

EKOLOŠKO STANJE POVRŠINSKIH VODA

ECOLOGICAL STATUS OF SURFACE WATERS

SPREMLJANJE EKOLOŠKEGA STANJA VODA NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETEŃČARJEV

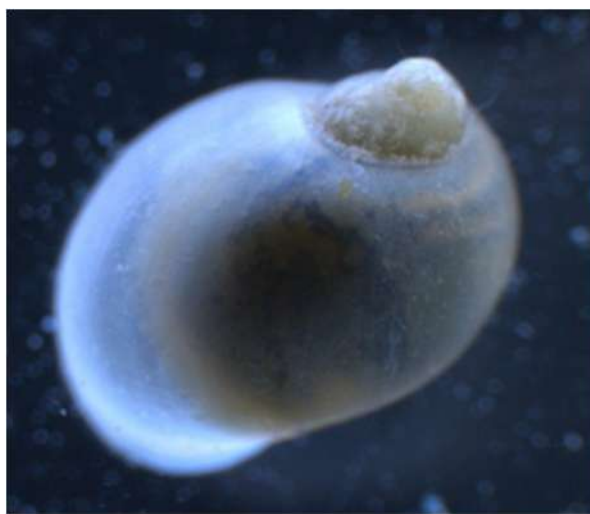
Monitoring of ecological status of waters in Slovenia based on benthic invertebrates

Bernarda Rotar,
Tjaša Zimšek Muc

Ko se sprehajamo ob reki, potoku ali jezeru v vodnem telesu največkrat opazimo ribe in vodne rastline, malokdo pa se zaveda, da v vodi živi tudi veliko drobnih organizmov. Le-ti bivajo med peskom (v intersticijskih prostorih), pod večjimi kamni, med koreninami obrežne vegetacije ali pa na samih vodnih rastlinah (makrofitih). Te živali se med seboj razlikujejo po načinu življenja (so sesilne ali mobilne), preferenci življenjskega prostora (npr. počasi ali hitro tekoča voda) ter načinu prehranjevanja. Glede na način prehranjevanja jih uvrščamo v pet skupin: drobilci, strgalci, filtratorji, detritivori in plenilci. Drobilci se hranijo s svežim odpadlim listjem, večjimi organskimi delci in listi vodnih rastlin, medtem ko se detritivori hranijo s sedimentirano drobno organsko snovjo in lesnimi ostanki. Predstavniki obeh prehranskih skupin pripadajo redu Amphipoda (slika 1). Strgalci (polži (Gastropoda), slika 2) strgajo alge in biofilme s površin, medtem ko filtratorji (Simulidae) filtrirajo suspendirano organsko snov. Plenilci (npr. ličinke kačjih pastirjev (Odonata)) se prehranjujejo z živo hrano.



Slika 1. *Synurella ambulans* (Amphipoda) spada v prehransko skupino drobilcev in detritivorov. Vir: ARSO
Figure 1. *Synurella ambulans* (Amphipoda) an representative of shredders and detritivores. Source: ARSO



Slika 2. Polž iz rodu *Radix* sp., ki je po načinu prehranjevanja strgalec in drobilec, spada v prehransko skupino strgalcev. Vir: ARSO
Figure 2. Snail from genus *Radix* sp. is a scraper and a grazer. Source: ARSO

Vse te raznolike organizme imenujemo s skupnim izrazom bentoški nevretenčarji, saj vsi živijo na vodnem dnu, so večji od 0,5 mm in torej vidni s prostim očesom. V to skupino organizmov uvrščamo predstavnike polžev, školjk, enodnevnice, vrbnice, dvokrilcev, mladoletnice, rakov, pijavk itd. Kljub svoji majhnosti imajo ti organizmi v ekosistemu ogromno vlogo, saj predstavljajo pomemben vir hrane za druge organizme, poleg tega pa v veliki meri pripomorejo h kroženju snovi v ekosistemu.

