

SPREMLJANJE MOTNOSTI REK ZA USTREZNEJŠE VREDNOTENJE KAKOVOSTNEGA STANJA POVRŠINSKIH VODA

MONITORING OF TURBIDITY IN RIVERS FOR BETTER EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATUS OF SURFACE WATERS

Florjana Ulaga

mag., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1b, Ljubljana, florjana.ulaga@gov.si

Povzetek

Rečni sediment pogojuje življenjske razmere za različne habitate. Spremembe v količinskem in kakovostnem stanju sedimentov in motnosti lahko bistveno spremenijo življenjske razmere, s čimer pa se spremenijo tudi življenjske združbe v vodnem okolju. Stopnja motnosti vode je dober pokazatelj ekološkega stanja površinskih voda in pogojev za ohranjanje ekosistema. Ob močno povečani motnosti zaradi močno povečane vsebnosti suspendiranih snovi v vodi se bistveno zmanjša prehod svetlobe v globino, kar oteži pogoje za življenje vodnih organizmov.

Abstract

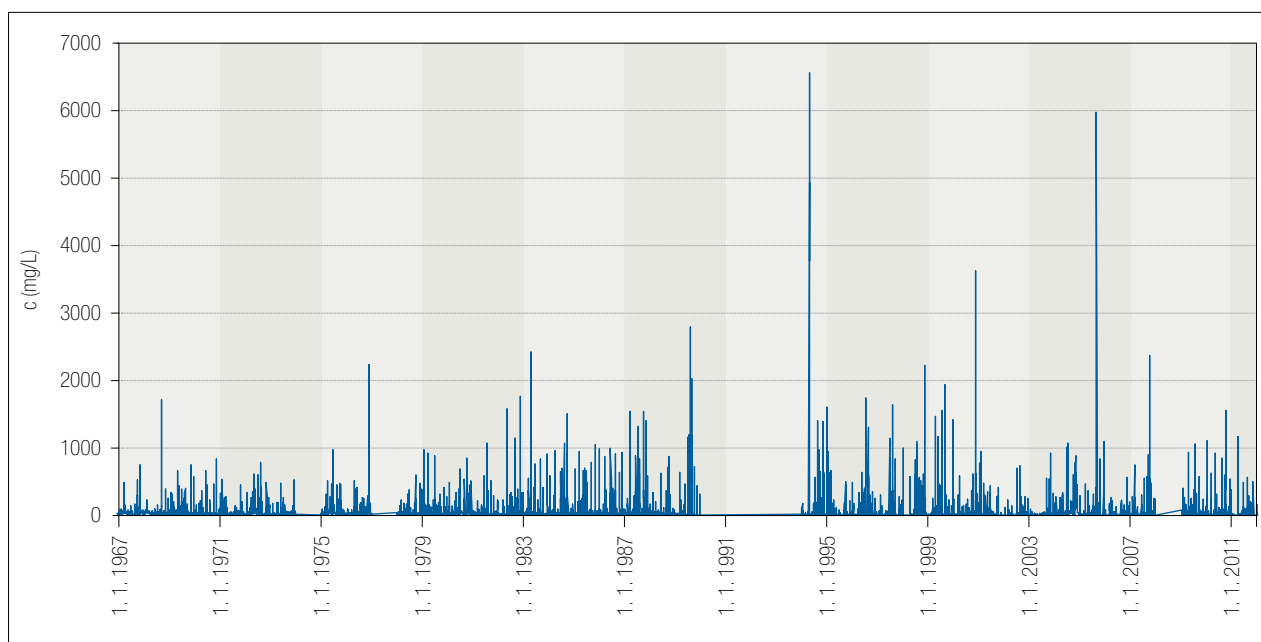
River sediment provides the living conditions for different habitats. Changes in the quantitative and qualitative state of sediment and turbidity can significantly change living conditions, thereby changing the biological communities in the aquatic environment. The level of turbidity is a good indicator of the ecological status of surface waters and the conditions for the preservation of the ecosystem. With a dramatic increase in turbidity due to a large increase in the suspended solids in the water, the reduction in light transmission at depth is significant. It also creates difficult conditions for aquatic organisms.

