

BIOLOŠKA KLASIFIKACIJA GORNJIH
TIJEKOVA KRŠKIH RIJEKA

Mit deutscher Zusammenfassung

ZLATKO PAVLETIĆ i IVAN MATONIČKIN

(Iz Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu i Instituta za biologiju Sveučilišta
u Zagrebu)

Uvod

Savremena limnologija je danas jedno od najbolje razvijenih područja biologije. Međutim, u našoj zemlji kopnene vode nisu dovoljno istražene u biološkom pogledu, pa možemo reći da znatno zaostajemo od općih dostignuća u tom području biologije. Postoje tek fragmentarni podaci od nekolicine starijih autora, kao što su Car (1911), Krmpotić (1913, 1914), Šoštarić (1888), uglavnom za Plitvička jezera koja su oduvijek predstavljala jednu od najatraktivnijih tačaka hrvatskih prirodoslovaca. Ali ni u novije vrijeme površinske vode nisu posebno istraživane, tako da možemo naići tek na pokoji rad koji tretira biologiju ovih voda (Karaman 1932, Thaller 1953, Pevalek 1935). Kopnene vode Hrvatske počele su se intenzivnije istraživati tek u radovima Pavletića (1957), Golubića (1957), Marčenkove (1960), Meštrova (1960), Matoničkina i Pavletića (1963). Međutim, ni ta najnovija istraživanja ni izdaleka ne pružaju dovoljan uvid o biološkim odnosima u površinskim vodama Hrvatske.

Stoga je vrlo teško dati biološku klasifikaciju površinskih voda, koja je danas neophodna za rješavanje ne samo mnogih naučnih pitanja nego i za mnoge probleme koje nameće praksa. Dok u razvijenijim zemljama Evrope postoje registri površinskih voda sa svim podacima, pa i biološkim, kod nas se u tom pogledu prave tek prvi pokušaji.

Nije nam namjera da se upuštamo u praktičnu stranu problema, već ovim prilogom želimo prikazati stanje u jednom dijelu vrlo važnog vodenog biotopa u krškom području. Dok su za takve vode srednjoevropskog područja više ili manje poznate biološke karakteristike riječnog tijeka te njihova biološka klasifikacija i zoniranje zajednica, dotle riječni tijekovi krškog područja nisu u tom pogledu uopće istraživani.

Ovaj prikaz rezultat je naših istraživanja u biotopu površinskih krških voda koja vršimo posljednjih godina.

Biološka klasifikacija tekućih voda

Kao što je poznato, tekuće se vode umjerenih područja karakteriziraju prema promjenama ekoloških faktora i s tim povezanim promjenama u sastavu životnih zajednica. Bilo je mnogo pokušaja da se ostvari klasifikacija koja će vrijediti za sve vode. Zbog jednolikih uvjeta koji vladaju u gotovo svim tekućim vodama ovog područja bilo je moguće izraditi klasifikaciju koja će više ili manje odgovarati prilikama u pojedinim vodama. Naročito je poznata ona klasifikacija koja riječne tijekove dijeli u pojedine odsjeke prema karakterističnim vrstama riba.

U tom pogledu u potpuno razvijenom riječnom tijeku u srednjoevropskom području možemo razlikovati ove zone, koje predstavljaju posebne biocenoze. Područje najbliže izvoru označuje se obično kao područje pastrve (*Trutta fario*). Ako je gorski potok mirniji i s manjim padom, pridružuje se pastrvi zlatni pior (*Phoxinus phoxinus*), tivuška (*Nemachilus barbatulus*) i peš (*Cottus gobio*). Dalje niže, gdje potoci postaju veći, nadovezuje se odsjek u kojem je provodna životinja lipen (*Thymallus thymallus*), a uz njega žive zlatni pior i klen (*Leuciscus cephalus*). Iza toga može se još razlikovati zona mreke (*Barbus barbus*) i deverike sinje (*Abramis brama*), uz koje se mogu naći zlatni pior i lipen, a iz nižih dijelova bodorka (*Rutilus rutilus*) i krvopera crvenookica (*Scardinius erythrophthalmus*). Srednji tijek rijeke zaprema područje u kojem dolazi karas (*Carassius carassius*), šaran (*Cyprinus carpio*), gavčica (*Rhodeus sericeus amarus*), bodorka, štuka (*Esox lucius*), grgeč (*Perca fluviatilis*), među kojima ima dosta riba iz gornjih područja. Donji dio tijeka rijeke je područje ušća, koje prelazi pomalo u područje bočate vode. U tom području dolazi do stratifikacije vode, pa se u gornjem dijelu sa slatkom vodom nalaze kao provodne ribe vretenac (*Aspro zingel*), jegulja (*Anguilla anguilla*) i koljuška (*Gasterosteus aculeatus*), a u donjem dijelu s bočatom vodom plosnatice i jesetre, kao jesetra moruna (*Huso huso*).