Sprememba pestrosti združbe bentoških nevretenčarjev hitro nakaže na spremembo v stanju vodotoka. Slednja je lahko posledica (naravne) nesreče, vendar je največkrat posledica človekovega delovanja. Tu ne govorimo le o spremembah, ki se zgodijo neposredno v vodotoku (kanaliziranje strug, gradnja

pregrad, odvzemi in izpusti vode itd.) temveč tudi o spremembah v prispevnem območju (gradnja cest in naselij, kmetijstvo, izpusti industrijskih in komunalnih voda, posegi v obrežno vegetacijo itd.). Ob spremembah torej pride do degradacije življenjskega prostora, spremembe abiotičnih dejavnikov (koncentracije kisika, temperature, prevodnosti itd.) in sprememb v količini razpoložljivih hranil.

Bentoški nevretenčarji kot indikatorski organizmi

Skupina bentoških nevretenčarjev je izredno pestra. Nekateri predstavniki so splošno razširjeni in nimajo posebnih zahtev glede življenjskega okolja, spet drugi so izredno občutljivi. Med manj občutljive skupine organizmov uvrščamo podrazred Oligochaeta (slika 3) in družino Chironomidae (Diptera), ki niso pretirano občutljivi na visoko stopnjo organskega onesnaženja in nižjo koncentracijo kisika. Med bolj občutljive organizme uvrščamo večino vrst vrbnic (Plecoptera), enodnevnice (Ephemeroptera) in mladoletnice (Trichoptera), ki so vrstno pogosto bolj zastopane v čistejših vodotokih. Predstavniki teh skupin nam s spremembo združbe tudi izredno hitro pokažejo spremembe v okolju.

Visoka pestrost bentoških nevretenčarjev in dobra prilagojenost na posamezna življenjska okolja se je izkazala za zelo dober parameter pri spremljanju ekološkega stanja. Tako so npr. mehkužci (polži in školjke) popolnoma odsotni v vodotokih z nižjo pH vrednostjo, saj se njihove hišice raztapljajo hitreje kot nastajajo. Predstavniki rodu *Ecdyonurus* ali mladoletnice (Trichoptera, slika 4), so razvili posebne prilagoditve na specifično življenjsko okolje. Pri prvih je telo izrazito sploščeno in zato manj občutljivo na hiter vodni tok. Drugi imajo razvite analne kavljice, s katerimi se močno oprimejo podlage, nekateri predstavniki pa si iz lesa in kamnov zgradijo hišice, ki služijo kot obramba in tudi kot obtežitev, kar jim omogoča, da se lažje upirajo vodnemu toku in s tem premeščanju dolvodno (drift).



Slika 3. Predstavniki podrazreda Oligochaeta (*Vejdovskyella commata*). Vir: ARSO
Figure 3. Representative of a subclass of Oligochaeta (*Vejdovskyella commata*). Source: ARSO



Slika 4. Ličinka mladoletnice (Trichoptera), z dobro vidnimi analnimi kavljici. Vir: ARSO
Figure 2. Caddisfly larvae (Trichoptera) with well visible anal claws. Source: ARSO

Bentoški nevretenčarji so torej dobro prilagojeni na dane življenjske razmere v vodotoku in se naselijo le tam, kjer so le-te zanje ustrezne. Prav zaradi te lastnosti in zaradi njihove relativne dolgoživosti (živijo od nekaj mesecev pa do več let) so odlični za spremljanje stanja (monitoringa) in ugotavljanje različnih človekovih vplivov.

Organizme, ki s svojo prisnostjo, vedenjem ali fiziologijo odražajo razmere v okolju, imenujemo bioindikatorski organizmi. Za določanje ekološkega stanja vodotoka je izrednega pomena tudi poznavanje biologije posameznih vrst organizmov, saj se združba ne odziva le na človekove vplive, temveč se spreminja tudi sezonsko in glede na trenutne razmere v okolju. Zavedati se moramo, da kljub odsotnosti organizma v vzorcu to še ne pomeni, da le-ta na preiskovanem območju ni prisoten. Prav

zaradi preprečevanja takšnih napak in dober vpogled v dejansko stanje je izrednega pomena, da se monitoring izvaja s primerno pogostostjo in ob stabilnih hidroloških razmerah.

