

Ocena vpliva odvzema vode iz vodotoka Oplotnica na hidromorfološke in fizikalno-kemijske dejavnike ter na združbo perifitona

Petra PEROCI¹, Nataša SMOLAR-ŽVANUT², Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ³

¹ Ob ribniku 10, SI-2000 Maribor, Slovenija

² Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova 28c, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: natasa.smolar@izvrs.si

³ Inštitut za celulozo in papir, Bogišičeva 8, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: aleksandra.krivograd-klemencic@icp-lj.si

Izvleček. V obdobju od maja do avgusta 2007 smo na vodotoku Oplotnica vzorčili perifiton, ocenili hidromorfološke ter merili fizikalne in kemijske dejavnike. Odvzemna mesta smo izbrali na območju odvzema vode za potrebe malih hidroelektrarn (MHE) Hohler in Oplotnica. Ocenili smo vpliv odvzema vode na združbo perifitona, na hidromorfološke ter na fizikalne in kemijske dejavnike. Ugotovili smo spremembe hidromorfoloških dejavnikov na odzemnih mestih, ki so pod vplivom odvzema vode. Fizikalni in kemijski dejavniki ter vrstna sestava in pogostost pojavljanja perifitona pa se vzdolž vodotoka niso veliko spreminjali. Manjše razlike v vrstni sestavi in pogostosti pojavljanja perifitona so posledica različnih tipov vodnih habitatov na posameznih odzemnih mestih. Bray–Curtisov koeficient podobnosti je pokazal večjo časovno kot krajevno odvisnost. Vrednosti Pantle–Buckovih saprobnihih indeksov uvrščajo vodotok Oplotnica v I. in I.–II. kakovostni razred, kar nam pove, da je bila voda v vodotoku Oplotnica v času vzorčenja neobremenjena oziroma malo obremenjena.

Ključne besede: perifiton, alge, tekoče vode, Oplotnica, odzem vode

Abstract. THE IMPACT OF WATER ABSTRACTION ON HYDROMORPHOLOGICAL, PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS AND ON PERIPHYTON COMMUNITY IN THE RIVER OPLOTNICA – From May to August 2007, sampling of periphyton, estimation of hydromorphological, physical and chemical parameters on the Oplotnica river were performed. The sampling sites were selected in the water abstraction area of the Oplotnica river for the purpose of small Hohler and Oplotnica hydroelectric plants. The impact of water abstraction on the hydromorphological, physical and chemical parameters as well as on the community structure and relative abundance of periphyton was estimated. The results showed changes of hydromorphological parameters at sampling sites affected by water abstraction. Physical and chemical parameters, species composition and relative abundance of periphyton did not alter along the water course to a large extent. Smaller differences in species composition and relative abundance of periphyton were noticed due to different types of water habitats. The Bray–Curtis coefficient of similarity demonstrated the periphyton community to be more time than place dependent. The Pantle–Buck Saprobic index classifies the Oplotnica river in the I. and I.-II. class according to the quality, which gives evidence that water in the water course was not polluted or polluted to a minor extent.

Key words: periphyton, algae, running waters, Oplotnica, water abstraction

Uvod

Vodna energija je obnovljiv vir energije. V hidroelektrarnah se kinetična energija vode uporablja za proizvodnjo električne energije. Posledica rabe vodne energije so lahko velike hidromorfološke spremembe vodotokov, ki se kažejo v spremenjeni dinamiki (trajanje in pogostost) pretokov vode, v zmanjšanju hitrosti in časovni neenakomernosti vodnega toka. Plavine, ki jih voda ne prenaša, se odlagajo kot naplavine in usedline. V času nizkih pretokov se v vodotokih kopičijo drobni sedimenti, v tolmunih in na odsekih vodotokov, kjer voda zastaja, je povečano odlaganje organskih delcev. Odvzem vode v večini primerov povzroči spremembe hidromorfoloških ter fizikalnih in kemijskih dejavnikov, zmanjša se biodiverziteta vodne in obvodne flore, spremenjene lokalne razmere pa lahko omogočajo povečanje biomase posameznih vrst alg (Smolar-Žvanut et al. 2005).

Spremembe hidromorfoloških ter fizikalnih in kemijskih dejavnikov v vodotoku vplivajo na spremembe v življenjski združbi ekosistema. Za ovrednotenje vpliva odvzema vode za potrebe malih hidroelektrarn na vodni ekosistem je treba ekosistem obravnavati celostno, kar pomeni, da moramo preučiti tudi njegove žive dele.

Vodni organizmi (vodni nevretenčarji, alge, makrofiti, ribe) so dobri kazalci razmer v vodi. Ne odzivajo se samo na fizikalne in kemijske značilnosti vode, marveč s svojo prisotnostjo ali odsotnostjo dobro odsevajo tudi njegove morfološke značilnosti. Z analizami različnih vodnih združb lahko dobro pojasnimo razmere tako v vodotoku kot v zaledju (Urbanič & Mikoš 2002).

Perifitonske alge so najpomembnejši primarni producenti v vodotokih, so pomembna komponenta pri ekološkem ravnovesju vodotokov, tvorijo organsko snov, kar ima velik pomen pri pretoku snovi in energije (Carr 2005). Posledice sprememb v vodotoku se kažejo tako na obliki kot na delovanju perifitonske združbe, kar vpliva na delovanje celotnega vodnega ekosistema (Biggs 2000).

