hidromorfologija, obremenitve, onesnaževala, upravljanje porečij, vpliv na vode

Abstract

Land use and other human activities have profound effect on environmental characteristics. In wish for life conditions improvement we often forget that progress is often achieved at the expense of environmental status deterioration. In Slovenia, we often praise good status of our waters. However, sadly this is turning into repeated phrase without actual insight on real conditions. The knowledge of real conditions enables preparation of appropriate river basin management plans and promotion of activities that facilitate the achievement of good

1 Izr. prof. dr. Gorazd Urbanič, Inštitut za vode Republike Slovenije

2 Dr. Vesna Petkovska, Inštitut za vode Republike Slovenije

3 Dr. Rebeka Šiling, Inštitut za vode Republike Slovenije

4 Miha Knehtl, Inštitut za vode Republike Slovenije

status of waters. In planning water management in Slovenia 60 parameters were found to have significant impact on waters. The most important are altered land use and modified hydromorphological conditions, linked to activities for life comfort improvement (public services), used as synonym for human development (industry, energy sector) or crucial for our survival (agriculture). The understanding of the impact on water ecosystems can be direction for solution search, however, the question is if we are willing to accept the solutions. The acceptance of solutions is often connected to change in our habits, which is often most difficult task.

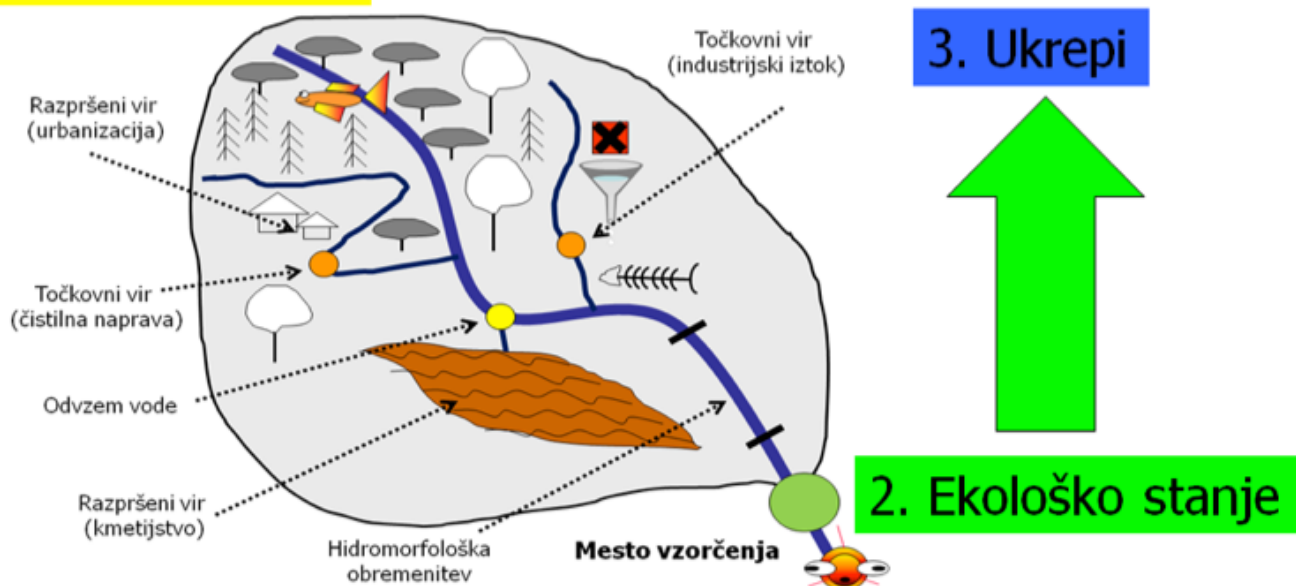
1. UVOD

Raba prostora in druge človekove dejavnosti vplivajo na značilnosti okolja, katerega pomemben del so tudi vodni ekosistemi. Z rabo spreminjamo hidrološke in morfološke značilnosti vodnih ekosistemov ter vplivamo na kakovost voda, kar se ponavadi odrazi kot slabšanje stanja voda. V želji po izboljšanju življenjskih razmer pozabljamo, da t. i. napredek, ki ga običajno merimo kot bruto družbeni proizvod, pogosto dosežemo na račun slabšanja stanja okolja, vključno s stanjem voda. V Sloveniji se radi pohvalimo, da so naše vode v dobrem stanju in da imamo vode dovolj. Žal postaja to le fraza, ki jo ponavljamo, ne da bi poznali dejanske razmere. Poleg tega pa tudi samo poznavanje razmer ni dovolj za uspešno upravljanje voda.