Vrednotenje ekološkega stanja voda na podlagi bentoških nevretenčarjev

Ocenjevanje stanja tekočih voda z bentoškimi nevretenčarji ima v Sloveniji že dolgo tradicijo, ki sega krepko v prejšnje stoletje. Metodologija vzorčenja in ocenjevanja je bila takrat sicer nekoliko drugačna od današnje, saj je bil njen poudarek predvsem na zaznavanju onesnaženja voda z organskimi snovmi in splošne degradacije okolja, kar smo ocenjevali s tako imenovanim saprobnim indeksom. To je bilo v tistih časih tudi smiselno, saj so največje obremenitev za vodotoke predstavljale prav neočiščene komunalne vode. V zadnjih desetletjih so v večini evropskih držav in tudi v Sloveniji večino komunalnih voda speljali na čistilne naprave, zato se je pojavila potreba po novi metodologiji ocenjevanja kakovosti voda, ki bi bila občutljiva tudi na druge, sedaj bolj aktualne obremenitve, kot so obremenitev voda s hranili, ki so predvsem posledica spiranj s kmetijskih površin, in hidromorfoloških sprememb struge in brežin, ki prav tako pomembno vplivajo na kakovost.

Veliko spremembo na področju ocenjevanja kakovosti voda je prinesla evropska Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/ES), ki je bila z Zakonom o vodah prenesena tudi v našo nacionalno zakonodajo. Z letom 2006 smo tako tudi na Agenciji za okolje RS začeli spremljati stanje naših voda po novem pristopu, ki ni vključeval le spremljanja obremenjenosti voda z organskimi snovmi, ampak je močno razširil pogled na kakovost voda.

Sedaj vrednotimo ekološko stanje vodnih teles z vidika spremenjenosti vodnega okolja (sliki 5 in 6) in združb organizmov od naravnega (referenčnega) stanja, to je stanja, kakršno je bilo pred vplivom človeka. Kot vemo, je narava v Sloveniji zelo raznolika, prav tako pa so raznoliki tudi vodotoki. Raznolikost so morali upoštevati pri razvoju metodologij, saj je nemogoče direktno primerjati gorske, hitro tekoče vode z nižinskimi, počasi tekočimi, kot tudi potoke z majhnim vodnim zaledjem z velikimi rekami, kot so npr. Mura, Sava, Drava. Da bi pri vrednotenju lahko upoštevali vso to naravno raznolikost, je bil razvit tipsko specifičen pristop, ki se je v metodologiji odrazil v različnih izhodiščnih stanjih in izračunih.



Slika 5. Kanaliziran odsek na Rižani. Vir: ARSO
Figure 5. Canalized part of river Rižana. Source: ARSO



Slika 6. Naravna struga Kamniške Bistrice. Vir: ARSO
Figure 6. Natural river bed of Kamniška Bistrica river. Source: ARSO

Medtem, ko z vodnimi rastlinami (makrofiti) in fitobentosom (predvsem diatomejami), ki so bile v biltenu že predstavljene, ocenjujemo predvsem obremenitev s hranili, z analizo združbe bentoških nevretenčarjev ocenjujemo obremenjenost z organskimi snovmi ter hidromorfološko spremenjenost in splošno degradiranost vodotokov. Ekološko kakovost na posameznem opazovanem vzorčnem mestu

torej določimo glede na to, kako spremenjeno je opaženo stanje v primerjavi z referenčnim stanjem, pri čemer oceno določi najslabši izmed elementov.

Vzorčenje bentoških nevretenčarjev in določitev stanja

Kot pri že prej predstavljenih bioloških elementih kakovosti, tudi vrednotenje z bentoškimi nevretenčarji poteka v več fazah: vzorčenje, laboratorijska obdelava vzorcev (sortiranje in določanje), analize in izračuni ter uvrstitev v enega izmed petih razredov ekološkega stanja (zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo). Podrobno je metodologija vrednotenja z bentoškimi nevretenčarji predstavljena na spletnih straneh Ministrstva za okolje in prostor:

http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/ekolosko_stanje/metod_vredn_ekoloskega_st_vodotokov_bentoskih_nevretencarjev.pdf

Za realno oceno stanja je seveda pomembno, da vse faze vrednotenja izpeljemo natančno po predpisani metodologiji. Tako moramo biti npr. pri vzorčenju pozorni na hidrološko stanje, ker bi bil rezultat vzorčenja ob neprimernem vodostaju oziroma po obdobju nestabilnega vremena bistveno drugačen, saj združbe bentoških nevretenčarjev niso občutljive samo na obremenitve, ki so posledica človeške dejavnosti, ampak se hitro odzivajo tudi na naravne spremembe.