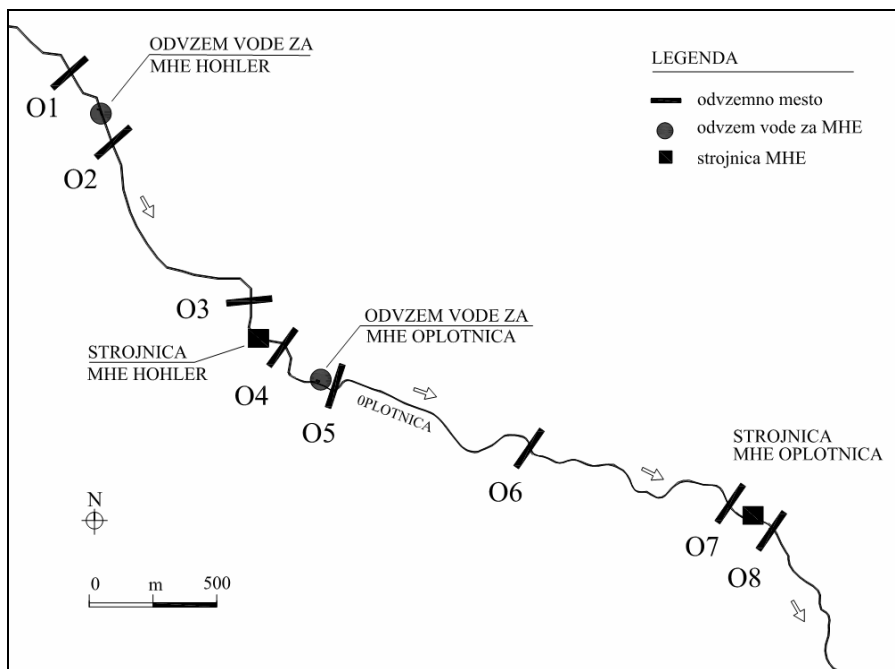
Namen naše raziskave je bil oceniti vpliv odvzema vode za potrebe malih hidroelektrarn Hohler in Oplotnica na hidromorfološke, fizikalne in kemijske dejavnike ter na združbo perifitona v vodotoku Oplotnica.

Metode

Vodotok Oplotnica teče po JV delu Pohorja. Povirni del vodotoka Oplotnice je vzhodno pod Peskom na območju Črnih mlak, na nadmorski višini 1340 m. V zgornjem toku je vodotok Oplotnica hudourniški, na poti v dolino vrezuje globoke grape. V srednjem in spodnjem toku se strmec zmanjša, zato je struga širša. Skupaj z manjšimi pritoki si utira pot vse do kraja Oplotnica, kjer je strmec močno zmanjšan in teče po ravnini vse do izliva v reko Dravinjo pri Draži vasi na nadmorski višini 282 m. Oplotnica ima dežno-snežni vodni režim. Na vodotoku Oplotnica so zgrajene male hidroelektrarne, med drugimi tudi MHE Hohler in MHE Oplotnica.

Na vodotoku Oplotnica (Sl. 1) smo na odseku, ki je pod vplivom odvzema vode za MHE Hohler in MHE Oplotnica, ocenili vpliv odvzema vode na hidromorfološke, fizikalne in kemijske dejavnike ter na združbo perifitona. Izbrali smo 8 odzemnih mest pred in po odvzemu vode ter na mestih ponovne vrnitve vode v vodotok. Odzemno mesto O1 je bilo izbrano kot referenčno mesto za MHE Hohler, odzemno mesto O4 pa kot referenčno mesto za MHE Oplotnica – na obeh odzemnih mestih je bila v strugi vsa voda. Druga odzemna mesta (O2, O3, O5, O6 in O7) pa so bila pod vplivom odvzema vode za pridobivanje energije iz MHE.

Datumi vzorčenj perifitona, ocen hidromorfoloških ter meritev fizikalnih in kemijskih dejavnikov so sledeči: 22. 5. 2007, 5. 7. 2007, 20. 7. 2007 in 7. 8. 2007.



Slika 1. Zemljevid vodotoka Oplotnica z označenimi odvzemnimi mesti (O1-O8) ter mesti odvzema vode za potrebe MHE Hohler in MHE Oplotnica. Označeni sta tudi strojnici MHE Hohler in MHE Oplotnica.

Figure 1. Map of Oplotnica river with marked sampling sites (O1-O8) and sites of water abstraction areas for Hohler and Oplotnica small hydroelectric plants. Engine houses of Hohler and Oplotnica small hydroelectric plants are also marked.

Na vsakem odvzemnem mestu smo perifiton vzorčili vzdolž 50 m dolgega odseka struge, ki je zajemal brzice, tolmine in prodišča. Perifiton smo postrgali s površine groblje, grušča, proda, makrofitov in potopljenega lesa. Skupaj smo nabrali 32 vzorcev, ki smo jih že na terenu fiksirali s 35 % formalinom v razmerju ena proti devet, tako da je bila končna koncentracija formalina v vzorcih približno 4 %. Da smo lahko določili kremenaste alge do nivoja vrst, smo jih obdelali s koncentrirano HNO_3 (Schaumburg et al. 2004). Perifiton smo pregledali pod svetlobnim mikroskopom Nikon Eclipse E400, s fazno kontrastno optiko pri povečavah do 1000 \times . Alge smo identificirali s pomočjo številnih določevalnih ključev (Hindak 1996, Komárek & Anagnostidis 2000, 2005, Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991). V vsakem vzorcu smo določili taksone alg in ocenili njihovo pogostost s števili 1, 3 in 5 (Pantle & Buck 1955).