Uvod

Motnost odseva količino suspendiranih snovi v vodi. Povzročajo jo plankton, usedline zaradi erozije, rečni sedimenti, alge, odtok z urbanih območij in drugo (Ulaga, 2006). Ob povečani motnosti se življenjski pogoji za vodne organizme spremenijo, kar je lahko ob določenih pogojih za nekatere živalske vrste tudi usodno. Skladno z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) smo države članice Evropske unije dolžne zagotavljati ustrezne življenjske razmere za vodne organizme in izvajati ustrezne ukrepe za ohranjanje ali doseganje dobrega ekološkega stanja površinskih in podzemnih voda. Pred izvedbo ukrepov je nujno dobro poznavanje okolja, kar zagotovimo s spremljanjem, analiziranjem in ocenjevanjem stanja elementov okolja.

Eden od dejavnikov, ki vplivajo na obseg in intenziteto učinkov voda, je rečni transport sedimentov. Posledice premeščanja materiala so spreminjanje pokrajine, povzročanje škode ob poplavah na kmetijskih zemljiščih in prenos onesnaženosti po reki. Ob izrednih hidroloških razmerah se poleg povečanega pretoka rek in prodonosnosti močno poveča tudi vsebnost suspendiranih snovi v vodi. Spremljanje in analiziranje vsebnosti suspendiranih snovi v rekah se izvaja na Agenciji Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju:

ARSO) že več kot šest desetletij. Cilj spremljanja vsebnosti suspendiranih snovi v rekah je izračun skupne količine snovi, ki se premesti prek izbranega mesta v vodotoku v določeni časovni enoti. Količino suspendiranih snovi izrazimo v mg/L. Dinamiki gibanja plavin v vodi sledimo z merjenjem vsebnosti snovi, iz katere izračunamo transport suspendiranih snovi kot produkt s pretokom vode. Največ suspendiranih snovi se v rekah premesti ob visokih vodah, zato se tudi monitoring izvaja najpogosteje v času visokih voda. Meritve vsebnosti suspendiranih snovi so namenjene izračunu skupne količine suspendirane snovi v vodi, ki se premesti prek izbranega prereza vodotoka v določenem času. Največja količina prenesenih suspendiranih snovi v reki je lahko izraz izrednega pretoka ali izredno povečane vsebnosti suspendiranih snovi. Ugotavljanje količin suspendiranih snovi v vodi je težavno. Upoštevati je treba, v katerem delu porečja so bile padavine, kakšna je geološka sestava tal na tem območju, predhodno namočenost zemljišča in tudi čas od zadnjega visokovodnega vala. Rezultati dinamike transporta rečnega materiala so zapolnjevanje akumulacijskih bazenov, zablatenje rečnega dna, otežen naravni cikel kroženja vode zaradi slabšega dreniranja v vodonosnike in prenos onesnaževal po reki. Onesnaževala, ki so se v preteklosti nabirala v sedimentih, se pod določenimi pogoji lahko sprostijo



Slika 1: Vsebnost suspendiranih snovi v Savinji v dolgoletnem obdobju spremljanja. (vir: Arhiv ARSO)
 Figure 1: Suspended sediment in the river Savinja over a long-term period of observation. (Source: ARSO Archives)



Slika 2: Merilnik motnosti Solitax-sc in komunikacijski vmesnik. (foto: Arhiv ARSO)
 Figure 2: Turbidity meter Solitax_sc with controller. (Source: ARSO Archives)



Slika 3: Merilnik motnosti je nameščen v cevi. (foto: Arhiv ARSO)
 Figure 3: The turbidity meter installed in the pipe. (Source: ARSO Archives)