Za uspešno upravljanje voda je ključno poznavanje vplivov človekovih dejavnosti (obremenitev) na stanje voda in učinkov ukrepov na obremenitve, ki vplivajo na stanje voda (slika 1). Poznavanje dejanskih razmer, vplivov obremenitev na stanje voda in učinkov ukrepov omogočajo pripravo ustreznih načrtov upravljanja prostora in spodbujanje dejavnosti, ki prispevajo k zmanjšanju tveganj, da dobro stanje voda ne bo doseženo. Za doseganje ciljev stanja voda je poleg poznavanja povezav med obremenitvami in stanjem ključno ugotoviti raven obremenitve, ki še omogoča doseganje dobrega stanja voda. Dobro stanje voda je eden ključnih ciljev po vodni direktivi (Direktiva 2000/60/ES) in tudi za večino vodnih teles v Načrtu upravljanja voda v Sloveniji (NUV 2016–2021). Poznavanje vplivov obremenitev na vodne ekosisteme nas lahko usmeri v iskanje smiselnih in učinkovitih rešitev za doseganje dobrega stanja voda, vendar nato ostaja vprašanje, ali bomo rešitve tudi sprejeli.



1. Obremenitve



Slika 1: Izhodišče za koncept uspešnega upravljanja voda – poznavanje povezav med obremenitvami, stanjem in učinkom ukrepov na obremenitve

2. STANJE VODA VREDNOTIMO ZARADI OBREMENJEVANJA

2.1. Obremenjevanje voda

Z obremenitvami površinskih voda spreminjamo fizikalne, kemijske in fizične lastnosti vodnih in obvodnih habitatov ter tako zgradbo in delovanje združb vodnih organizmov. Glede na njihovo delovanje lahko obremenitve ločimo v dve širši skupini:

- onesnaževanje – obremenjevanje z organskimi snovmi, hranili in toksičnimi snovmi,
- spreminjanje hidromorfoloških značilnosti vodnih teles površinskih voda.