Podobnost oziroma različnost združb perifitona na posameznih odzemnih mestih smo ovrednotili z multivariantno klastersko analizo (Bray–Curtisov koeficient podobnosti) s pomočjo računalniškega programa CLUSTER (Šiško 2003). Oceno kakovosti vode smo podali s saprobnim indeksom (Pantle & Buck 1955).

Ocenili smo povprečno širino struge, povprečno omočenost struge, ali je struga naravna ali regulirana, odstotek površine s posameznimi globinami vode (razredi 1-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm, nad 60 cm), odstotek površine s posameznimi hitrostmi vodnega toka (0-10 cm/s, 10-30 cm/s, 30-60 cm/s, nad 60 cm/s), kalnost vode, stanje vode (nizka, srednja, visoka), vidnost rečnega dna, strukturo sedimentov (groblja, grušč, prod, pesek) in zasenčenost struge.

Meritve temperature vode, električne prevodnosti, pH, vsebnosti kisika v vodi in nasičenosti vode s kisikom smo opravili s pomočjo WTW-kovčka Multiline/F (APHA 1992).

Rezultati

Hidromorfološke značilnosti vodotoka

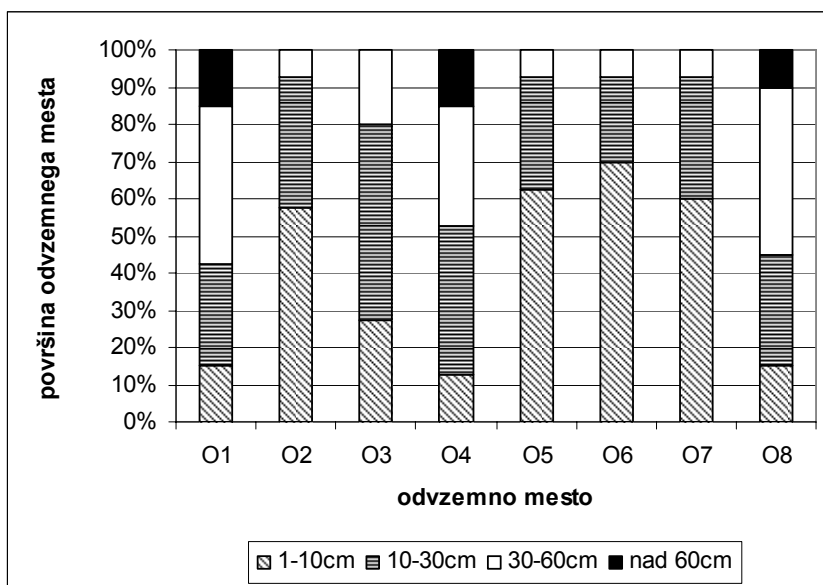
Vodotok Oplotnica ima na odseku, kjer se nahajajo izbrana odzemna mesta, v glavnem naravno oblikovano strugo. V času vzorčenj je bila gladina vode v strugi na vseh odzemnih mestih nizka, rečno dno je bilo vidno, voda ni bila kalna.

Širina in omočenost struge

Širina struge se je vzdolž vodotoka spreminjala od 6 m na odzemnem mestu O3, do 15 m na odzemnih mestih O5, O6, O7. Na odzemnih mestih O1 in O8 je bila struga široka 9 m. Širina omočenega dela struge se je na posameznih odzemnih mestih spreminjala po datumih odvzema, vendar ni bilo večjih razlik. Na odzemnih mestih O1, O2, O4 in O8 je bilo omočena približno 1/2 rečne struge. Na odzemnem mestu O5 je bila omočena samo 1/5 struge, na odzemnem mestu O3 pa 2/3 struge.

Globina vode

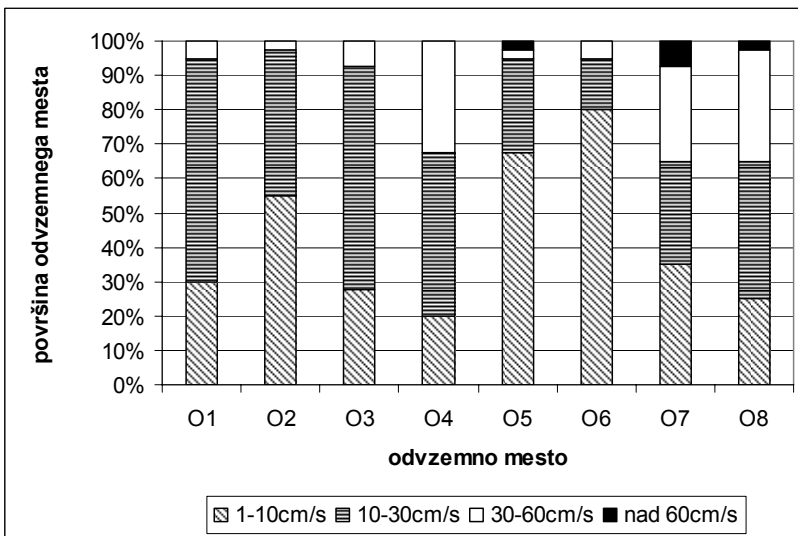
Odstotek površine s posameznimi globinami vode se je vzdolž vodotoka spreminjal (Sl. 2). Na odvzemnih mestih O4, O7 in O8 je bil ocenjen večji odstotek površine z večjimi globinami vode. Voda je bila najgloblja na odvzemnih mestih O4, O7 in O8. Ocene kažejo, da je na 30 % površine odvzemnega mesta voda globlja od 30 cm. Na odvzemnih mestih O5, O7 in O8 smo ocenili tudi globine nad 60 cm. Na odvzemnih mestih O2, O5 in O6 smo ocenili večji odstotek površin z manjšimi globinami vode. Največji odstotek površine z najmanjšo globino vode je bil ocenjen na odvzemnem mestu O6, kjer smo ocenili 80 % površine odvzemnega mesta z globino vode med 1 in 10 cm.



