

# EKOLOŠKO STANJE POVRŠINSKIH VODA ECOLOGICAL STATUS OF SURFACE WATERS

## SPREMLJANJE EKOLOŠKEGA STANJA VODA NA PODLAGI MAKROFITOV Monitoring of ecological status of waters in Slovenia based on macrophytes

Urška Kuhar

Poletna osvežitev v rekah ali jezerih nam pogosto ponuja priložnost za opazovanje vodnih rastlin, ali – kot jim tudi rečemo – makrofitov. S pojmom makrofiti označujemo vodne rastline, opazne s prostim očesom (slika 1). Opredelitev ni taksonomska, saj skupina vključuje semenke, praprotnice, mahove in makroskopske alge. Vodne vrste praprotnic in semenk so se razvile iz kopenskih vrst. Na življenje v vodnem okolju so se prilagodile z redukcijo kopenskih značilnosti ali pa z razvojem sekundarnih prilagoditev.



Slika 1. Pestra združba makrofitov v počasi tekoči nižinski reki Ščavnici. Obrežni pas naseljujejo različne močvirske vrste, globljo vodo pa vrste s plavajočimi listi in potopljene vrste.

Figure 1. Species-rich macrophyte community in slow flowing lowland Ščavnica River. Emergent species grow along stream banks while floating-leaved and submerged species occur in deeper water.

Makrofiti se pojavljajo v različnih rastnih oblikah. Mnoge vrste rastejo povsem potopljene pod vodno gladino. Večinoma so ukoreninjene, kot npr. klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*) (sliki 2 in 3) in številni dristavci (rod *Potamogeton*) (slika 2), nekatere med njim, npr. navadni rogolist (*Ceratophyllum demersum*) in trižilna vodna leča (*Lemna trisulca*), pa niso pritrjene v substrat, pač pa prosto plavajo v vodi. Pogosti so ukoreninjeni makrofiti s plavajočimi listi, takšna sta npr. plavajoči dristavec



(*Potamogeton natans*) (slika 5) in rumeni blatnik (*Nuphar luteum*) (slika 6), poznamo pa tudi vrste, ki prosto plavajo na vodni gladini, kot sta npr. mala vodna leča (*Lemna minor*) in praprotni plavček (*Salvinia natans*) (slika 4). K makrofitom prištevamo tudi vrste, ki so ukoreninjene v potopljenih ali občasno poplavljenih tleh, večino listov pa imajo nad vodno gladino. To so močvirski oz. emerzni makrofiti, med katere spadata npr. navadni trst (*Phragmites australis*) (slika 7) in širokolistni rogoz (*Typha latifolia*). Nekatere vrste rastejo tako v vodi kot na kopnem. Pravimo jim amfibijske rastline. Za nekatere od njih, npr. vodno dresen (*Polygonum amphibium*), sta značilni dve obliki, vodna in kopenska, druge pa na isti rastlini razvijejo različne tipe listov, npr. širokolistna koščica (*Sium latifolium*) potopljene in zračne liste.



Slika 2. Združba potopljenih makrofitov (klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*) in preraslostni dristavec (*Potamogeton perfoliatus*)) v Bohinjskem jezeru. Klasasti rmanec je bil najden tudi na globini 7 m.  
Figure 2. Submerged macrophyte community (Eurasian Watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and Perfoliate Pondweed (*Potamogeton perfoliatus*)) in Lake Bohinj. Eurasian Watermilfoil was found at the maximum depth of 7 m.



Slika 3. Klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*) in mah *Fontinalis antipyretica* v reki Sotli na vzorčnem mestu Rigonce. Klasasti rmanec je vrsta, na katero v slovenskih rekah naletimo najpogosteje.  
Figure 3. Eurasian Watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and moss *Fontinalis antipyretica* in Sotla River at sampling site Rigonce. Eurasian Watermilfoil is the most frequent species in Slovenian rivers.



Slika 4. Vodna praprotni plavajoči plavček (*Salvinia natans*) prosto plava na vodni gladini mrtvice v Murski šumi.  
Figure 4. Floating Fern (*Salvinia natans*) freely floats on oxbow surface in Murska šuma.



Slika 5. Plavajoči listi plavajočega (*Potamogeton natans*) in kolenčastega (*P. nodosus*) dristavca v reki Ščavnici na vzorčnem mestu Veščica.  
Figure 5. Floating leaves of Broad-leaved Pondweed (*Potamogeton natans*) and Loddon (*P. nodosus*) in Ščavnica River at sampling site Veščica.