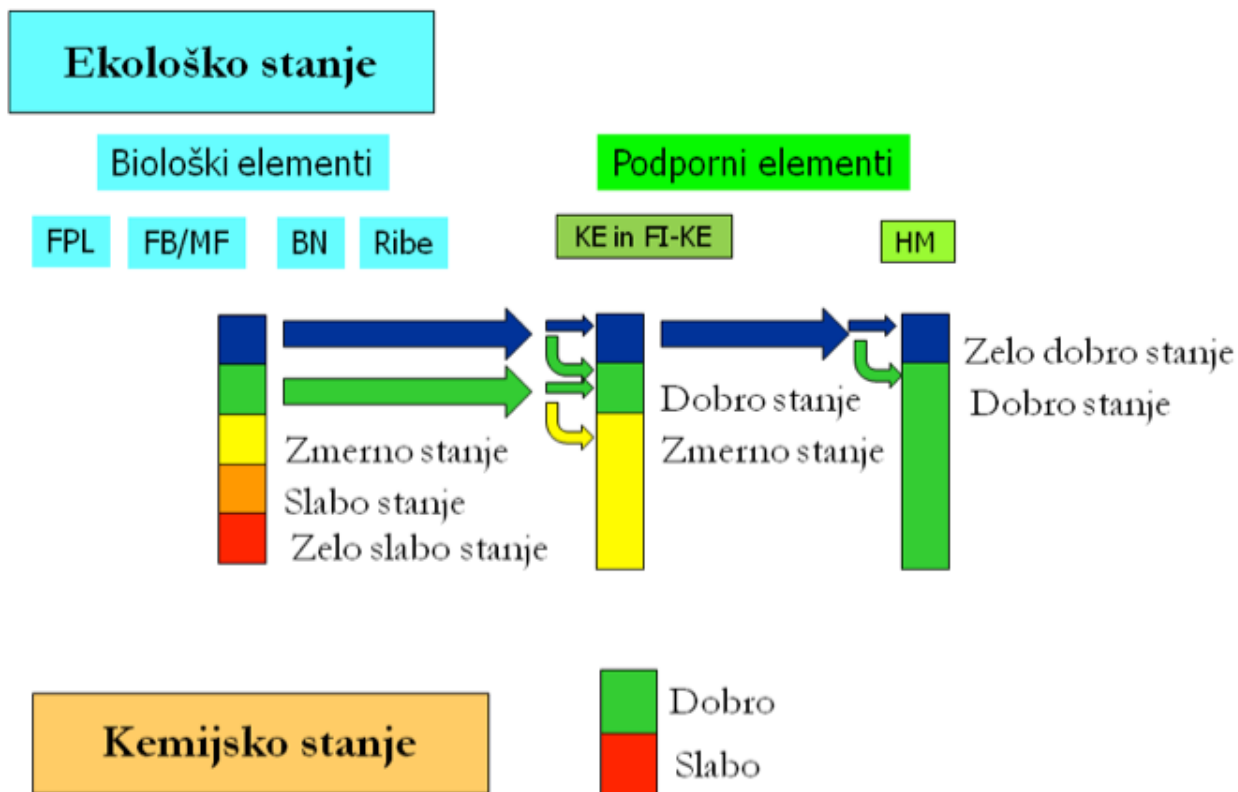
Obremenjevanje z organskimi snovmi vodi v pospešeno razgradnjo, kar lahko povzroči zmanjšanje koncentracije in celo pomanjkanje raztopljenega kisika v vodi. Zaradi povečanega vnosa organskih snovi se poveča številčnost mikroorganizmov, razvije se t. i. sewage fungus, spremenita se tudi zgradba in delovanje združb primarnih producentov, bentoških nevretenčarjev in rib (Hynes, 1960). Posledica povečanega vnosa hranil in njihovega privzema v vodi je večja produktivnost vodnih ekosistemov. Poveča se primarna produkcija alg, makrofytov in bakterij, zaradi spremembe virov in habitatov v vodotoku pa tudi zgradba in delovanje združb bentoških nevretenčarjev in rib (Allan, 2004; Pavlin idr., 2011). Vnos hranil in toksičnih snovi tudi zaradi strupenosti spreminja zgradbo in delovanje združb vodnih organizmov.

Spremembe hidromorfoloških značilnosti neposredno zajemajo odvzeme in izpuste vode, izgradnjo prečnih objektov, spremembe substrata struge in/ali bregov, odvzeme naplavin, odstranjevanje obrežne vegetacije ter spreminjanje poteka same struge. Z odvzemi vode se posredno spremenijo morfološke razmere v vodnih telesih, rast obrežne vegetacije, temperaturna nihanja in koncentracije hranil v vodi. S spremembami morfoloških značilnosti vodotokov se zmanjšuje povezava med vodotokom in prispevnim območjem, spreminja se hidrološki režim; zmanjšuje se zadrževalni čas vode v strugi ter povečuje hitrost vodnega toka. Izgradnja prečnih objektov spremeni tako hidrološke kot tudi morfološke razmere v vodotoku in predstavlja oviro za širjenje vodnih in obvodnih organizmov. Vse omenjene spremembe vodijo v zmanjšanje površine in pestrosti habitatov, poleg tega pa preprečitev selitev vodnih organizmov, zaradi česar se spremenijo združbe vodnih in obvodnih organizmov (Jalon idr., 2013).

Na vodne ekosisteme pogosto ne vpliva samo ena, ampak več obremenitev. Spremenjena raba tal na prispevnih površinah je ena najpogostejših posledic človekove dejavnosti, ki povzroča veliko različnih obremenitev hkrati (Allan, 2004) in pomembno spreminja združbe vodnih organizmov (Kuhar idr., 2011; Pavlin idr., 2011). S spremenjeno rabo tal neposredno ob vodnem telesu so povezane spremembe hidrološkega režima in morfoloških značilnosti vodotoka, spremembe temperaturnega režima, nepopolno kroženje snovi in razširjanje tujerodnih vrst (Pavlin, 2012).

