

EKOLOŠKO STANJE POVRŠINSKIH VODA ECOLOGICAL STATUS OF SURFACE WATERS

SPREMLJANJE EKOLOŠKEGA STANJA VODA NA PODLAGI FITOBENTOSA Monitoring of ecological status of waters in Slovenia based on phytobenthos

Aleksandra Krivograd Klemenčič

Fitobentos je izraz, ki se je uveljavil z Vodno direktivo (2000/60/ES) in zajema alge in cianobakterije pritrjene ali živeče na substratu in drugih organizmih v površinskih vodah (slika 1). V strokovni in znanstveni literaturi je namesto izraza fitobentos pogosteje uporabljen izraz perifiton.



Slika 1. Obrast fitobentosa v reki Krki na vzorčnem mestu Soteska (foto: Bernarda Rotar, 2016)
Figure 1. Phytobenthos in Krka River at sampling site Soteska (photo: Bernarda Rotar, 2016)

Alge so rastline, kar pomeni da so primarni producenti in imajo v celicah klorofil (slika 2). Pri skoraj vseh skupinah alg poznamo tako enocelične, kot tudi mnogocelične mikro- ali makroskopske organizme, vidne tudi s prostim očesom. Cianobakterije (oz. modrozeleni alge) zaradi zgradbe uvrščamo med bakterije, čeprav so, tako kot alge in višje rastline, fotosintetski organizmi in so ena največjih in najpomembnejših skupin bakterij. Prav tako kot alge, so tudi cianobakterije lahko enocelične (slika 3) ali mnogocelične, njihove kolonije so vidne tudi s prostim očesom. Cianobakterije veljajo za najstarejše fotosintetske organizme in so odgovorne za pojav kisika v atmosferi.

Alge in cianobakterije so značilni predstavniki vodnih ekosistemov in vlažnih območij, vendar se nekatere vrste pojavljajo tudi na kopnem. Na svetu je znanih več kot 26.000 vrst alg in cianobakterij celinskih voda. Za Slovenijo je značilna velika zemljepisna raznolikost, ki se kaže v pestrosti vodnih ekosistemov in s tem tudi v raznovrstnosti alg in cianobakterij.

Zaradi nezahtevnih prehranskih navad, preproste zgradbe, hitre rasti in različnih spolnih in nespolnih načinov razmnoževanja imajo alge visoko sposobnost prilagajanja tudi zelo ekstremnim ekološkim razmeram. Pogosto jih najdemo v ekstremnih okoljih (npr. termalni izviri s temperaturo do 80 °C, jezera in močvirja z močno povišano slanostjo (npr. soline), vulkanska območja, ipd.), kjer drugi organizmi ne preživijo.



Slika 2. Zlata alga *Hydrurus foetidus* z vidnimi kloroplasti, v katerih poteka fotosinteza. *H. foetidus* je značilna za čiste in hitro tekoče vodotoke (foto: Aleksandra Krivograd Klemenčič, Sava 2012)
Figure 2. Golden algae *Hydrurus foetidus* with visible chloroplasts in which photosynthesis takes place. *H. foetidus* is typical for clean and fast flowing watercourses (photo: Aleksandra Krivograd Klemenčič, Sava River 2012)



Slika 3. Enocelična kolonijska cianobakterija *Chroococcus turgidus* v barju Žejna dolina (foto: Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2005)
Figure 3. Unicellular-colonial cyanobacteria *Chroococcus turgidus* at Žejna dolina bog (photo: Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2005)

Fitobentos je ključna komponenta rečnih ekosistemov, saj predstavlja večino primarne produkcije rek in tvori osnovo rečnih prehranjevalnih verig. Spremembe v strukturi in količini (biomasi) fitobentosa kot posledici vpliva človeka (npr. spremembe vodnega režima zaradi regulacij vodotokov), lahko vplivajo na višje trofične nivoje vključno z bentoškimi nevretenčarji in ribami. V vodotokih s stabilnim in mirnim vodnim tokom ter veliko hranili se lahko fitobentos močno razraste, kar povzroča evtrofikacijo (slika 4). Povečana biomasa alg postane problematična predvsem v nočnem času, ko alge zaradi dihanja porabijo raztopljen kisik v vodi in pa ob množičnem odmiranju alg (naravni pojav pozno poleti in zgodaj jeseni), ko se ob bakterijski razgradnji odmrlega organskega materiala kisik intenzivno porablja.