Združbe makrofitov so bistven del vodnih ekosistemov. Vplivajo na hitrost vode, stabilizirajo sediment, sodelujejo pri kroženju hranil ter vplivajo na kvaliteto vode. Živalim nudijo zatočišče ter predstavljajo vir hrane. Pomembno prispevajo k diverziteti vodnega okolja in organizmov, strukturi habitatov ter delovanju vodnih ekosistemov.

Na pojavljanje makrofitov vplivajo številni dejavniki, ki delujejo na različnih prostorskih nivojih, od celotnega porečja oz. pojezerja do posameznih habitatov znotraj reke ali jezera. Za razporeditev makrofitov so tako pomembne geografske značilnosti regije, nadmorska višina, velikost reke oz. jezera, značilnosti obrežnega pasu, količina svetlobe, globina vode, hitrost vodnega toka, nihanje vodne gladine, značilnosti substrata, temperatura, pH in kemizem vode, dostopnost hranil ter različne motnje zaradi vplivov človeka.



Slika 6. Plavajoči listi rumenega blatnika (*Nuphar luteum*) na gladini Stržena na vzorčnem mestu Dolenje Jezero.  
Figure 6. Floating leaves of Yellow Water-lily (*Nuphar luteum*) on the Stržen River surface at sampling site Dolenje Jezero.



Slika 7. Sestoj navadnega trsta (*Phragmites australis*) na obali Bohinjskega jezera.  
Figure 7. Common Reed (*Phragmites australis*) on the Lake Bohinj shore.

Posegi v vodno in obvodno okolje ter obremenjevanje voda vodijo v spremembe v razširjenosti in pogostosti makrofitov ter v homogenizacijo združb. Raziskave kažejo, da sta slabšanje fizičnega okolja rek in jezer ter eutrofikacija povzročila spremembe v razporeditvi makrofitov, zmanjšala njihovo vrstno pestrost ter povzročila večjo zastopanost bolj odpornih vrst. Makrofiti so torej uporabni kot indikator razmer v okolju, iz njihove prisotnosti, pogostosti in oblike lahko sklepamo na stanje okolja. Zaradi ključne vloge, ki jo imajo makrofiti v zgradbi in delovanju vodnih ekosistemov, lahko imajo spremembe makrofitskih združb posledice tudi za ostale vodne organizme.

### Makrofiti kot indikatorski organizmi

Makrofiti imajo kot indikatorji nekaj prednosti pred nekaterimi drugimi organizmi. Ena od njih je, da živijo več let, zaradi česar kažejo na razmere v daljšem časovnem obdobju in dolgotrajnejše obremenitve. Gostota sestojev makrofitov se namreč v novih razmerah spremeni razmeroma hitro, spremembe v vrstni sestavi in globinski razporeditvi vrst pa so počasnejše. Ker so makrofiti pritrjeni, se obremenitvam ne morejo izogniti, kažejo torej lokalne spremembe okolja in omogočajo lokalizacijo virov obremenitev ter obseg vpliva obremenitev vzdolž reke ali jezera. Prednosti makrofitov sta tudi njihova velikost, torej da so vidni s prostim očesom, kar omogoča lažjo identifikacijo, in število vrst, ki je v primerjavi z drugimi skupinami organizmov relativno majhno.

Makrofite se najpogosteje uporablja kot indikatorje eutrofikacije oz. obremenitve s hranili. V ta namen je razvitih več različnih indeksov, ki temeljijo na tem, da različne vrste makrofitov tolerirajo različno količino hranil. Uporabni so tudi kot indikatorji hidromorfoloških sprememb, kot so kanaliziranje in



zaježitve rek, ter sprememb v hidrologiji in hidrodinamiki, kot so spremembe v nihanju vodne gladine ali valovanju. Nekateri indeksi vključujejo različne pritiske, tako obremenitev s hranili kot npr. spremembe struge in bregov ali obale ter hidroloških značilnosti, in tako omogočajo, da ocenimo stanje reke ali jezera v celoti.

### Vrednotenje ekološkega stanja voda na podlagi makrofitov

Makrofite je v Sloveniji v vrednotenje stanja rek vpeljala Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/ES), medtem ko se jih v naravnih jezerih spremlja že dalj časa. Uporabljamo jih za vrednotenje obremenjenosti voda s hranili, in sicer v rekah na osnovi Indeksa rečnih makrofitov (RMI), v jezerih pa na osnovi Slovenskega indeksa za vrednotenje ekološkega stanja jezerskih ekosistemov na podlagi makrofitov (SMILE).