Za svako područje značajni su posebni ekološki uvjeti i biocenoze. Međutim, u svim rijekama ne mogu se odrediti svi ti odsječci. Neka od zona vrlo često može manjkati, što je ovisno najviše o konfiguraciji tla i o drugim lokalnim karakteristikama rijeka. Tako rijeke koje duž svoga tijeka ne protječu kroz ravnice, a to je slučaj s gotovo svim krškim rijekama, obično nemaju zadnja dva odsjeka. I rijeke koje odmah prelaze u ravničarski tijek imaju jače razvijena zadnja dva tipa biocenoza. Treba također naglasti da područje rasprostranjenja pojedinih tipova biocenoza nije svuda jednako, tako da u različitim rijekama pojedini tipovi imaju različiti areal rasprostranjenja, koji varira od kratkih odsječaka do jako dugačkih tijekova rijeke.

Posebno su značajni izvorišni potoci, koji u širem smislu pripadaju području pastrve ali ipak po svojim diocenološkim karakteristikama pokazuju mnoge specifične oznake, tako da se u njima ne može utvrditi kompaktna biocenoza u čitavom njihovom tijeku, nego se i ovdje opažaju stanovite razlike u nizvodnom, odnosno uzvodnom smjeru. Općenito gledajući, ovdje je sastav biocenoza prilično jednoličan, ali analizirajući

sastav vrsta koje izgrađuju ovu biocenozu, možemo zapaziti da se prema promjenama ekoloških faktora mijenjaju i pojedine vrste istoga roda. U potocima srednjoevropskog područja to se naročito jasno očituje u predstavniku trikladnih turbelarija. Najgornji odsjek obično nastanjuje *Planaria alpina*, nešto niže je *Polycelis cornuta*, a u najnižem toku *Planaria gonocephala*. To je najviše u vezi s promjenama temperature, koja se u nizvodnom smjeru neznatno povećava. I u tom slučaju nisu svi potoci određeni. Često lokalne temperature i druge ekološke prilike izmjenjuju raspored tih tipova zajednica, tako da ima izvorišnih područja gdje se ne javljaju te turbelarijske vrste, a često se pojedini tipovi međusobno miješaju, i to uglavnom na graničnim područjima. Ipak ova biološka klasifikacija izvorišnih potoka može vrijediti gotovo za sve potoke umjerenog srednjoevropskog područja. Za potoke u našem području nije još izvršena detaljnija analiza, a iz povremenih obilaska takvih potoka mogli smo utvrditi da je ona primjenljiva i za prilike u našem kontinentalnom području.

Posebno bismo mogli izdvojiti biotop na samim izvorima. U tom pogledu postoje također znatnije razlike, koje su u vezi s različitim tipovima izvora i okoline u kojoj se nalaze. To su zapravo područja u kojima se dodiruju tri različita biotopa: podzemnih voda, kopna i samog izvora. Zbog toga o karakteru tih biotopa u različitim izvorima ovisi i tip biocenoze koja se ovdje razvila.

Područje istraživanja

Biotop krških rijeka predstavlja nešto posebno u čitavom sistemu tekućih voda. Ove vode ne možemo poistovjetiti s rijekama ostalih područja iz više razloga. Jedan od najvažnijih je, svakako, sama podloga koja je izgrađena od vapnenca novije mezozojske i starije kenozojske formacije. Općenito vode tekućice u krškom području gotovo i ne možemo smatrati kao prave rijeke, jer se zbog posebnog karaktera terena vrlo rijetko dešava da su ove tekućice stalno površinskog tijeka. već se kao pravilo javlja tip tekućica ponornica. Tek u vrlo rijetkim slučajevima voda u kršu zadrži svoj površinski tijek od izvora do ušća u mora. Takve su npr. rijeke Krka, Cetina i Zrmanja.