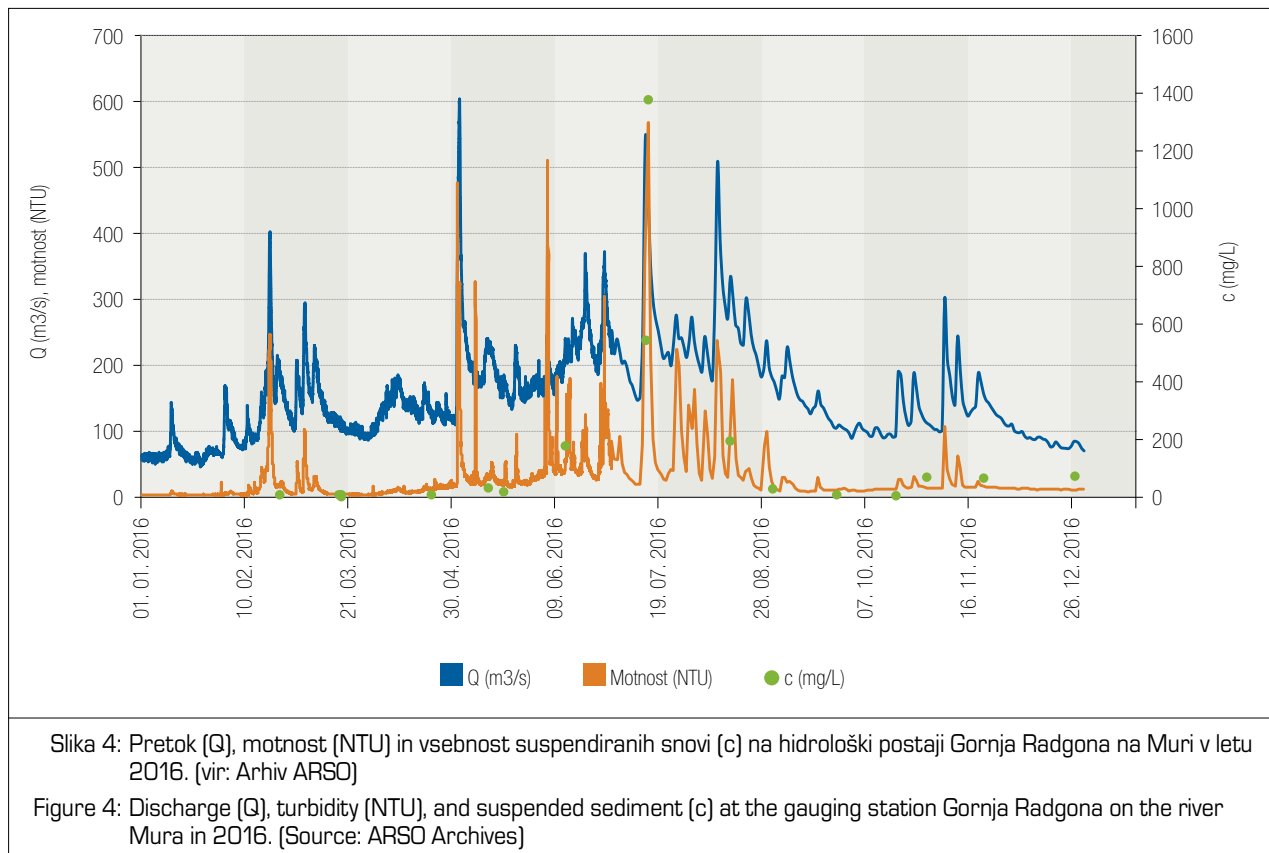
in premestijo ter onesnažijo vodno okolje. Premestijo se lahko zaradi naravnih procesov mešanja sedimentov ali pa kot posledica antropogenih dejavnosti, kot so poglobljanje rečnega dna in rečni promet. Izredni hidrološki dogodki, zlasti visokovodno stanje in poplave, povečujejo vsebnost onesnaževal, vezanih na delce in organske snovi, ki se sproščajo v zgornjem in srednjem delu porečja ter odlagajo dolvodno, v spodnjem delu porečja (Milačić, 2017).

Dosedanje analize (Arhiv, 2017) suspendiranih snovi so pokazale, da se približno tri četrtine celotnega materiala po rekah premestijo ob visokovodnih dogodkih. Vendar pa ob vsakem visokovodnem valu ni nujno enako močno povečana tudi vsebnost suspendiranih snovi, saj je dinamika odvisna od celo-

tnega hidrološkega dogajanja v reki, predhodnega hidrološkega stanja, intenzivnosti padavin v zaledju in številnih drugih dejavnikov.