2.2. Vrednotenje stanja površinskih voda

S sprejetjem vodne direktive (Direktiva 2000/60/EC) smo dobili dva koncepta stanja voda: koncept kemijskega stanja in koncept ekološkega stanja (slika 2). Koncept kemijskega stanja posnema način vrednotenja kakovosti voda, ki smo ga uporabljali že pred objavo vodne direktive. Z izborom prednostnih, prednostno nevarnih snovi in drugih onesnaževal ter določitvijo mejnih koncentracij za dobro kemijsko stanje so bili za vse države Evropske unije izbrani parametri in določeni kriteriji, po katerih se izvaja vrednotenje posameznih obremenitev. Za razliko od kemijskega stanja je z ekološkim stanjem v vodni direktivi vpeljan ekosistemski način vrednotenja. Izhodišče vrednotenja ekološkega stanja so za tip voda oz. vodnega telesa značilne referenčne razmere (biološke) in za tip značilne razmere (hidromorfološke in fizikalno-kemijske), ki predstavljajo izhodišče, s katerim primerjamo ugotovljene vrednosti elementov kakovosti na izbranih mestih vzorčenja. Biološki elementi oz. bioindikatorji na ravni združb organizmov so osnova vrednotenja ekološkega stanja. Na podlagi bioloških elementov ugotavljamo vpliv različnih antropogenih obremenitev (obremenitev z organskimi snovmi, bogatenje s hranili, hidromorfološke spremembe, zakisljevanje, vpliv toksičnih snovi idr.).



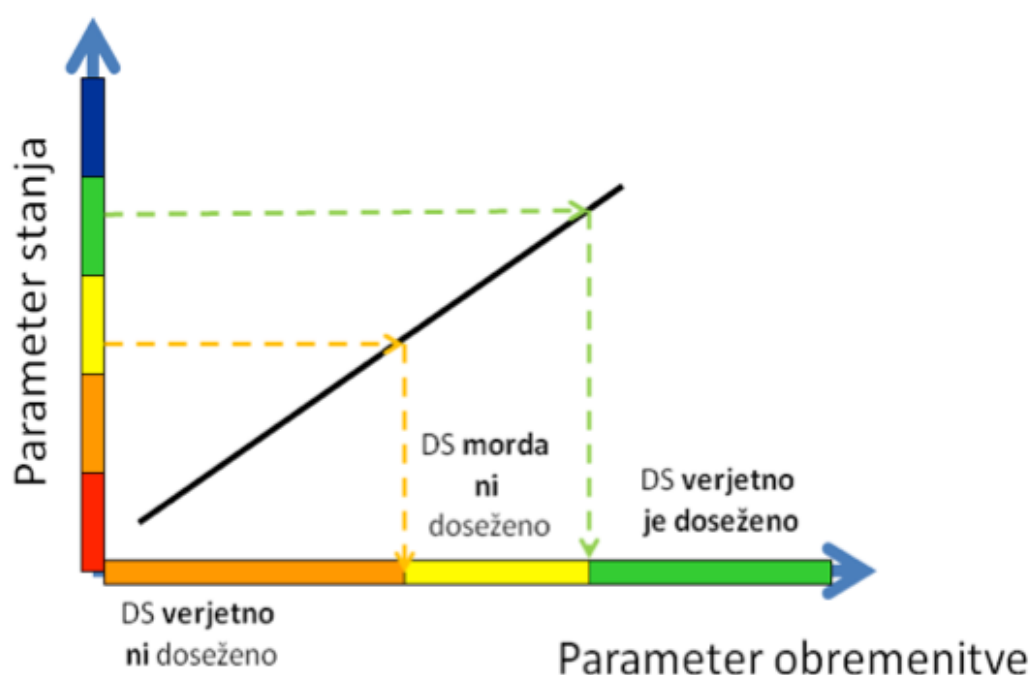
Slika 2: Razvrščanje v razrede ekološkega oz. kemijskega stanja v skladu z vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). FPL – fitoplankton, FB/MP – fitobentos in makrofiti, BN – bentoški nevretenčarji. KE in FI-KE – kemijski in fizikalno-kemijski elementi, HM – hidromorfološki elementi.