Za sve te rijeke je značajno da su relativno kratkog tijeka i da odmah nakon izvora s velikim količinama vode nastaju široki tijekovi rijeka. Izvori su obično vokliškog karaktera, što je tipično samo za krška područja. Ipak, neke od tih rijeka ne zadrže uvijek svoj površinski tijek, nego povremeno poniru, što se naročito dešava za niskog vodostaja rijeka. Naime, i duž takvih rijeka postoje pukotine i ponori koji mogu propuštati samo stanovitu količinu vode, tako da za visokog vodostaja ne mogu propustiti svu površinsku vodu, koja onda djelomično zadrži svoj površinski tijek. Za vrijeme pak niskog vodostaja ti ponori i pukotine propuštaju svu nadošlu vodu. Takve hidrološke prilike možemo promatrati u rijeci Zrmanji. Međutim, hidrologija ovih rijeka se i dalje komplicira time što se mjestimično u riječnom tijeku javljaju novi izvori koji obogaćuju vodom riječne tokove. Iako su gotovo sve te rijeke

bez pritoka zahvaljujući ovim naknadnim vrelima, one postepeno povećavaju količinu vode u koritu. Takvu hidrologiju možemo susretati čak i u onim rijekama koje u svom koritu imaju pukotine i ponore, pa tako za vrijeme niskog vodostaja postoje odsječci korita bez vode i s vodom (Zrmanja).

Već iz iznesenog možemo uočiti specifičnosti koje daju krškim rijekama posebno obilježje, što ih razlikuje od drugih rijeka. Međutim, postoje i neke druge oznake koje posebno karakteriziraju ove rijeke. To su njihova fizička i kemijska svojstva. Od fizičkih svojstava treba spomenuti temperaturu voda, koja ne pokazuje tako velike oscilacije u nizvodnom smjeru kao kod drugih rijeka. Zbog njihova relativno kratkog tijeka, temperaturne razlike od izvorišnog područja do ušća su malene. To se naročito očituje u prelazna godišnja doba i zimi, a ljeti se nešto jače zagriju nizvodna područja. Od toga pravila se nešto izdvajaju one rijeke kod kojih su se mjestimično razvile sedrene brane, nastale kompleksnim djelovanjem biotičkih i abiotičkih faktora na tim mjestima. Te brane su obično stepeničasto razvijene i stvaraju u nizvodnom smjeru veće ili manje površine ujezerene vode, koja se može nešto više prigrinjati, pa tako na tim mjestima riječna voda poprima jezerski karakter. Tipičan primjer za to je rijeka Krka.

Daljnja karakteristika krških rijeka je i njihov relativno brzi tijek, ukoliko se u njihovu koritu ne pojavljuju sedrene barijere. Uzrok te brzine je u tome što je njihov izvor znatno iznad razine mora, a erozivnu bazu čini samo površina mora. S tim je u vezi još jedna pojava koja je karakteristična samo za krške rijeke. To su kanjoni, a ima ih u gotovo svim našim krškim rijekama. Naime, protječući kroz vapnenački teren rijeka stvara kombiniranim djelovanjem erozije i fizičko-kemijskim procesima otapanja vapnenca duboke doline s visokim obalama. Na mjestima gdje je podloga dolomitne naravi više dolazi do izražaja erozivna djelatnost voda zbog lakšeg razaranja dolomita, pa u tom slučaju ne nastaju kanjoni nego široke doline. Isto se događa ako je podloga od nekog drugog trošnog materijala (lapor i sl.). Brzina vode ima stanoviti utjecaj i na stvaranje suprotnih procesa, tj. na stvaranje sedrenih naslaga. Naime, pri većim brzinama voda se jače prozračuje, a to potiče na intenzivnije izdvajanje čestica kalcijeva karbonata iz vode.

Od kemijskih osobina treba najprije spomenuti veliku količinu otopljenog kalcijeva bikarbonata. Iako su sve kopnene površinske vode bikarbonatskog karaktera, ipak količina otopljenih bikarbonata u drugim vodama nije ni izdaleka takva kao u krškim vodama. Velike količine otopljenih bikarbonata i visoka karbonatska tvrdoća daju sasvim osobujni karakter ovim vodama, što ima vrlo velikog utjecaja na sastav biocenoza, jer svi organizmi u tim vodama moraju imati više ili manje kalcifilni karakter. Osim toga, znatne količine vapnenca sudjeluju i u mnogim fizičko-kemijskim procesima koji ne samo da utječu na pojedine tipove organizama i na njihov metabolizam nego mogu utjecati, kao što je već spomenuto, i na stvaranje tvorevina koje mijenjaju konfiguraciju riječnog tijeka i na taj način stvaraju specifične uvjete u rijeci.

Što se tiče kisika, te su vode, osim u svom izvorišnom području, polioksitipskog karaktera, pa omogućuju razvoj posebnih tipova biocenoza koje traže veću količinu kisika. Zbog toga nije ni čudno da u čitavom tijeku tih rijeka susrećemo pastrvu kao tipičnog predstavnika tih biocenoza, pa bi zbog toga u najopćenitijem smislu sve krške rijeke mogle pokrivati jedino područje pastrve drugih riječnih tijekova. Pri tome još treba spomenuti da su gotovo sva područja kroz koja protječu krške rijeke slabo naseljena i da gotovo ne možemo govoriti o industrijalizaciji i urbanizaciji u tim krajevima. Te vode nisu, dakle, podložne većem zagađenju bilo kakve vrste, pa je i bonitet tih voda vrlo visokog stupnja. One još nemaju karakter prihvatnih voda (prijemnici) i zato predstavljaju prirodne vode prvoga stupnja.