Slika 2. Odstotek površine s posameznimi globinami vode v vodotoku Oplotnica na odvzemnih mestih O1-O8 v letu 2007.
Figure 2. Percent of water surface with single water depths in the Oplotnica river at the sampling sites O1-O8 in 2007.

Hitrost vodnega toka

Odstotek površine s posamezno hitrostjo vodnega toka se je vzdolž vodotoka spreminjal (Sl. 3). Na odvzemnih mestih O1, O4 in O8 smo ocenili večji odstotek površine odvzemnega mesta s hitrostmi vodnega toka nad 30 cm/s. Odvzemna mesta O2, O3, O5, O6 in O7 so imela večji odstotek površin s hitrostjo vodnega toka med 1 in 10 cm/s. Največji odstotek površine z najmanjšo hitrostjo vodnega toka (med 0 in 10 cm/s) je bil ocenjen na odvzemnih mestih O5, O6 in O7.

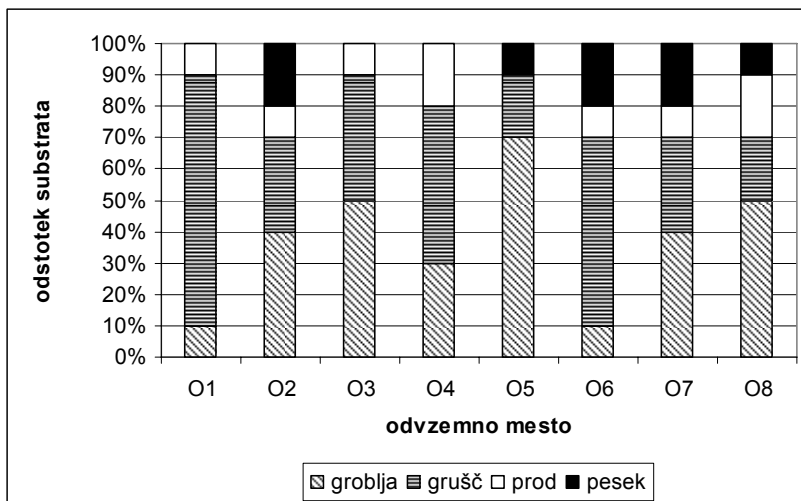


Slika 3. Odstotek površine s posameznimi hitrostmi vodnega toka v vodotoku Oplotnica na odvzemnih mestih O1-O8 v letu 2007.

Figure 3. Percent of water surface with single water velocities in the Oplotnica river at sampling sites O1-O8 in 2007.

Substrat

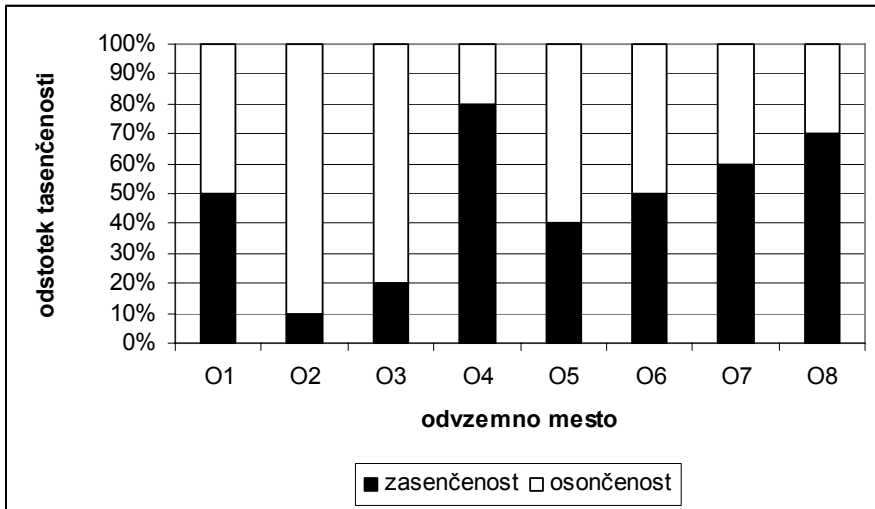
Strugo vodotoka Oplotnica sestavljajo groblja, grušč, prod in pesek (Sl. 4). Največji odstotek groblje smo ocenili na odvzemnem mestu O5, največji odstotek grušča na odvzemnem mestu O1, največji odstotek proda na odvzemnih mestih O4 in O8 in največji odstotek peska na odvzemnih mestih O2, O6 in O7. Po odvzemnem mestu O1 se je močno povečal odstotek groblje.