Slika 4. Prekomerna razrast fitobentosa v reki Cerkniščici v kraju Dolenja vas kot posledica regulacije vodotoka, spremenjenega vodnega režima in obremenjenosti vodotoka z organskimi snovmi in hranili (foto: Elizabeta Gabrijelčič, 2016)

Figure 4. Proliferation of phytobenthos at Cerkniščica River in Dolenja vas due to watercourse regulation, altered flow regime and pollution with organic compounds and nutrients (photo: Elizabeta Gabrijelčič, 2016)

Z vidika ekologije in onesnaževanja okolja so alge že od nekdaj uporabni indikatorji obremenjenosti vodnih ekosistemov; pomembno vlogo imajo tudi pri vrednotenju samočistilnih sposobnosti vodnih ekosistemov. V prisotnosti ali odsotnosti določenih vrst in njihovi zastopanosti se namreč kaže obseg obremenjenosti vodnega ekosistema.

VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI FITOBENTOSA

Fitobentos se kot element kakovosti za vrednotenje ekološkega stanja uporablja zaradi enostavnega vzorčenja, predvidljivih reakcij na spremembe v kakovosti vode in hitrega razmnoževanja, zaradi česar hitreje reagira na spremembe v okolju kot ostali biološki elementi kakovosti. V Sloveniji se za namen vrednotenja ekološkega stanja na podlagi fitobentosa uporablja le ena izmed skupin alg in sicer kremenaste alge ali diatomeje. Kremenaste alge so v vodotokih in litoralu jezer prisotne celo leto in ne le spomladi in poleti, kot večina drugih skupin alg (npr. cianobakterije, zelene, zlate, rumene in rdeče alge). Poleg tega so kremenaste alge prisotne v vseh habitatnih tipih (tolmuni s stoječo vodo, prodišča, brzice itd.) in poraščajo skoraj vse potopljene substrate (mulj, pesek, večje skale, makroalge, višje rastline, žive in odmrle rastlinske dele, plastiko itd.). Prav zaradi teh lastnosti jih lahko brez težav nabereмо v vseh sezonah in na vseh vzorčnih mestih. Kremenaste alge so zaradi svoje splošne razširjenosti dobri pokazatelji kakovosti vode, poleg tega je zanje razvit zelo dober sistem vrednotenja ekološkega stanja.

Vrednotenje ekološkega stanja na podlagi bioloških elementov kakovosti se izvaja v skladu z metodologijami objavljenimi na spletni strani Ministrstva za okolje in prostor: http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/ekolosko_stanje_povrsinskih_voda/

Vzorčenje

Primerno obdobje vzorčenja fitobentoške združbe v vodotokih je na koncu obdobja nizkih voda, ko so hidrološke razmere že nekaj časa stabilne, oziroma vsaj 2 tedna po visokem vodostaju. Fitobentos v jezerih vzorčimo poleti, ko so hidrološke razmere stabilne. Vodotoke in jezera, ki presihajo vzorčimo spomladi, preden presahnejo. Pogostost vzorčenja fitobentosa je 1-krat letno. V vodotokih mesto vzorčenja izberemo tako, da je vključenih več različnih habitatov (reprezentativnih za vodno telo), ki jih definirajo substrat, hitrost vodnega toka, globina vode in zasenčenost (npr. prodišče, mulj, brzica,