Ima i takvih rijeka u području našega krša koje ne pripadaju slivu Jadranskog mora, nego je smjer njihovih tijekova upravljen prema rijeci Savi. Neke od njih čitavim svojim tijekom imaju karakter krške rijeke, pa i za njih vrijede sve one karakteristike koje obilježuju druge krške rijeke. Takve su npr. Korana do utoka u Kupu, Mrežnica do utoka u Koranu i Pliva do utoka u Vrbas. Ali postoje i takve rijeke koje samo djelomično predstavljaju tipičnu kršku rijeku sa svim njezinim karakteristikama, a njihov donji odsjek ima čak ravničarski karakter, pa bi stoga u takvim rijekama važila gotovo ista biološka klasifikacija kao i kod drugih rijeka, samo s tom razlikom što se područje pastrve poklapa s čitavim područjem krškog dijela rijeke, koje je obično nešto veće nego što su područja pastrve u drugim rijekama. Takva je u nas rijeka Una.

U ovom našem radu obradili smo uže krško područje Hrvatske i dijela Bosne i Hercegovine. Sve istražene rijeke imale su gore opisane značajke. Tako smo obradili Plitvička jezera s rijekom Koranom, Mrežnicu, Unu, Plivu, Zrmanju, Krku, Trebižat, Gacku i Vrelo kod Dubrovnika.

Biološke karakteristike gornjih tijekova krških rijeka i njihova biološka klasifikacija

Da smo mogli izvršiti biološku klasifikaciju gornjih dijelova krških rijeka, trebalo je prije svega izvršiti komparaciju biocenoza tih područja s raznih rijeka. Kako postoji vrlo veliki broj rijeka koje smo do sada obradili, trebalo je pronaći način kako da se takva komparacija najadekvatnije izrazi, a naročito je bilo važno da se uspoređuju uvijek ekvivalentna područja. Budući da u literaturi nismo mogli naći metod kako bi se ta komparacija najbolje izvršila, upotrijebili smo vlastitu metodu za takvu usporedbu.

Najprije je trebalo izabrati određena područja u raznim rijekama i odrediti pojedine ekvivalentne odsječke u njihovim gornjim tijekovima. Na osnovu toga izlučili smo 3 odsječka, koji svaki za sebe u raznim rijekama predstavljaju više ili manje biocenološki ekvivalent. Te smo odsječke označili rimskim brojevima I, II, III, i u svakom smo odsječku uspoređivali biocenoze na različitim staništima.

U I odsječku uspoređivali smo staništa u području vrela ovih rijeka: Crna rijeka, Bijela rijeka, Rječica i Plitvica u sistemu opskrbnih voda Plitvičkih jezera, Krka, Zrmanja, Krupa, Una, Vrela kod Dubrovnika i Dubrovačka rijeka.

II odsječak predstavljale su biocenoze na ovim staništima:
 rijeka Krka — područje kod Bilušić buka,
 rijeka Zrmanja — područje kod Palanke,
 rijeka Una — područje kod Martin Broda,
 rijeka Pliva — staništa na gornjem i donjem gazu,
 rijeka Trebižat — područje iznad slapa Kravice,
 Plitvička jezera — srednji tijekovi Crne i Bijele rijeke, potoka Plitvice i Rječica.

III odsječak sačinjavale su biocenoze ovih staništa:
 rijeka Krka — područje kod Roškog slapa,
 rijeka Zrmanja — područje pritoka Krupe i Visokog buka,
 rijeka Una — područje kod Strbačkog buka i Ripča,
 rijeka Pliva — područje Velikog slapa,
 rijeka Trebižat — područje kod slapa Kravice,
 rijeka Mrežnica — područje između Belavića i Zvečaja,
 rijeka Gacka — područje iznad ponora kod Švice,
 Plitvička jezera — donji tijekovi opskrbnih voda.

Kako je sastav biocenoza na svim kompariranim staništima bio uglavnom brojan vrstama i jedinkama, bilo bi teško izvršiti takvu komparaciju s velikim brojem vrsta. Stoga smo za komparaciju upotrijebili samo najtipičnije vrste, najbrojnije zastupljene na većini od ovih staništa. Na osnovu toga smo za procjenu njihove prisutnosti u pojedinim odsječcima upotrijebili tzv. koeficijent učestalosti, koji smo dobili tako da smo zbroj svih procjena učestalosti vrsta na odnosnim staništima podijelili brojem staništa na kojem je dotična vrsta bila zastupana.