3. STANJE POVRŠINSKIH VODA JE ODRAZ ČLOVEKOVEGA DELOVANJA

V okviru priprave načrta upravljanja voda v Sloveniji smo izvedli analizo vplivov obremenitev na stanje voda. Analiza je vključevala določitev povezave med posameznimi parametri obremenitev in posameznimi parametri stanja, določitev razredov verjetnosti doseganja dobrega stanja za parametre obremenitve in pomembnih obremenitev za Slovenijo. Med parametri stanja površinskih voda smo upoštevali tako biološke elemente kakovosti kot tudi posebna onesnaževala in kemijsko stanje. V analizo vplivov smo vključili podatke za več kot 700 parametrov obremenitev iz treh skupin obremenitev: onesnaženje, raba tal, hidromorfologija in različne vrste vodnih teles površinskih voda. V okviru prispevka predstavljamo primer analize za vodotoke.

Povezave med parametri obremenitev in stanja smo najprej preverili na podlagi korelacijskih koeficientov in nadalje obravnavali le tiste parametre obremenitev, kjer smo ugotovili statistično značilno ($p < 0,05$) in dovolj dobro povezavo s parametri stanja voda ($r > 0,3$). Nadaljna analiza je vključevala modeliranje na podlagi linearne in kvadratne regresijske krivulje in določitev regresijskih enačb. Vrednosti posameznih parametrov obremenitve smo razdelili v tri razrede

verjetnosti doseganja dobrega stanja (slika 3). Meje med razredi verjetnosti doseganja dobrega stanja smo določili na podlagi povezav med parametri stanja in parametri obremenitve ter značilnih vrednosti parametrov stanja. Značilne vrednosti smo določili glede na mejno vrednost med dobrim in zmernim ekološkim stanjem, ki znaša 0,6; npr. za parametre bioloških elementov kakovosti smo določili kot značilni vrednosti REK vrednosti 0,65 in 0,5 (slika 3). Meje za posamezne parametre obremenitve smo prvotno določili na podlagi kvadratne regresijske enačbe, saj je v večini primerov imela boljšo povezanost, kjer pa to ni bilo možno pa na podlagi linearne regresijske enačbe. V primerih negativne soodvisnosti smo mejne vrednosti med razredi verjetnosti doseganja dobrega stanja površinskih voda določili ravno obratno kot v primerih pozitivne soodvisnosti med parametri obremenitev in parametri stanja.



Slika 3: Določitev mej med razredi verjetnosti doseganja dobrega stanja (DS) na podlagi odvisnosti med parametri obremenitve in parametri stanja

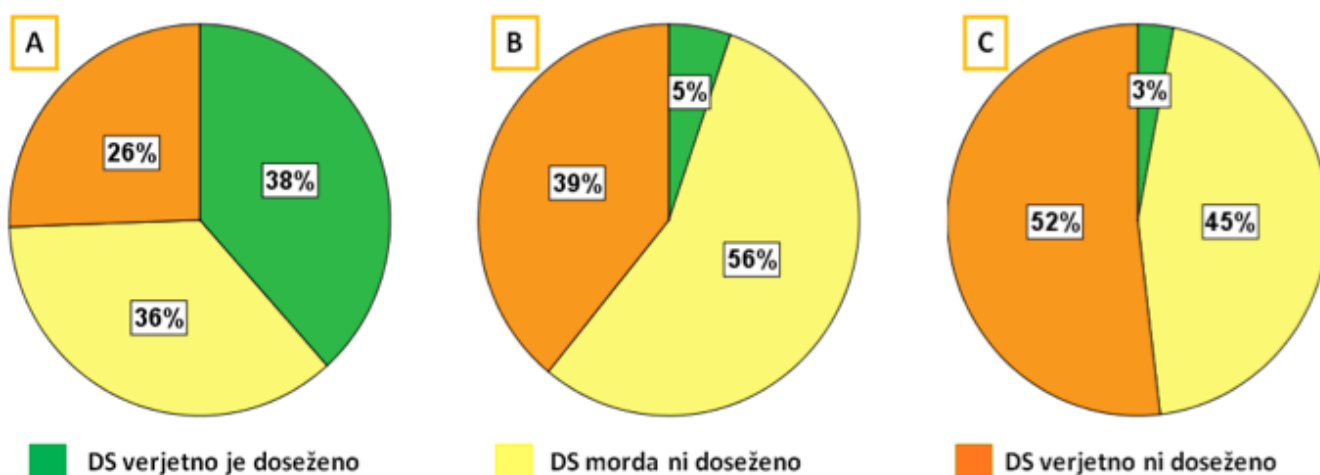
Za vsak parameter obremenitve, za katerega smo ugotovili dovolj dobro povezavo s parametri stanja voda, smo določili raven obremenitve (pražno vrednost), ki predstavlja pomembno obremenitev. Pomembna obremenitev je v skladu z Uredbo o podrobnejši vsebini in načinu priprave načrta upravljanja voda (Uradni list RS, št. 26/06 in 5/09, 36/13) »obremenitev, za katero se oceni velika verjetnost, da sama po sebi ali v kombinaciji z drugimi vrstami obremenitev povzroči, da vodno telo ali skupina vodnih teles ne bo dosegla zanje določenih ciljev«. Kot pomembne obremenitve v Sloveniji smo določili tiste parametre obremenitev, na podlagi katerih smo ocenili, da dobro stanje voda verjetno ne bo doseženo.