Motnost vode

Motnost vode lahko interpretiramo kot merjenje relativne čistosti vode, v kateri so prisotni disperzni in suspendirani delci. Merimo jo z optičnimi merilniki – turbidimetri in izražamo v enotah FNU (angl. Formazin Nephelometric Unit) ali NTU (angl. Nephelometric Turbidity Unit). Delci onemogočajo direkten prehod svetlobnega žarka, saj se ta lomi, odbija in absorbira. Motnost je torej rezultat vpliva prisotnih delcev na razpršenje svetlobnega žarka. Z vrednostjo motnosti



izražamo stopnjo, pri kateri voda izgubi svojo prosojnost zaradi prisotnosti suspendiranih snovi. Več ko je snovi v vodi, večjo stopnjo izraža motnost.

Za merjenje motnosti so bili samodejni prenosni optični merilniki Solitax-sc (Hach Lange Company) nameščeni na devetih hidroloških postajah mreže merilnih mest ARSO v okviru projekta nadgradnje sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji, imenovanega BOBER. Podatki o motnosti rek iz samodejnih merilnih mest so za leto 2016 že ovrednoteni in shranjeni v podatkovni zbirki ter tako na voljo za nadaljnje analize.

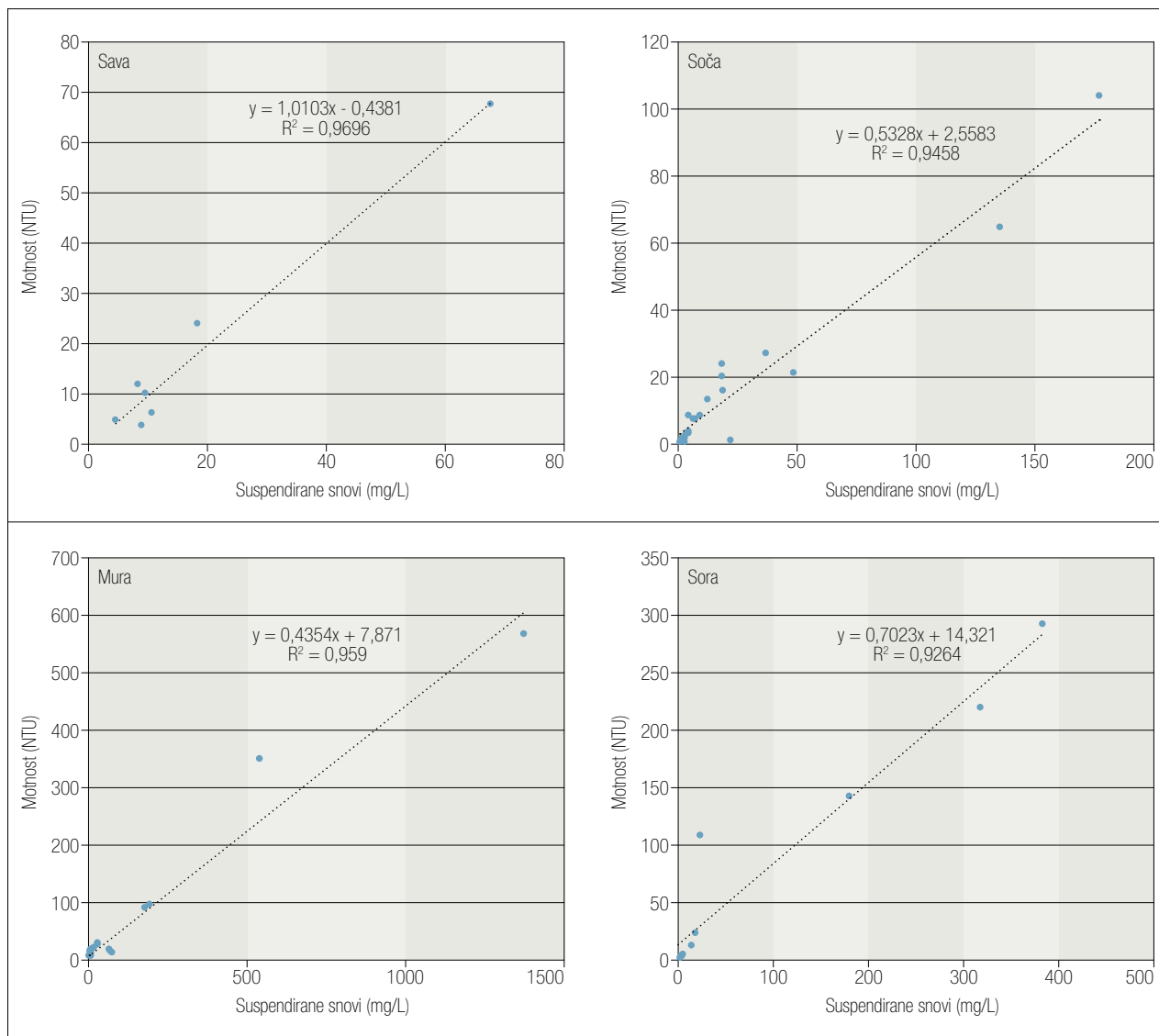
Tako, kot je ob večjem pretoku vode povečana vsebnost suspendiranih snovi v rekah, je ob takih hidroloških razmerah povečana tudi motnost (slika 4).