Na osnovu toga smo za pojedine odsječke utvrdili sliku učestalosti karakterističnih vrsta. (V. tabelu I. na str. 157.).

Na osnovu ove analize možemo uočiti u odnosu na prisutnost vrsta u pojedinim odsječcima tri tipa. Tako postoje vrste koje se pojavljuju u sva tri područja, ili na dva područja, ili samo na jednom području.

a) Vrste zastupane u I, II i III odsječku

Od svih karakterističnih vrsta kompariranih biocenoza u sva tri odsječka javljaju se ove vrste:

Vrste	Odsječak gornjeg tijeka izražen koeficijentom učestalosti		
	I	II	II
<i>Phormidium favosum</i>	2,4	1,1	1,5
<i>Vaucheria geminata</i> Gom.	1,2	1,5	1,4
<i>Cinclidotus aquaticus</i> Br. eur.	3,7	2,9	3,4
<i>Platychypnidium rusciforme</i> Fl.	1,6	2,3	2,5
<i>Rivulogammarus balcanicus konjicensis</i> Schäf.	3,1	2,6	3
<i>Helmis maugaei</i> Bedel	2	2	2,2

Tabela 1

Koeficijent učestalosti najčešćih vrsta u raznim odsječcima gornjih tje-
kova krških rijeka

Vrste	Odsječak gornjeg tijeku izražen u koeficijentu učestalosti		
	I	II	III
Biljke:			
<i>Phormidium uncinatum</i> Gom.	2,7	1,1	1
<i>Ph. retzi</i> Gom.			1
<i>Ph. favosum</i> Gom.	2,4	1,1	1,5
<i>Nostoc verrucosum</i> Vauch.		1	
<i>Hydrurus foetidus</i> Kirchn.	1	1	
<i>Diatoma vulgare</i> Gr.	1,4	1	
<i>Oocardium stratum</i> Naeg.		2	
<i>Vaucheria geminata</i> Gom.	1,2	1,5	1,4
<i>Cladophora glomerata</i> Kütz. et Brand.		2,3	1,3
<i>Lemanea fluviatilis</i> C. Ag.		1,6	1,6
<i>Clinclidotus aquaticus</i> Br. eur.	3,7	2,9	3,4
<i>C. riparius</i> Arn.		1,6	1,4
<i>Didymodon tophaceus</i> Jur.		1,5	1,5
<i>Platyhypnidium rusciforme</i> Fl.	1,6	2,3	2,5
<i>Fontinalis antipyretica</i> L.		1	2
<i>Fissidens crassipes</i> Wils.			2,3
<i>Cratoneurum comutatum</i> Roth.	2	1,7	
<i>C. filicinum</i> Roth.		1	1
<i>Agrostis verticillata</i> Vill.		1	2,4
<i>Adiantum capillus veneris</i> L.			1,5
Životinje:			
<i>Planaria alpina</i> Dana	2,2		
<i>Polycelis cornuta</i> Johnson		1	
<i>Planaria gonocephala</i> Duges		1,6	
<i>Lithoglyphus fluminensis</i> Sadler	2,5	1,6	
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müll.	1,8		
<i>Bythinella austriaca</i> Frauenfeld	2		
<i>Eiseniella tetraedra</i> Sav.		1,8	2,3
<i>Rivulogammarus balcanicus</i> <i>konjicensis</i> Schäf.	3,1	2,6	3
<i>Ostiogammarus acarinatus</i> Schäf		3	3,5
<i>Oligoneuriella rhenana</i> Imhoff.		1	
<i>Ecdyonurus fluminum</i> Pict.		1,2	
<i>Baëtis bioculatus</i> L.		1,3	1
<i>Ephemerella ignita</i> Poda		1,7	1,7
<i>Isogenus nubecula</i> Newman			1
<i>Perlodes microcephala</i> Pict		1	
<i>Protonemura praecox</i> Morton	2	1	
<i>Perla abdominalis</i> Burm.		1	
<i>Rhyacophila septentrionis</i> Mc Lach	2,2	1,3	
<i>Rh. vulgaris</i> Pict.		2	
<i>Agapetus comatus</i> Pict.		3,5	
<i>Calliphrys riparia</i> Fall.		1,3	2,6
<i>Helmis maugei</i> Bedel	2	2	2,2

Ako promotrimo tabelu na str. 156, vidjet ćemo da sve vrste imaju relativno visok koeficijent učestalosti, a neke čak i vrlo visok. To pokazuje da su one najvitalnije u gornjim tijekovima krških rijeka, te da se najlakše prilagođuju na sve one faktore koji ograničavaju razvoj pojedinih vrsta. Ti su faktori prije svega brzina vode, relativno niska temperatura, visoki alkalinitet i u vezi s time velika tvrdoća vode, a osim toga prilagođenost i na znatna kolebanja količina O₂. Stoga bi te vrste mogli označiti kao polieurivalentne.