Vzorčenje je torej potrebno izvajati ob primernih hidroloških razmerah, sezona vzorčenja pa je glede na tip vodotoka določena tudi v metodologiji. Tako npr. majhne nižinske vodotoke na vzhodu Slovenije vzorčimo spomladi, še preden presahnejo, za večino ostalih je najugodnejši čas poleti, ko so pretoki bolj stabilni in vodostaji nižji, za nekatere velike reke pa je najugodnejši zimski čas. Vzorčenje poteka z ročno mrežo (slika 7), s katero na vsakem vzorčnem mestu odvzamemo 20 podvzorcev, pri čemer smo pozorni na strukturo podlage in značilnosti vodnega toka. Nabran vzorec na terenu speremo (slika 8) in tako zmanjšamo samo količino materiala. Tako pripravljen vzorec razdelimo na homogeno porazdeljene četrtine in eno izmed njih shranimo v 70 % raztopini alkohola do nadaljnje laboratorijske obdelave.



Slika 7. Vzorčenje bentoških nevretenčarjev na Kobiljskem potoku. Vir: ARSO
Figure 7. Sampling of benthic macroinvertebrates on Kobiljski potok. Source: ARSO



Slika 8. Spiranje vzorca po končanem vzorčenju. Vir: ARSO
Figure 8. Rinsing of the sample after sampling. Source: ARSO

V laboratoriju vzorce, ki poleg organizmov vsebujejo tudi veliko drugega materiala, kot so pesek, deli rastlin, lesni delci itd. (slika 9), najprej dobro speremo, potem pa se lotimo pobiranja organizmov iz vzorcev (t.im. prebiranje), kar je lahko precej zamuden del procesa.

Prebiranju sledi določanje posameznih skupin organizmov, pri katerem si pomagamo s številnimi določevalnimi ključi. V metodologiji je točno predpisan nivo določitve za posamezne skupine

organizmov, zato je za to delo potrebnega precej predznanja. Vse določene organizme tudi preštejemo in jih shranimo in arhiviramo (slika 10). Dobljeni seznam organizmov z njihovo pogostostjo je osnova za različne izračune. Iz dobljenih rezultatov lahko razberemo, kakšno je stanje vodotoka na podlagi bentoških nevretenčarjev.



Slika 9. Vzorec bentoških nevretenčarjev pred obdelavo v laboratoriju. Vir: ARSO
Figure 9. Sample of benthic invertebrates, before being processed in the laboratory. Source: ARSO



Slika 10. Primer skladiščenja že obdelanih vzorcev bentoških nevretenčarjev v 70 % etanolu. Vir: ARSO
Figure 10. Storage of the samples in 70 % ethanol. Source: ARSO

Končna ocena ekološkega stanja je seveda podana na osnovi vseh bioloških elementov kakovosti ter podpornih fizikalno kemijskih elementov in posebnih onesnaževal, pri čemer oceno določi najslabši izmed elementov kakovosti.

Vrednotenje ekološkega stanja z bentoškimi nevretenčarji in drugimi elementi kakovosti ni pomembno samo z vidika spremljanja stanja naših voda, ampak so rezultati predvsem osnova za načrtovanje ukrepov za izboljšanje kakovosti (kjer je to seveda potrebno) v okviru nacionalnega Načrta upravljanja z vodami (NUV).

SUMMARY

Benthic macroinvertebrates are invertebrates that are bigger than 0.5 mm and therefore easily seen with a naked eye. They can be found in many different environments: from alpine streams, to big rivers and lakes. Some can live in highly polluted areas with very little oxygen, while others only live in clean waters, where oxygen is abundant. The organisms that are only found in specific environments are also known as bioindicators. When they are found at a sampling site, it is possible to conclude the conditions in the river based on their biology. Some of the groups are long-lived and can therefore indicate the status of the river for an extended period of time. Benthic macroinvertebrates play an important role in nutrient cycles and at the same time, serve as food for fish and other organisms. Benthic macroinvertebrates show morphological degradation and organic pollution on the body of water as well as on the catchment area. Many indexes were developed based on benthic invertebrates because these organisms give a good overview of the water quality and are used in determination of ecological status of rivers and lakes.