Vzpostavitev odnosa motnost – vsebnost suspendiranih snovi ni enostavna. Motnost je ovrednotena na temelju sipanja in presevanja svetlobe, nanjo vpliva več dejavnikov in zato ni enolične povezave z vsebnostjo snovi v vzorcu. Merjenje motnosti prinaša takojšnjo oceno o relativni vsebnosti suspendiranih snovi, vendar je treba za vsako merilno mesto opraviti dodatne meritve s pomočjo ročnega odvzema vzorcev vode, za izdelavo kalibracijske krivulje, s katero poskušamo transformirati izmerjeno motnost v vsebnost suspendiranih snovi. Dobra korelacija med motnostjo in vsebnost suspendiranih snovi je mogoča, kadar so delci relativno homogene zrnivosti in sestave (slika 5).

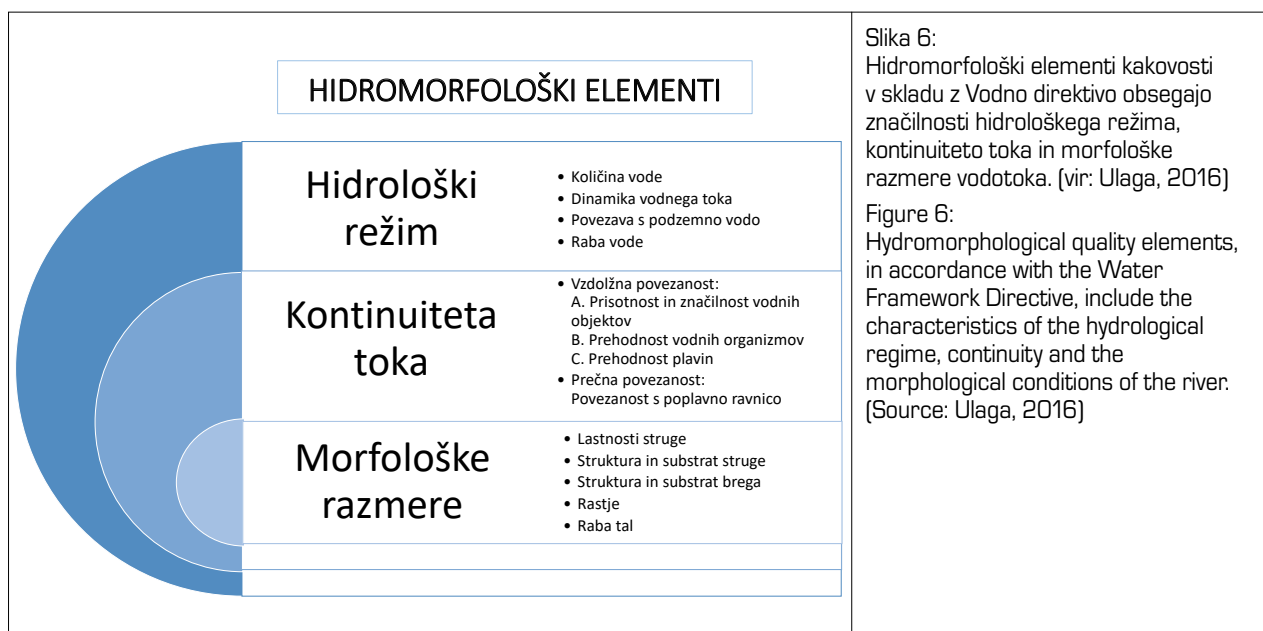
Ekološko stanje površinskih voda

Vrednotenje ekološkega stanja voda v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) pomeni ugotavljanje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema v primerjavi z naravnimi – referenčnimi razmerami. Glede na ekološko stanje se ekosistem oziroma vodno telo razvrsti v enega od petih razredov kakovosti ekološkega stanja. Elementi kakovosti, na podlagi katerih vrednotimo ekološko stanje, so biološki, fizikalno-kemijski in hidromorfološki. Spremljanje hidromorfoloških razmer je ena od bistvenih komponent za poznavanje stopnje obremenitev vodotokov in spremenjenosti vodnih teles. Ocena hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev je eno izmed izhodišč obnovitvenih del na vodotokih. Ocenjevanje hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev je pomembno tudi z vidika izpolnjevanja pravnega reda Evropske unije.