U tih vrsta možemo zapaziti da je njihov koeficijent učestalosti uglavnom jednak. Jedino vrsta *Phormidium favosum* pokazuje tendenciju smanjivanja, a mahovina *Platyhypnidium rusciforme* tendenciju povećavanja. To je i razumljivo, jer je u svim vodama zapaženo da se količina mikrofitskih alga smanjuje od izvora nizvodno, a povećava se vegetacija higrofitskih mahovina. Jače pojavljivanje platihpnidija može se protumačiti i činjenicom što se u ovim rijekama protočna voda uzvodno jače prozračuje, a to pogoduje razvoju higrofitne mahovine, kao što je *Platyhypnidium rusciforme*.

b) Vrste zastupane na dva odsječka

Ovdje možemo razlikovati dva podtipa. Jedne vrste povezuju prvi i drugi odsječak, a druge su zajedničke za drugi i treći.

U I i II odsječku javljaju se ove vrste:

Vrste	Odsječak gornjeg tijeka izražen koeficijentom učestalosti	
	I	II
a)		
<i>Phormidium uncinatum</i> Gom.	2,7	1,1
<i>Diatoma vulgare</i> Gr.	1,4	1
<i>Hydrurus foetidus</i> Kirchn.	1	1
<i>Lithoglyphus fluminensis</i> Sadler	2,5	1,6
<i>Protonemura praecox</i> Morton	2	1
<i>Rhyacophila septentrionis</i> Mc Lach.	2,2	1,3

Uspoređujući koeficijent učestalosti ovih vrsta, možemo utvrditi da je vrlo malo vrsta jednako zastupano u oba odsječka. Većina pokazuje tendenciju smanjivanja učestalosti, što znači da su njihova primarnija staništa u I odsječku, gdje vjerojatno postoje za njih povoljniji uvjeti za razvoj. Od biljaka su to mikrofitske cijanoficeje i dijatomeje, što je već zapaženo i u drugim vodama, a od životinja gastropod *Lithoglyphus fluminensis*, plekopter *Protonemura praecox* i trihopter *Rhyacophila septentrionis*. Jedino mahovina *Cratoneurum comutatum* i donekle alga *Hydrurus foetidus* pokazuju uglavnom jednaki koeficijent učestalosti u oba staništa, ali takvih pojava nema u životinja.

Znatno je veći broj vrsta koje su zajedničke za drugi i treći odsječak, što je razumljivo, jer je u nizvodnom smjeru sve manje ograničavajućih faktora, pa postoje sve povoljniji uvjeti za razvoj vodenih organizama:

Vrste	Odsječak gornjeg tijeka izražen koeficijentom učestalosti	
	b)	II III
<i>Cladophora glomerata</i> Kütz. et Brand.	2,3	1,3
<i>Lemanea fluviatilis</i> C. Ag.	1,6	1,6
<i>Cinclidotus riparius</i> Arn.	1,6	1,4
<i>Didymonon tophaceus</i> Jur.	1,5	1,5
<i>Fontinalis antipyretica</i> L.	1	2
<i>Cratoneurum filicinum</i> Roth.	1	1
<i>Agrostis verticillata</i> Vill.	1	2,4
<i>Eiseniella tetraedra</i> Sav.	1,8	2,3
<i>Ostiogammarus acarinatus</i> Schäf.	3	3,5
<i>Baëtis bioculatus</i> L.	1,3	1
<i>Ephemerella ignita</i> Poda	1,7	1,7
<i>Calliophrys riparia</i> Fall.	1,3	2,6

Uspoređivanjem koeficijenata učestalosti možemo uočiti vrlo jasno da se ni u jedne vrste on ne smanjuje, nego je jednak ili se pak povećava. Općenito možemo reći da se u ovih vrsta uglavnom opaža tendencija povećanja njihove učestalosti. To povećanje je naročito izraženo kod viših biljaka i životinja, dok npr. alge i mahovine pokazuju više ili manje jednaki koeficijent učestalosti. Od viših biljaka naročito jaku ekspanziju pokazuje trava *Agrostis verticillata* i donekle mahovina *Fontinalis antipyretica*, a kod životinja su to naročito oligohet *Eiseniella tetraedra*, amfipod *Ostiogammarus acarinatus* i dipter *Calliophrys riparia*.

c) Vrste zastupane samo u jednom odsječku

Kako su u pojedinim odsječcima zastupljene karakteristične vrste, vidimo iz ovog pregleda:

(V. tabelu na str. 160.)