tolmun) (slika 5). V jezerih se izbere odsek dolžine 100 m, po možnosti s prodiščem. Običajno se za slovenska jezera izbere 3 različne odseke, na katerih je mogoče izbrati mesta vzorčenja, ki predstavljajo večinski substrat v jezeru. Način vzorčenja je odvisen od habitata. Tako na primer substrat (prodnike, kamne, pesek, makrofite, potopljen les idr.) obrasel s fitobentosom (slika 6) postrgamo z nožkom ali ščetko. Na mestu vzorčenja z mehkim sedimentom vzorčenje poteka z žlico, medtem ko organizme, ki tvorijo daljše filamente, nežno pobere s prsti in prenesemo v kadičko. Vzorec, ki ga sestavimo iz vzorcev nabranih na različnih habitatnih tipih, premešamo v kadički in ga prelijemo v plastenko s širokim vratom. Vzorec v plastenki že na terenu konzerviramo z raztopino formaldehida, lugola ali alkohola za analizo v laboratoriju.



Slika 5. Vzorčenje fitobentosa na izviru Kamniške Bistrice (foto: Elizabeta Gabrijelčič, 2017)
Figure 5. Phytobenthos sampling at the source of Kamniška Bistrica (photo: Elizabeta Gabrijelčič, 2017)