Vrednotenje ekološkega stanja površinskih voda na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti izvajamo na podlagi podatkov hidromorfološke spremenjenosti. Te pridobimo z dobrim poznavanjem hidromorfoloških lastnosti rečnih odsekov, vodotokov in vodnih teles. Ocenjevanje spremenjenosti hidromorfoloških lastnosti površinskih voda pomeni zlasti vpliv delovanja družbeno-geografskih pritiskov na porečje oziroma na vodno telo, kar bistveno pripomore k prepoznavanju v večji meri spremenjenih odsekov in celovitejšemu vrednotenju ekološkega stanja.



Slika 5: Korelacija vsebnosti suspendiranih snovi in motnosti je najboljša na merilnem mestu na Savi. (vir: arhiv ARSO)
 Figure 5: The correlation between suspended sediment and turbidity is best at the river Sava measuring station. (Source: ARSO Archives)



Slika 6: Hidromorfološki elementi kakovosti v skladu z Vodno direktivo obsegajo značilnosti hidrološkega režima, kontinuiteto toka in morfološke razmere vodotoka. (vir: Ulaga, 2016)
 Figure 6: Hydromorphological quality elements, in accordance with the Water Framework Directive, include the characteristics of the hydrological regime, continuity and the morphological conditions of the river. (Source: Ulaga, 2016)



Slika 7: Ustrezna prehodnost reke ob vodnem objektu in povečana motnost vode. (foto. F. Ulaga)

Figure 7: The appropriate passability of the river and increased turbidity. (Photo: F. Ulaga)

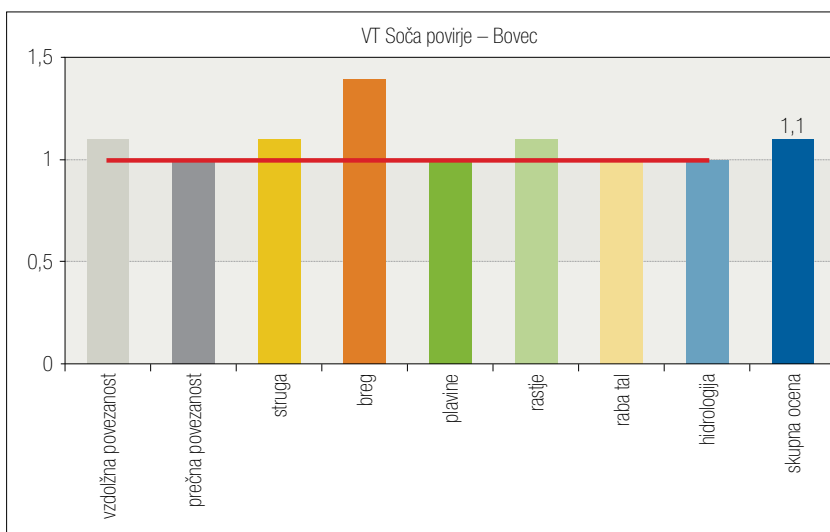
Zagotavljanje morfoloških razmer reke, ki omogočajo prehodnost sedimentov, je ključnega pomena za zagotavljanje ustreznih življenjskih razmer za združbe vodnih organizmov. Onemogočena prehodnost sedimentov v reki povzroči kopičenje sedimentov pred pregrado in erozijo pod njo. Neobičajno povečanje ali pomanjkanje sedimentov pa bistveno spremeni življenjske pogoje vodnih organizmov.