Makrofite se vzorči v obdobju, ko so optimalno razviti, običajno od sredine junija do konca septembra, najprimernejša meseca sta julij in avgust. V rekah se na vsakem vzorčnem mestu pregleda odsek dolžine 100 m. Če voda ni pregloboka in tok prehiter, se prehodi celotno strugo (slika 8), drugače pa se opravi opazovanje z brega in vzorčenje z raztegljivo palico s kavlji. Odseke z globljo vodo se lahko pregleda tudi iz čolna. Vzorčenje makrofitov v jezerih poteka iz čolna (slika 9). Pomagamo si z uporabo kukala, grabilca za makrofite in raztegljive palice s kavlji. Na vsakem vzorčnem mestu se pregleda transekt širine 6 m, ki je pravokoten na obalo ter sega od obale do največje globine uspevanja makrofitov. Tako v rekah kot v jezerih se zabeleži vse vrste, ki rastejo v vodi, in to iz vseh skupin ter vse rastne oblike. Za vsako vrsto se oceni njeno pogostost po petstopenjski lestvici. Pogostost 1 pomeni, da je v odseku oz. transektu prisotnih le nekaj primerkov vrste, pogostost 5 pa, da je vrsta v odseku oz. transektu zelo pogosta. V jezerih se razen pogostosti vrste na celoten transekt oceni tudi pogostost vrste v posameznih globinskih conah transekta. Globinske cone se določi med vzorčenjem glede na naravne meje med različnimi tipi vegetacije (npr. pas trstičja, pas dristavcev, pas parožnic).



Slika 8. Vzorčenje makrofitov v reki Ledavi na vzorčnem mestu Murska šuma. Plitva vzorčna mesta s počasnim vodnim tokom in stabilnim substratom se pregleduje z brenjenjem po strugi.

Figure 8. Macrophytes sampling in Ledava River at sampling site Murska šuma. Shallow sampling sites with slow flow and stable substrate are surveyed with wading across the channel.



Slika 9. Vzorčenje makrofitov v Gajševskem jezeru. Vodna gladina je povsem prekrita z listi navadnega vodnega oreška (*Trapa natans*).

Figure 9. Macrophytes sampling in Lake Gajševsko. Water surface is completely overgrown with European Water Chestnut (*Trapa natans*).

Podatki o prisotnih vrstah ter njihova pogostost so osnova za izračun indeksa RMI oz. SMILE. Oba indeksa temeljita na pogostosti indikatorskih taksonov. Indeks RMI vključuje 80 indikatorskih taksonov, ki so uvrščeni v eno izmed petih ekoloških skupin (A, AB, B, BC, C). Taksoni iz skupin A in AB so tako imenovani dobri taksoni, prisotni so le na neobremenjenih oz. neobremenjenih in srednje obremenjenih mestih. Taksoni iz skupin BC in C so tako imenovani slabi taksoni, prisotni so na srednje

in močno obremenjenih mestih oz. le na močno obremenjenih mestih. Indeks SMILE vključuje 45 indikatorskih taksonov, ki so uvrščeni v eno izmed devetih indikatorskih skupin (1,0, 1,5, 2,0, ... , 4,5, 5,0) glede na to, kako občutljivi so na povišano količino hranil. Taksoni iz skupine 1,0 so prisotni le v oligotrofnih jezerih, taksoni iz skupine 5,0 pa le v evtrofnih, s hranili bogatih jezerih. V izračun indeksa SMILE sta vključeni tudi največja globina uspevanja makrofitov ter največja globina uspevanja makroskopskih alg har. Iz izračunanih vrednosti indeksa RMI oz. SMILE nato izračunamo razmerje ekološke kakovosti, ki nam pove, koliko izračunana vrednost indeksa odstopa od vrednosti, ki je značilna za referenčne razmere. Na osnovi vrednosti razmerja ekološke kakovosti vzorčno mesto razvrstimo v enega od petih razredov ekološkega stanja.

## SUMMARY

Aquatic macrophytes are aquatic plants, large enough to be seen with the naked eye. They comprise different taxonomic groups, namely spermatophytes, pteridophytes, bryophytes and macroscopic algae. Macrophytes are important components of freshwater ecosystems, being involved in sediment stabilization and nutrient cycling, affecting water quality and providing habitat and food for aquatic animals. Distribution and abundance of macrophytes is regulated by many factors and on different spatial scales, from watershed to single habitat. Nutrient enrichment, water quality changes and modification of water and riparian environment alter the composition of macrophyte communities. Thus macrophytes can be used as indicators of environmental conditions. They are mainly used as trophic status indicators. River Macrophyte Index (RMI) and Slovenian Macrophyte-based Index for Lake Ecosystems (SMILE) are used for the assessment of trophic status of rivers and lakes on the basis of macrophytes in Slovenia. Both indices are based on presence and abundance of indicator taxa.