4. VPLIVI ČLOVEKOVEGA DELOVANJA NA STANJE VODA

Za okoli 100 parametrov obremenitev (od 700 preverjenih) smo ugotovili, da lahko vplivajo na stanje vodotokov, od tega največ (70 %) iz skupine onesnaženje in manj iz skupin

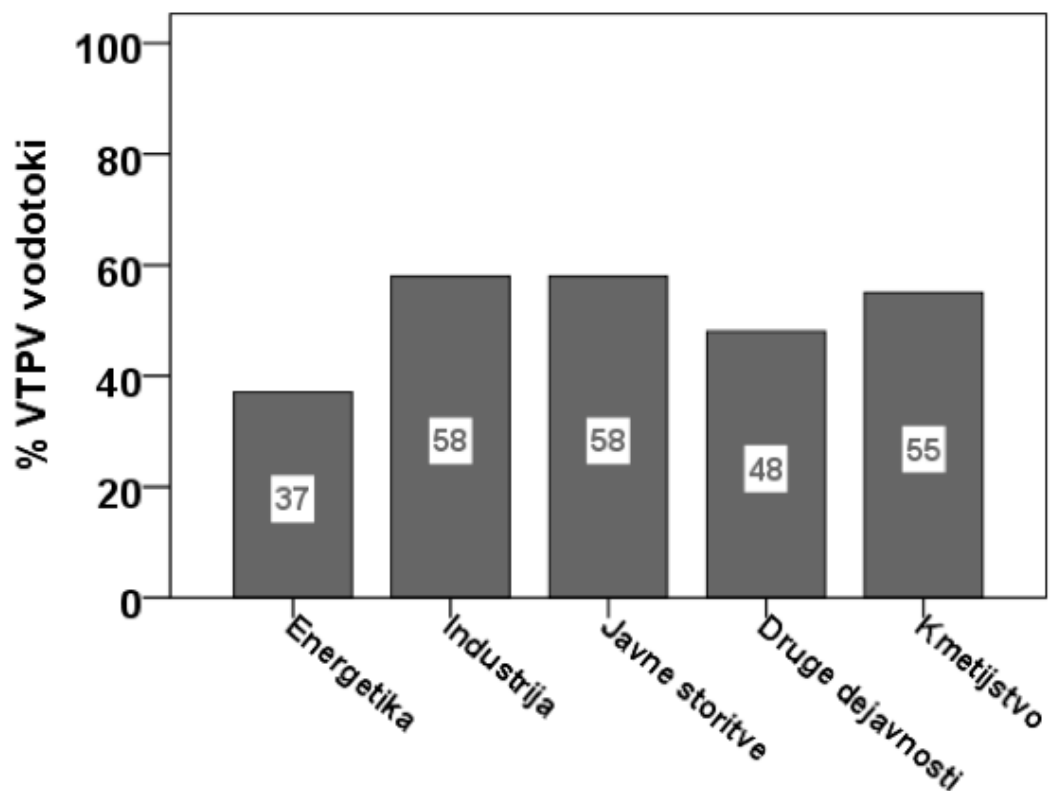


hidromorfologija (17 %) in raba tal (13 %). Za 60 parametrov smo ugotovili, da so prazne vrednosti presežene in predstavljajo pomembne obremenitve v Sloveniji. Največ pomembnih obremenitev smo ugotovili v skupini onesnaženje (36), manj v skupini hidromorfologija (17) in najmanj v skupini raba tal (7). Kljub največji pestrosti pomembnih obremenitev iz skupine onesnaženje največ vodnih teles vodotokov verjetno ne dosega dobrega stanja voda zaradi spreminjanja rabe prostora (intenzivno kmetijstvo, urbanizacija) in spremenjenih hidromorfoloških značilnosti (slika 4). Za več kot polovico (63 %) vodnih teles vodotokov smo ugotovili, da verjetno ne dosegajo dobrega stanja in da le za zelo majhen delež vodnih teles vodotokov (< 5 %) lahko z gotovostjo trdimo, da ni prisotnih pomembnih obremenitev in je zato pričakovano dobro stanje.