V letu 2016 je bila na ARSO izvedena ocena stopnje spremenjenosti hidromorfoloških elementov za vodna telesa v zelo dobrem stanju. Mednje uvrščamo vodna telesa v povirnem delu Soče, Kamniške Bistrice, Čabranke in Kolpe ter vodno telo reke Unice. Kadar so tudi hidromorfološki elementi izkazovali naravne razmere in ocena ni izražala velike spremenjenosti hidroloških in morfoloških elementov v porečju, je celotna ocena ekološkega stanja vodnega telesa ostala zelo dobra. V nasprotnem primeru je treba tudi na vodnih telesih, ki so glede na biološke in fizikalno-kemijske elemente opredeljena kot zelo dobra, ponovno preveriti dejansko stanje vseh parametrov presojanja ekološkega stanja.

Ugotavljanje kontinuitete – zveznosti toka se izvaja z evidentiranjem vseh objektov, ki zveznost preprečujejo. To so zlasti vodni objekti, kot so pragovi, drčje, jezovi in pregrade, ki so zgrajeni za potrebe hidroenergetske rabe, varstva pred visokimi vodami, stabilizacije struge, namakanja in drugih vrst rabe vode. Vodni objekti spreminjajo količino in dinamiko vodnega toka, povežajo s podzemno vodo in režim gladine podzemne vode, zadrževalni čas, spremenjen je transport plavin in plavja, čez neprehodne objekte je onemogočena migracija vodnih organizmov, rečni sistem se spremeni v jezerskega, taka sprememba tudi močno vpliva na fizikalno-kemijske parametre (temperatura, vsebnost kisika), kar lahko spremeni strukturo združb vodnih organizmov in obvodnih habitatov. Zveznost toka za prehod vodnih organizmov in sedimentov se ugotavlja tudi na območju naravnih struktur v strugi (slap, brzica, lehnjakov prag ...). Poznavanje količinskega stanja transportiranih suspendiranih snovi v vodi in poznavanje motnosti rek pa oceno ekološkega stanja voda še dodatno nadgradi.

Vpliv motnosti na ekološko stanje voda

Rečni sediment pogojuje življenjske razmere za različne habitate. Vrsta sprememb v količinskem in kakovostnem stanju sedimentov in motnosti lahko bistveno spremeni življenjske pogoje, s čimer se spremenijo tudi življenjske združbe v vodnem okolju. Stopnja motnosti vode je dober pokazatelj ekološkega stanja površinskih voda in pogojev za ohranjanje ekosistema. Ob močno povečani motnosti zaradi močno povečane vsebnosti suspendiranih snovi v vodi se bistveno zmanjša prehod svetlobe v globino. S tem so tudi oteženi pogoji za fotosintetsko aktivnost fitoplanktona in makrofitov. Ti so vir hrane za mnoge nevretenčarje, zlasti ribe. Posledično dolgotrajna povečana motnost vode lahko privede do upada ribje populacije. Kadar je povečana motnost



Slika 8: Stopnja spremenjenosti parametrov hidromorfoloških elementov na vodnem telesu v povirju Soče. (vir: Ulaga, 2016)