Slika 4. Odstotek substrata, ki prekriva strugo vodotoka Oplotnica, na odvzemnih mestih O1-O8 v letu 2007.
Figure 4. Percent of substrate, which covers the Oplotnica riverbed, at sampling sites O1-O8 in 2007.

Zasenčenost struge

Zasenčenost struge vodotoka Oplotnica je prikazana na sliki 5. Vodotok Oplotnica teče po pobočju Pohorja, ki je poraščeno z gozdom, kar vpliva na zasenčenost struge. Struga je najbolj zasenčena na odvzemnem mestu O4 (80 %), najmanj pa na odvzemnem mestu O2 (10 %).



Slika 5. Zasenčenost struge vodotoka Oplotnica na odvzemnih mestih O1-O8 v letu 2007.
Figure 5. Shading of the Oplotnica riverbed at sampling sites O1-O8 in 2007.

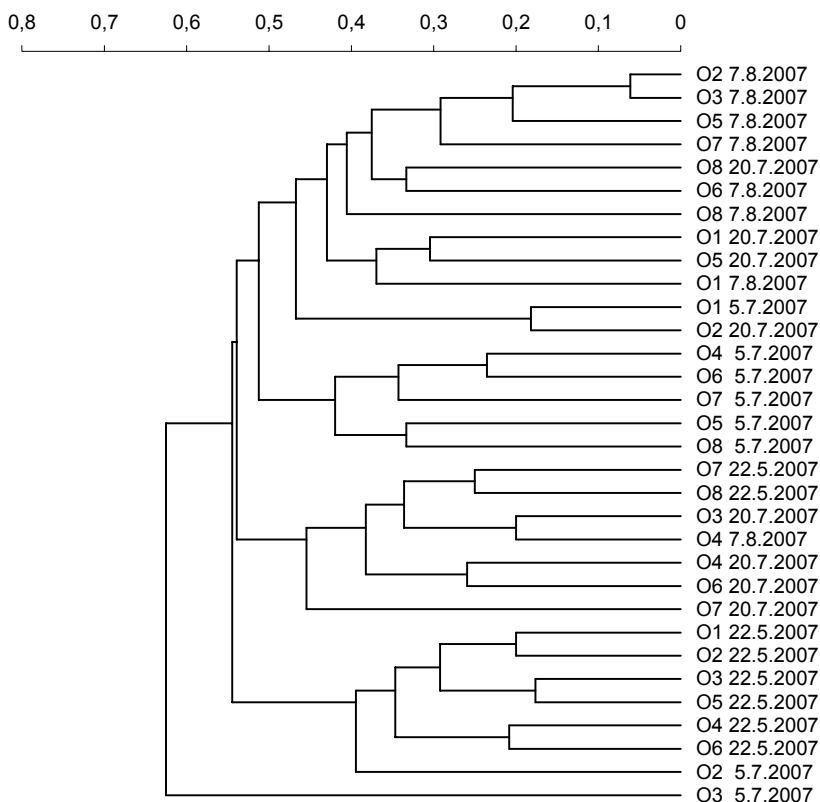
Fizikalni in kemijski dejavniki

Povprečna temperatura vode se na posameznih odvzemnih mestih ni bistveno spreminjala (Tab. 1). Najnižjo temperaturo vode smo izmerili na odvzemnem mestu O1 (12,3 °C). Na odvzemnih mestih O2 in O3, ki sta pod vplivom odvzema vode za MHE Hohler, se je povprečna izmerjena temperatura rahlo dvignila. Na odvzemnem mestu O4, kjer je v strugi vsa voda, je v povprečju temperatura vode padla za 0,2 °C. Na odvzemnih mestih O5, O6 in O7, ki so pod vplivom odvzema vode za MHE Oplotnica, pa se je povprečna temperatura vode zopet zvišala. Na odvzemnem mestu O8, kjer je v strugi vsa voda, se je povprečna temperatura vode znižala za 1,8 °C. Povprečne koncentracije raztopljenega kisika v vodi se med posameznimi odvzemnimi mesti niso bistveno razlikovale, na vseh odvzemnih mestih so bile nad 10 mg/L. Nasičenost vode s kisikom je bila visoka, povprečne vrednosti so bile na vseh odvzemnih mestih nad 100 %. Povprečne vrednosti pH se med posameznimi odvzemnimi

Takson / Taxon	Odvzemno mesto / Sampling site							
	01	02	03	04	05	06	07	08
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange – Bertalot	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Achnanthes</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kützing) Grunow	•							
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Gronow	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	•							
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner							•	
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory	•							
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) de Toni		•	•			•		
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	•	•	•	•				•
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg		•	•		•			
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenerg	•	•	•	•	•	•		•
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenbeg				•				
<i>Nitzschia</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Nitzschia linearis</i> (Agrdh) W. Smith	•	•	•	•	•	•	•	•
CHLOROPHYTA								
<i>Ulothrix</i> sp.			•					
<i>Ulothrix zonata</i> Kützing	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Microspora</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Mougeotia</i> sp.								•
<i>Spirogyra</i> sp.								•
RHODOPHYTA								
<i>Audouinella chalybea</i> (Lyngbye) Fries	•	•	•	•	•	•	•	•
Število vrst	22	21	22	20	19	19	18	22