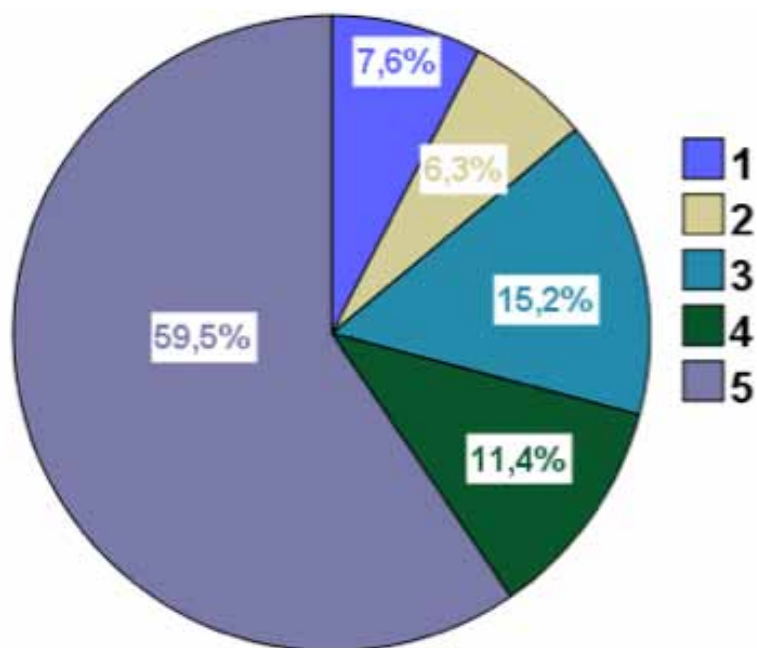


Slika 4: Delež vodotokov, razvrščenih v posamezne razrede verjetnosti doseganja dobrega stanja (DS) površinskih voda glede na najslabše uvrščen parameter obremenitve v skupini onesnaženje (a), hidromorfologija (b) in pokrovnost tal (c)

Pomembne obremenitve so posledica dejavnosti v različnih sektorjih. Najpogostejši vzrok za nedoseganje dobrega stanja so v dejavnostih javnih storitev, industrije oz. kmetijstva (> 50 % vodnih teles) (slika 5). Za večino (> 90 %) vodotokov so pomembne obremenitve posledica dejavnosti v različnih sektorjih in zelo redko posledica dejavnosti le v enem sektorju (slika 6).



Slika 5: Delež vodotokov s pomembno obremenitvijo glede na sektor



Slika 6: Delež vodotokov s pomembno obremenitvijo glede na število sektorjev (sektorji: industrija, kmetijstvo, energetika, javne storitve in druge dejavnosti). Upoštevani so le vodotoki s pomembno obremenitvijo.