Kao što vidimo, u I odsječku je zastupan najmanji broj vrsta koje su značajne samo za taj odsječak. Općenito možemo reći da su za ovu našu svrhu klasifikacije gornjih tijekova krških rijeka najvažnije upravo one vrste koje su zastupane u jednom odsječku. Gledajući s tog aspekta, vidimo da su biocenoze u I odsječku karakteristične isključivo životinjskim vrstama koje možemo smatrati stenovalentnim. Zanimljivo je uporediti sastav ovih vrsta s biološkom klasifikacijom koja je provedena u drugim gorskim potocima. I ovdje su zastupljene *Planaria alpina* i *Ancylus fluviatilis*, karakteristične za gornje tijekove gorskih potoka umjerenoga kontinentalnog područja. Jedino se *Bithynella austriaca* javlja kao specifični predstavnik gornjih tijekova krških rijeka.

Vidimo dalje da je u drugom odsječku broj vrsta karakterističnih samo za to područje znatno veći. I ovdje prevladavaju životinje, ali su zastupljene i neke biljke koje se u tom području javljaju u vrlo velikom mnoštvu. To su modrozeleni alga *Nostoc verrucosum* i desmidijacea

Vrste	Odsječak gornjeg tijeka izražen koeficijentom učestalosti
a)	I
<i>Planaria alpina</i> Dana	2,2
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müll	1,8
<i>Bithynella austriaca</i> Frauenfeld	2
b)	II
<i>Nostoc verrucosum</i> Vauch.	1
<i>Oocardium stratum</i> Naeg	2
<i>Polycelis cornuta</i> Johnson	1
<i>Planaria gonocephala</i> Duges	1,6
<i>Oligoneuriella rhenana</i> Imhoff.	1
<i>Ecdyonurus fluminum</i> Pict.	1,2
<i>Perlodes microcephala</i> Pict.	1
<i>Perla abdominalis</i> Burm.	1
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pict.	2
<i>Agapetus comatus</i> Pict.	3,5
c)	III
<i>Phormidium retzi</i>	1
<i>Fissidens crassipens</i> Wils.	2,3
<i>Adiantum capillus veneris</i>	1,5
<i>Isogenus nubecula</i> Newman	1

Oocardium stratum. Kako su one vezane gotovo isključivo za taj odsječak i javljaju se u vrlo velikim količinama, što se naročito odnosi na vrstu *Oocardium stratum*, možemo reći da su one najtipičniji predstavnici biocenoza ovih područja. Od životinja ovdje nalazimo čitav niz raznih vrsta, od kojih neke pokazuju analogije s biološkom klasifikacijom gorskih potoka kontinentalnog područja, ali s tom razlikom što ovdje ne postoji oštra granica pojavljivanja trikladnih turbelarija, nego se ovdje nalaze uporedo. To su vrste *Polycelis cornuta* i *Planaria gonocephala*, od kojih prva u kontinentalnim područjima naseljuje nešto hladnije vode, a druga toplije.

Od ostalih prisutnih životinja u tom odsječku većina ima niži koeficijent učestalosti osim trihopterske vrste *Agapetus comatus*, koja je brojno zastupljena u tom području, pa je možemo smatrati kao jednog od značajnih predstavnika biocenoza u tom odsječku.

Samo u III odsječku nalazimo relativno mali broj karakterističnih vrsta, ali većinom su to biljke. Zanimljivo je da su tu predstavljene kako niže, tako i mahovine i kopnene više biljke. To je razumljivo jer u III odsječku postoje još povoljniji uvjeti, pa se tu mogu pojaviti i svi tipovi biljnog života. Ipak treba napomenuti da su to uglavnom biljne vrste značajne samo za krško područje, kao što je mahovina *Fissidens crassipens* i paprat *Adiantum capillus veneris*. Od životinja ovdje se kao karakteristična vrsta javlja samo plekopter *Isogenus nubecula* s relativno niskim koeficijentom učestalosti.