Bray - Curtisov koeficient podobnosti

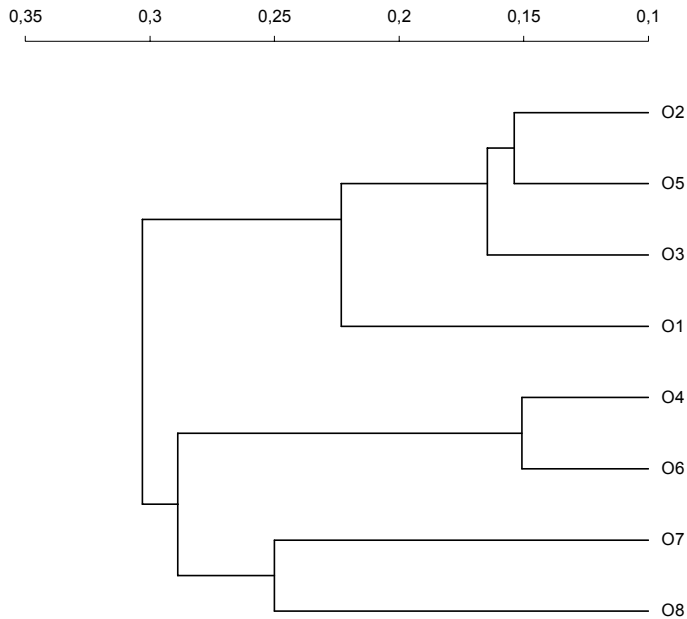
Iz dendrograma (Sl. 6) klastrske analize je razvidno, da so bile časovne spremembe v sestavi združbe alg večje od prostorskih.



Slika 6. Dendrogram podobnosti na osnovi Bray-Curtisovega indeksa podobnosti med posameznimi odvzemnimi mesti in datumi vzorčenja v vodotoku Oplotnica leta 2007.

Figure 6. Bray-Curtis similarity coefficient for sampling sites and sampling dates in the Oplotnica river in 2007.

Na sliki 7 je prikazan Bray-Curtisov koeficient podobnosti za perifitonske alge med posameznimi odvzemnimi mesti v vodotoku Oplotnica. Na dendrogramu lahko ločimo dve skupini. V prvi skupini so odvzemna mesta O2, O5, O3 in O1. V drugi skupini so odvzemna mesta O4, O6, O7 in O8.



Slika 7. Dendrogram na osnovi Bray-Curtisovega koeficienta podobnosti med posameznimi odvzemnimi mesti v vodotoku Oplotnica v letu 2007.

Figure 7. Bray-Curtis similarity coefficient for sampling sites in the Oplotnica river in 2007.

Razprava

Hidromorfološki dejavniki

Rezultati so pokazali spremenjene hidromorfološke razmere na delih vodotoka, ki so pod vplivom odvzema vode za MHE Hohler in MHE Oplotnica. Podobno so raziskave vpliva odvzema vode na reki Soči in Bistrici pokazale velike spremembe v hidromorfoloških dejavnikih pod pregradami (Smolar-Žvanut 2001, Smolar-Žvanut et al. 2005). Globina vode je bila na odzemnih mestih O1, O4 in O8 (odzemna mesta z vso vodo v strugi) večja kot na odzemnih mestih O2, O3, O5, O6 in O7 (odzemna mesta pod vplivom odvzema vode za MHE). Na odzemnih mestih O5 in O7 je bila voda globlja le v tolmunih, ki so nastali zaradi geomorfološke oblikovanosti struge. Hitrost vodnega toka je bila višja na odzemnih mestih O1, O4 in O8 (vsa voda v strugi) v primerjavi z odzemnimi mesti pod vplivom odvzema vode za MHE (O2, O3, O5, O6, O7). Na odzemnih mestih O5 in O7 je voda v tolmunih zastajala. Na vseh odzemnih mestih je bila glede na širino struge omočenost struge majhna. Te razlike so bile posledica nizke do srednje višine vode Oplotnice v obdobju meritev. Najmanjše razlike med širino in omočenostjo struge so bile na odzemnih mestih O2, O3, O4 in O8. Razlogi so geomorfološke značilnosti območja (ozke grape, večji padci). Na drugih odzemnih mestih je bila struga vodotoka Oplotnica bolj razširjena. Opazna je razlika med odzemnimi mesti, kjer je v strugi vsa voda. Na primerjalnem odzemnem mestu O1 je večja razlika med širino struge in omočenim delom. Odzemno mesto O4 je v ozki grapi tik pod izpustom vode za potrebe MHE Hohler nazaj v strugo in prav tako je struga Oplotnice ozka na odseku, kjer je bilo izbrano odzemno mesto O8. V zadnjih dveh primerih velika količina vode priteče iz cevi v naravno strugo, voda ima veliko hitrost in krajši zadrževalni čas. Največje razlike med širino struge in omočenim delom so bile izmerjene na odzemnih mestih O5, O6 in O7 (odzemna mesta pod vplivom odvzema vode za MHE Oplotnica), na teh odzemnih mestih so bile ocenjene tudi manjše globine vode in nižje hitrosti vodnega toka. Strugo vodotoka Oplotnica sestavljajo groblja, grušč, prod in pesek. Na odzemnih mestih O1, O4 in O8 (v strugi vsa voda) je bil ocenjen manjši odstotek groblje v primerjavi z odzemnimi mesti O2, O3, O5, O6 in O7 (pod vplivom odvzema vode za potrebe MHE). V strugi je bila večji del leta manjša količina vode, ki ima manjšo moč in ne more premikati večjih kamnov. Na odzemnih mestih O2, O6 in O7 (pod vplivom odvzema vode za potrebe MHE) so se pojavljali peščeni nanosi kot posledica zmanjšane moči vode, kar je povzročilo odlaganje manjših delcev substrata. V času večjih padavin se v strugi vzdolž vodotoka poveča količina vode, ki ima večjo moč, in takrat voda s seboj odnaša peščene nanose.