Figure 8: The degree of alteration of the parameters of hydromorphological elements in the case of the river Soča water body. (Source: Ulaga, 2016)



Slika 9: Kmetijska raba v porečju in naselje Miren ob rečnem meandru Vipave. (foto: F. Ulaga)

Figure 9: Agricultural use in the basin and village of Miren on a meander of the river Vipava. (Photo: F. Ulaga)

v večji meri posledica organskih delcev, se lahko pojavi tudi pomanjkanje kisika v vodi. Presežek hranil v vodi spodbudi proces mikrobne razgradnje, ki zahteva večjo porabo kisika. Presežek hranil povzroča tudi večjo rast

alg. Alge porabljajo dragocene zaloge raztopljenega kisika, ki ga potrebujejo ribe. Večji razrast alg tako lahko privede do upada ribje populacije. Ob kopičenju onesnaževal, ki se lepijo na suspendirane delce v vodi, so lahko poškodovana tudi ribja jajčeca, kar prav tako privede do upada ribje populacije.

Sklepne misli

Monitoring motnosti je ustrezna rešitev za spremljanje količinskega stanja suspendiranih snovi v rekah, ki so potencialni prenašalec onesnaževal.

- nihanje pretoka in motnosti na merilnem mestu ni vedno usklajeno; kljub dejstvu, da je motnost ob večjem pretoku običajno večja, pa je nenaden porast motnosti odvisen od mnogih dejavnikov in ni vedno posledica povečanega pretoka;
- motnost v reki je lahko povečana zaradi izrednih in nenadnih padavin v zaledju ali zaradi antropogenega vpliva;
- skupna količina transportiranih suspendiranih snovi se po reki navzdol povečuje, s čimer pa se spreminjajo tudi ekološke razmere v reki.

Viri in literatura

1. Arhiv hidroloških podatkov, 2017. Agencija Republike Slovenije za okolje.
2. Bruton, N., 1983. The effect of suspensoids on fish. <https://books.google.si/books?id=EVv-CAAQBAJ&pg=PA232&lpg=PA232&dq=Wilber,+1983&source=bl&ots=b2177tyAjl&sig=COa7Ta94rK9rNk5kGw6zUTJRvsM&hl=sl&sa=X&ved=0ahUKEwjTf5yhvNDTAhVNJIaKHbJiA4OQ6AEIUAJ#v=onepage&q=Wilber%2C%201983&f=false> (ogled 29. 4. 2017).
3. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepanje Skupnosti na področju politike do voda, Direktiva 2000/60/ES (OJ L 327, 22. 12. 2000).
4. Guide to hydrological practices, Volume I, Data acquisition and processing .WMO, No. 168.
5. Milačič, R., Zuliani, T., Vidmer, J., Oprčkal, P., Pavec, G., Ščančar, J., 2017. Elementi v vodi in sedimentih med visokim in nizkim vodostajem reke Save. Drugi slovenski kongres o vodah. Podčetrtek.
6. Raihan, A., Meheub, S., Haroon, S. Preparing turbidity and aquatic vegetation inventory for waterlogged wetlands in Lower Barpani sub-watersheds <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.11.001> (ogled 29. 4. 2017).
7. Ravnik, L., Ulaga, F., 2010. Vrednotenje vsebnosti suspendiranega materiala s pomočjo merilnika Solitax-sc. Hidrološki letopis Slovenije 2007. Agencija Republike Slovenije za okolje.
8. SIST EN 14614:2005; Water Quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers; European Committee for Standardization; 2004.
9. SIST EN 15843:2010; Water Quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology; European Committee for Standardization; 2009.
10. Ulaga, F., 2006. Transport suspendiranega materiala v slovenskih rekah. Ujma, 20, 144–150.
11. Ulaga, F., 2011. Premeščanje suspendiranih snovi v slovenskih rekah. Hidrološki letopis Slovenije 2008. Agencija Republike Slovenije za okolje.
12. Ulaga, F., 2016. Poročilo projektne naloge Monitoring hidromorfoloških elementov za oceno ekološkega stanja površinskih voda. Agencija Republike Slovenije za okolje.