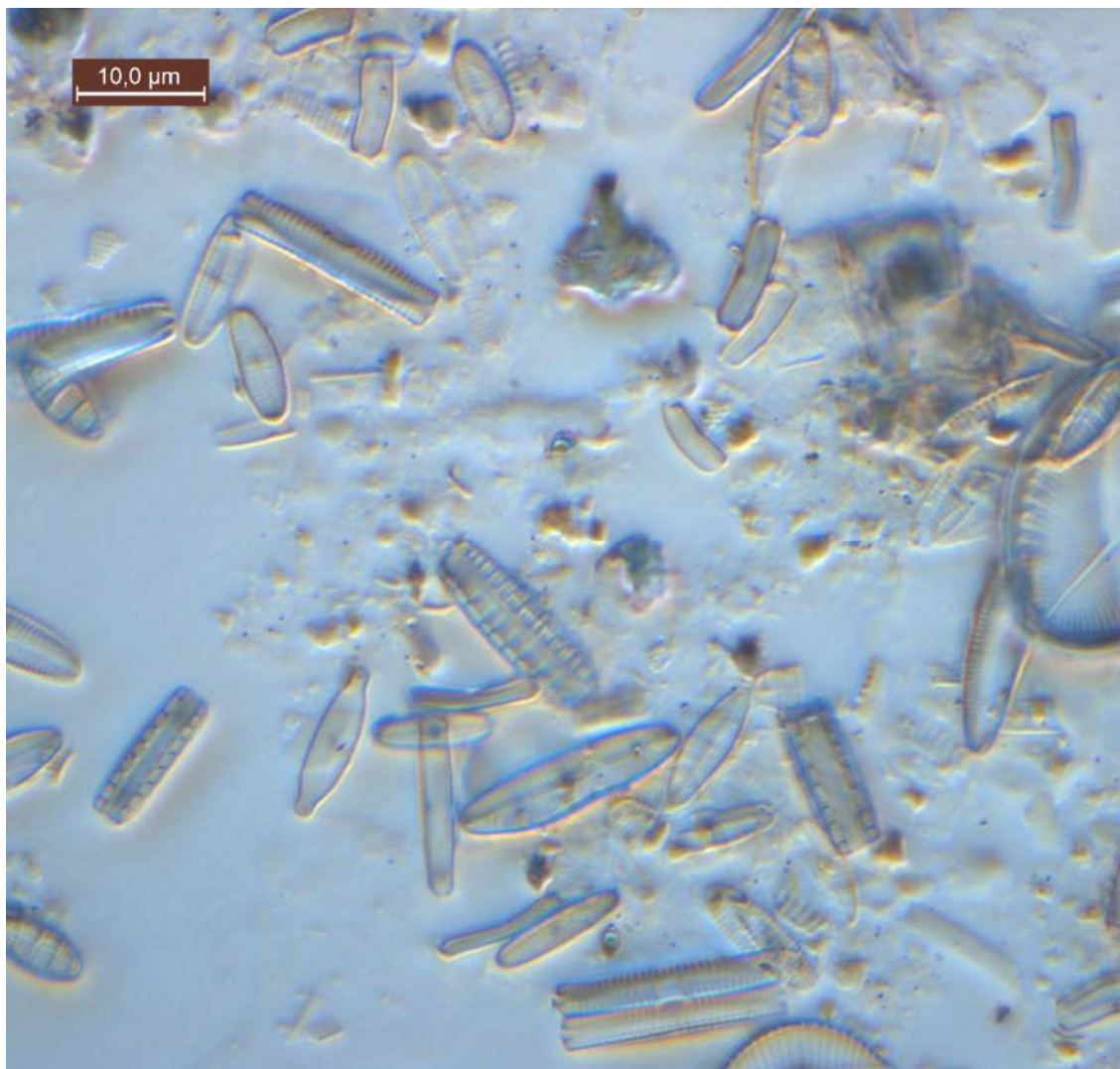


Slika 6. Vzorec fitobentosa nabran v reki Dragonji na vzorčnem mestu Planjave (foto: Elizabeta Gabrijelčič, 2018)
Figure 6. Phytobenthos sample from Dragonja River at sampling site Planjave (photo: Elizabeta Gabrijelčič, 2018)

Analiza v biološkem laboratoriju

Konzerviran vzorec fitobentosa pregledamo pod svetlobnim mikroskopom v biološkem laboratoriju z namenom določitve vrstne sestave alg in cianobakterij. Za namen vrednotenja ekološkega stanja iz dela vzorca s posebnim postopkom pripravimo trajne preparate za mikroskopiranje kremenastih alg. Posebni postopek zajema čiščenje vzorcev s koncentrirano dušikovo kislino (HNO_3) z namenom odstranitve organske snovi tako v celicah kremenastih alg (jedro, kloroplasti, mitohondriji, ipd.) kot zunaj njih (ostale alge, detrit, ipd.). S takšno pripravo vzorca dobimo prazne silikatne lupinice kremenastih alg (slika 7), ki jih potrebujemo za določitev kremenastih alg do nivoja vrst, kot je zahtevano za vrednotenje ekološkega stanja.

Pri pregledu trajnega preparata kremenastih alg do vrste natančno določimo najmanj 500 lupinic kremenastih alg. Določanje in štetje celic se izvaja s pomočjo svetlobnega mikroskopa pod 1000x povečavo. Pogostost pojavljanja posameznih vrst izrazimo kot število lupinic posamezne vrste od 500 prešteti lupinic na vzorec oz. trajni preparat.