Fizikalni in kemijski dejavniki

Odvzem vode je vplival na manjše spremembe temperature na posameznih odvzemnih mestih. Na odvzemnih mestih O1, O4 in O8 (v strugi vsa voda) so bile izmerjene nižje temperature v primerjavi z odvzemnimi mesti O2, O3, O5, O6 in O7 (pod vplivom odvzema vode). Višje temperature vode so posledica manjše količine vode v vodotoku, ki se hitreje segreva. Nižja temperatura vode na odvzemnem mestu O1 je posledica višje nadmorske višine. Na odvzemnih mestih O4 in O8 pa je izmerjena nižja temperatura vode lahko posledica vračanja vode za potrebe malih hidroelektrarn v strugo.

Izmerjene vrednosti nasičenosti vode s kisikom so bile na vseh odvzemnih mestih dne 5.7.2007 in 7.8.2007 nad 100 %, kar je posledica ugodnega odnosa med biogenim vnosom kisika in njegovo porabo v skladu s temperaturo vode. Dne 22.5.2007 in 7.8.2007 je bila nasičenost vode s kisikom nekoliko nižja v primerjavi z drugimi datumi, kar je posledica višje temperature vode, saj se z naraščanjem temperature vode v njej topi manj kisika.

Izmerjene vrednosti električne prevodnosti so bile dne 22.5.2007, 20.7.2007 in 7.8.2007 na vseh odvzemnih mestih podobne, dne 5.7.2007 so bile izmerjene vrednosti nekoliko nižje, kar je verjetno posledica padavin v obdobju pred meritvami, saj padavine zaradi učinka redčenja zmanjšujejo koncentracijo ionov (Urbanič & Toman 2003). Na odvzemnih mestih O3, O6 in O7 smo izmerili rahlo višje vrednosti električne prevodnosti, kar lahko razložimo z manjšo količino vode v strugi, ki raztaplja kamninsko podlago, in večjo količino odpadlega razkrajajočega se listja v strugi.

Izmerjene vrednosti pH so bile ves čas meritev na vseh odvzemnih mestih nad 7 pH, kar je značilno za vodotoke na tem območju Slovenije.

Biološki dejavniki

Na odvzemnih mestih O1, O4 in O8 (v strugi vsa voda) smo ugotovili 18 skupnih taksonov, kar je verjetno odsev podobnih hidromorfoloških dejavnikov. Na odvzemnem mestu O1 smo ugotovili 3 vrste (*Achnanthes delicatula*, *A. minutissima* in *Cymbella sinuata*), ki se na drugih odvzemnih mestih niso pojavljale. Kremenasto alga *Pinnularia viridis* smo zabeležili le na odvzemnem mestu O4. Na odvzemnem mestu O8 smo zabeležili vrste *Oscillatoria* sp., *Mougeotia* sp. in *Spirogyra* sp., ki jih na drugih odvzemnih mestih ni bilo. Na odvzemnih mestih, ki so pod vplivom odvzema vode za potrebe MHE, smo ugotovili 6 vrst, ki se niso pojavljale na odvzemnih mestih, kjer je v strugi vsa voda: *Chamaesiphon incrustans* (O6), *Cyclotella* sp. (O3), *Cymbella cistula* (O7), *Frustulia vulgaris* (O2, O3, O6), *Gomphonema truncatum* (O2, O3, O5) in *Ulothrix* sp. (O3).

Vrstna sestava perifitonskih alg se vzdolž vodotoka ni bistveno spreminjala, kar je verjetno posledica zadostne količine vode tudi na odsekih vodotoka, ki so pod vplivom odvzema vode. Do manjših sprememb v pojavljanju in pogostosti posameznih vrst alg je prišlo zaradi razlik v zgradbi in strukturi vodnih habitatov (tolmun, brzica, prodišče). Na odsekih vodotoka, ki so pod vplivom odvzema vode, se je povečalo število tolmunov in zmanjšalo število brzic. Raziskave v reki Bistrici (Smolar-Žvanut et al. 2005) so pokazale, da je v Bistrici prišlo do večjih sprememb v združbi perifitonskih alg kot v vodotoku Oplotnica.

Vpliv svetlobe na združbo alg v vodotoku Oplotnica ni izrazil, saj je večji del struge zasenčen. Najbolj osončeni sta bili odvzemni mesti O2 in O3 (70 %). Na odvzemnem mestu O3 smo zabeležili vrsti *Cyclotella* sp. in *Ulothrix* sp., ki se na drugih odvzemnih mestih nista pojavljali.

Bray–Curtisov koeficient podobnosti kaže kvalitativne spremembe v strukturi združbe, zagotavlja hiter ter enostaven pregled podobnosti (različnosti) med perifitonskimi združbami alg posameznih odvzemnih mest. Pokazal je, da so bile časovne spremembe v sestavi združbe alg večje od prostorskih.