5. DOSEGANJE DOBREGA STANJA VODA

Poznavanje povezav med obremenitvami in stanjem je ključno za pripravo učinkovitih ukrepov za doseganje dobrega stanja voda. Na podlagi poznavanja vpliva antropogenih dejavnikov na vodne ekosisteme lahko predvidimo, kateri ukrepi bodo ne le zmanjšali obremenitev, ampak tudi privedli do izboljšanja stanja. Za relativno veliko število parametrov obremenitev smo ugotovili povezave s stanjem voda. Za mnoge obremenitve smo na vodnih telesih v Sloveniji tudi ugotovili vrednosti, ki ne omogočajo doseganja dobrega stanja voda (pomembne obremenitve). Pomembne obremenitve so prisotne po vsej Sloveniji in le za relativno malo vodnih teles lahko z gotovostjo trdimo, da je dobro stanje verjetno doseženo. Ugotovitev je tudi posledica dejstva, da imamo v Sloveniji relativno malo vodnih teles in predvsem na vodotokih s prispevnimi površinami $> 100 \text{ km}^2$. Večina vodotokov s tako veliko prispevno površino je v Sloveniji že dokaj močno obremenjena. Obremenitve, ki so vzrok, da dobro stanje verjetno ni doseženo, so predvsem spremenjena raba tal (urbanizacija, intenzivno kmetijstvo), kombinacija spremenjene rabe tal in hidromorfoloških sprememb ali kombinacija spremenjene rabe tal, hidromorfoloških sprememb in onesnaženja. Ugotovili smo, da na večino ekosistemov hkrati deluje več obremenitev. Industrija, javne storitve in kmetijstvo so ključni sektorji, povezani s pomembnimi obremenitvami. Za pripravo ustreznih rešitev (ukrepov) za doseganje dobrega stanja voda bo ključno vključiti vse obremenjevalce. Nekateri so neposredno naslovljeni z zakonom o vodah; npr., posebna raba, ki bi lahko ogrožala doseganje in ohranjanje ciljev upravljanja voda, se lahko prepove, omeji ali se zanjo določijo posebni pogoji (Zakon o vodah, 2002). Ključni cilj je, da se dovoli rabo voda le v takšnem obsegu in na način, ki ne bo preprečeval doseganja ciljev upravljanja voda. Drugi obremenjevalci voda so posredno naslovljeni z ukrepi v Načrtih upravljanja voda (NUV 2016–2021). Vprašanje je, koliko ukrepov smo že uspeli izvesti in na koliko vodotokih doseči cilje NUV-ov, tj. dobro stanje voda. Poznavanje vplivov na vodne ekosisteme nas lahko usmeri v pripravo rešitev za doseganje dobrega stanja voda, ali pa bomo rešitve tudi sprejeli? Sprejemanje rešitev velikokrat pomeni spreminjanje navad in obstoječih praks delovanja, kar pa je pogosto najtežje. Ob intenzivnem razvoju in brez spreminjanja navad je nemogoče pričakovati, da bodo vodni ekosistemi v dobrem stanju za nas in naše zanamce. Vprašanje je, v kakšnem stanju si vode res želimo in kaj smo pripravljeni za to narediti.

LITERATURA IN VIRI

1. Allan, J. D., 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35, 257–284.
2. Direktiva o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000.
3. Hynes, H. B. N., 1960. Biological effects of organic matter. V: *The biology of polluted waters*. Liverpool: Liverpool University Press. Str. 92–103.
4. Jalón, D. G., de Alonso, C., González del Tango, M., Martínez, V., Gurnell, A., Lorenz, S., Wolter, C., Rinaldi, M., Belletti, B., Mosselman, E., Hendriks, D., Geerling, G., 2013. D1.2 Review on pressure effects on hydromorphological variables and ecologically relevant processes. REFORM. FP7.
5. Kuhar, U., Germ, M., Gaberščik, A., Urbanič, G., 2011. Development of a river macrophyte index (RMI) for assessing river ecological status. *Limnologia* 41, 235–243.
6. Pavlin, M., 2012. Povezava med spremenljivkami evtrofikacije in združbo nevretenčarjev v celinskih vodah Slovenije. Dokt. disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

7. Pavlin, M., Birk, S., Hering, D., Urbanič, G., 2011. The role of land use, nutrients, and other stressors in shaping benthic invertebrate assemblages in Slovenian rivers. *Hydrobiologia* 678, 137–153.
8. Urbanič, G., Mohorko, T., Peterlin, M., Petkovska, V., Štupnikar, N., Remec-Rekar, Š., Francé, J., Eleršek, T., Kosi, G., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M., Bajt, O., Mozetič, P., Germ, M., Pavlin Urbanič, M., Podgornik, S., 2013. Uredba o stanju površinskih voda: priprava strokovnih podlag: program dela IzVRS za leto 2013: poročilo o delu za leto 2013. Ljubljana, 63 str.
9. Vlada Republike Slovenije, 2016a. Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016–2021. Ljubljana. 295 str.
10. Vlada Republike Slovenije, 2016b. Načrt upravljanja voda na vodnem območju Jadranskega morja za obdobje 2016–2021. Ljubljana. 258 str.
11. Zakon o vodah, 2002. Uradni list RS, št. 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15.