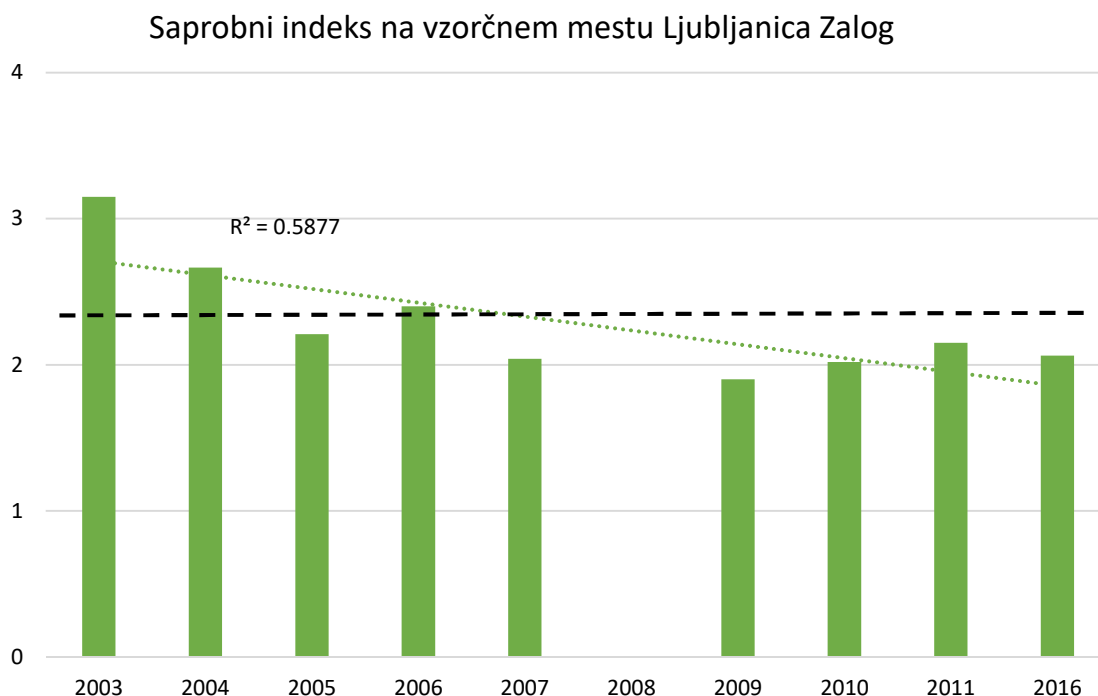
Slika 7. Kremenaste alge očiščene z dušikovo kislino, ki so bile nabrane v reki Soči na vzorčnem mestu Solkanski jez, povečava 1000x (foto: Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2018)
 Figure 7. Diatoms prepared with nitrogen acid in Soča River at sampling site Solkanski jez, 1000x magnification (photo: Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2018)

Vrednotenje ekološkega stanja na podlagi fitobentosa

Na podlagi fitobentosa vrednotimo predvsem dva tipa obremenitev in sicer:

1. eutrofikacijo vodotokov in jezer s trofičnim indeksom (TI) in
2. obremenitev vodotokov z organskimi snovmi s saprobnim indeksom (SI).

Na sliki 8 so prikazane vrednosti SI za fitobentos na vzorčnem mestu Ljubljana Zalog v letih 2003 do 2016. Vrednosti SI so v razponu od 1 do 4, pri čemer 1 pomeni najboljše in 4 najslabše stanje. Iz slike 8 je razvidno, da je bila pred letom 2005, ko je pričela poskusno obratovati sekundarna stopnja čiščenja centralne čistilne naprave Ljubljana, Ljubljana na vzorčnem mestu v Zalogu močno obremenjena z organsko maso (vrednosti SI nad 3), po letu 2005 pa so se vrednosti SI opazno znižale, z vrednostmi SI večinoma okrog 2, kar pomeni z organskimi snovmi zmerno obremenjeno vodno telo. V skladu z metodologijami za vrednotenje ekološkega stanja, uvedenimi v letu 2006, je Ljubljana v Zalogu od leta 2006 dalje glede na fitobentos uvrščena v dobro ekološko stanje.



Slika 8. Saprobni indeks na osnovi fitobentosa na vzorčnem mestu Ljublanica Zalog pod iztokom iz centralne čistilne naprave Ljubljana v letih 2003–2016 (vir: ARSO). - - - meja dobro/zmerno stanje.

SUMMARY

Phytobenthos are algae and cyanobacteria living on or attached to substrate or other organisms in surface waters. Phytobenthos is an essential component of lotic ecosystems; it is responsible for most primary production, forms the autotrophic base of stream food webs and is especially important in regulated tailwaters in which upstream sources of detritus are interrupted. Phytobenthos is used as a biological quality element for the assessment of the ecological status of rivers and lakes due to simple sampling, predictable reactions to changes in water quality and rapid reproduction, which makes it more responsive to environmental changes than other biological quality elements. Ecological status of water body is assessed based on presence or absence of indicator phytobenthos organisms and their abundance.