Na osnovi saprobnega indeksa uvrščamo vodotok Oplotnica v času vzorčenja v oligosaprobnostno stopnjo oziroma v I. kakovostni razred ter v oligo- do beta mezosaprobnostno stopnjo oziroma v I. - II. kakovostni razred, kar kaže na malo obremenjen vodotok.

Sklepi

Odvzem vode iz vodotoka Oplotnica za potrebe MHE Hohler in MHE Oplotnica je povzročil spremembe hidromorfoloških značilnosti vodotoka, ni pa bistveno vplival na fizikalne in kemijske dejavnike in na pojavljanje ter pogostost združbe perifitonskih alg.

Povzetek

Na vodotoku Oplotnica smo na odseku, ki je pod vplivom odvzema vode za MHE Hohler in MHE Oplotnica, ocenili vpliv odvzema vode na hidromorfološke, fizikalne in kemijske dejavnike ter na združbo perifitona. Izbrali smo 8 odzemnih mest pred in po odvzemu vode ter na mestih ponovne vrnitve vode v vodotok. Rezultati so pokazali spremembe v hidromorfoloških dejavnikih na delih vodotoka, ki so bili pod vplivom odvzema vode. Globina vode in hitrost vodnega toka sta se na odzemnih mestih, ki so bili pod vplivom odvzema vode, zmanjšala. Odvzem vode je vplival na omočenost struge ter na vrsto in razporeditev substrata v strugi. Rezultati meritev fizikalnih in kemijskih dejavnikov niso pokazali bistvenih sprememb na delih vodotoka, ki so bili pod vplivom odvzema vode. Izjema je temperatura vode, ki je bila na odzemnih mestih, ki so pod vplivom odvzema vode za potrebe MHE, višja. Vrstna sestava in pogostost pojavljanja perifitonskih alg se vzdolž vodotoka nista veliko spreminjali. Manjše razlike so posledica različnih tipov vodnih habitatov na posameznih odzemnih mestih. Prevladovali so taksoni iz skupine Heterokontophyta. Bray–Curtisov koeficient podobnosti je pokazal, da so bile časovne spremembe v sestavi združbe alg večje od prostorskih. Glede na saprobni indeks je spadal vodotok Oplotnica v času meritev v I. in v I.–II. kakovostni razred.

Summary

The impact of water abstraction on the hydromorphological, physical and chemical parameters as well as on the community structure and relative abundance of periphyton was estimated on the Oplotnica river. Eight sampling sites were selected in the water abstraction area for the purpose of small Hohler and Oplotnica hydroelectric plants. The sampling sites were selected before and after the water abstraction and at the sites of the river when all water returned into the watercourse. The results showed changes of hydromorphological parameters at sampling sites affected by water abstraction. Water depth and water velocity decreased at sampling sites affected by water abstraction. Water abstraction influenced also wetness of the riverbed and composition and rank of substrata in the riverbed. Physical and

chemical parameters did not change significantly at the sampling sites affected by water abstraction, with the exception of water temperature, which was higher at the affected sampling sites. Species composition and relative abundance of periphyton did not alter along the water course to a large extent. Smaller differences in species composition and relative abundance of periphyton were noticed due to different types of water habitats. The predominant group of algae were Heterokontophyta. The Bray-Curtis similarity coefficient demonstrated periphyton community to be more time than place dependent. The Pantle-Buck Saprobic index classifies the Oplotnica river in the I. and I.-II. quality class.

Literatura

- APHA. AWWA. WPCF (1992): Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th edition.
- Biggs B.J.F. (2000): New Zeland Periphyton Guideline: Detecting, Monitoring and Managing Enrichment of Streams. NIWA, Christchurch.
- Carr G.M. (2005): Prediction of periphyton in rivers, Doctoral thesis. University of Ottawa, Ottawa.
- Hindak F. (1996): Kl'úč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Slovenská botanická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 77 pp.
- Komárek J., Anagnostidis K. (2000): Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. In: Ettl H., Gärtner G., Heying H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Spectrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 548 pp.
- Komárek J., Anagnostidis K. (2005): Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. In: Büdel B., Gärtner G., Krienitz L., Schagerl M. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2. Elsevier, Heidelberg, 759 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heying H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 876 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1988): Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heying H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 596 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991): Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heying H., Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 576 pp.
- Pantle R., Buck H. (1955): Die biologische der Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- u. Wasserfach 96: 604.
- Schaumburg J., Schmedtje U., Schranz C., Köpf B., Schneider S., Meilinger P., Hofmann G., Gutowski A., Foerster J. (2004): Instruction Protocol for the Ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EU Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Water Management Agency, München, 89 pp.

- Smolar-Žvanut N. (2001): Vloga perifitonskih alg pri določanju sprejemljivega pretoka vode v tekočih vodah. *Acta hydrotechnica* 19(30): 65–89.
- Smolar-Žvanut N., Mikoš M., Padežnik M., Burja D., Breznik B., Vrhovšek D., Kosi G. (2005): Primerjava vodnega ekosistema reke Bistrice nad in pod pregrado za MHE Mojstrana. V: Mišičev vodarski dan, Vodnogospodarski biro Maribor, Maribor, pp. 118-123.
- Šiško M. (2003): »Računalniški program CLUSTER« (neobjavljeno)
- Urbanič G., Mikoš M. (2002): Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov – 1. pregled nekaterih metod vrednotenja. *Gradbeni vestnik* 51: 262–269.
- Urbanič G., Toman M.J. (2003): *Varstvo celinskih voda*. Študentska založba, Ljubljana.