Osvrt na postignute rezultate

Ako uzmemo u razmatranje gore izvršenu analizu, možemo utvrditi nekoliko vrlo zanimljivih i važnih činjenica. Prije svega moramo konstatirati da se u pogledu biološke klasifikacije gornjih tijekova krških rijeka ne može izvršiti potpuna analogija s klasifikacijom koja vrijedi za slične biotope u kopnenim vodama umjerenog pojasa. To naročito vrijedi za opći sastav biocenoza, u kojima prevladavaju u području krških rijeka tipični predstavnici samo ovih biotopa. Nadalje, u tom području možemo zapaziti i neke druge specifičnosti. Postoji relativno manji broj biljnih i životinjskih vrsta koje daju osnovu ovim biocenozama i prevladavaju u svim područjima, iako se opći sastav biocenoza međusobno razlikuje. To su uglavnom neke vodene mahovine, alge, te amfipod *Rivulogammarus balcanicus konjicensis* i kornjaš *Helmis maugeri*.

Prateći promjene u biocenološkom sastavu u uzvodnom smjeru, možemo zapaziti smanjivanje makrofitske vegetacije i nekih uz njih vezanih životinjskih vrsta, kao što su gastropodi, plekopteri i trihopteri. Nasuprot tome, u najdonjem odsječku, gdje su mnogo povoljniji životni uvjeti, masovno se razvijaju neke višestanične alge, kao *Cladophora glomerata* i *Lemanea fluviatilis*, te trava *Agrostis verticillata*, te čitav niz životinjskih vrsta iz skupina oligoheta, amfipoda, efemerida i diptera.

Ipak, i pored povezanosti biocenoza u gornjem tijeku i njihova postepenog mijenjanja, mogu se izlučiti neke vrste koje karakteriziraju pojedine odsječke tako da i u tom području možemo govoriti o zonaciji biocenoza. I tu možemo izlučiti uglavnom tri zone.

Prvu zonu karakteriziraju kao tipični predstavnici biocenoza samo neke životinje, kao *Planaria alpina*, *Ancylus fluviatilis* i *Bithynella austriaca*.

Drugu zonu kao tipične predstavnike biocenoza označuju cijanoficjska vrsta *Nostoc verrucosum*, desmidiacea *Oocardium stratum* i trihopter *Agapetus comatus* uz čitav niz drugih nešto slabije zastupanih životinjskih vrsta među kojima su i trikladne turbelarije *Polycelis cornuta* i *Planaria gonocephala*, koje su ovdje za razliku od kopnenih voda u kontinentalnom pojasu podjednako zastupljene.

Treća zona je karakterizirana jačom pojavom svih tipova biljaka, ali životinje nisu toliko značajne za to područje, iako su zastupljene tipičnim vrstama, osim plekopterske vrste *Isogenus nubecula*.

Na osnovu toga mogli bismo prvu zonu nazvati *Planaria-Bithynella* zona, drugu *Nostoc-Oocardium-Agapetus* i treću *Fissidens-Isogenus* zona.

Z a k l j u č a k

U ovom je radu prikazan prvi pokušaj biološke klasifikacije gornjih tijekova krških voda.

Najprije je opisan značaj biološke klasifikacije tekućih voda i sadašnja dostignuća na tom području. Nakon toga izvršena je analiza biocenoza i njihova komparacija. Na osnovu posebne metode prikazana je učestalost pojedinih karakterističnih vrsta u gornjim tijekovima krških

kih rijeka, pa su razlučena tri odsječka koja su karakterizirana posebnim biocenozama. Ustanovljeno je da se u tom pogledu ne može izvršiti analogija sa sličnim biotopima u ostalom kontinentalnom području. Na kraju su izlučene tri zone, koje su karakterizirane kao *Planaria-Bithynella*, *Nostoc-Oocardium-Agapetus* i *Fissidens-Agapetus*.

Literatura

- Alle W., C. Emerson i dr.*, 1950: Principles of Animal Ecology, Philadelphia.
Brehm V., 1930: Einführung in der Limnologie, Berlin.
Car L., 1911: Biološka klasifikacija naših slatkih voda, Glas. Hrv. prir. društva, 1-2.
Golubić S., 1957: Vegetacija alga na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji, Rad JAZU 312, 207-259.
Karaman S., 1932: Beitrag zur Kenntnis der Süßwasseramphipoden, Prirod. rasprava 2, Ljubljana.
Krmpotić I., 1913: Prilog mikrofauni Plitvičkih jezera, Glasnik Hrv. prir. društva 25, 1-29.
Krmpotić I., 1914: Prilog zimskoj fauni i flori Plitvičkih jezera, Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije, JAZU 10, 26-31.
Marčenko E., 1960: Prilozi poznavanju vegetacije alga na području slapova Plitvičkih jezera, Rad JAZU 320, 107-152.
Matonićkin I. — Pavletić Z., 1963: Prethodna ekološko-biocenološka istraživanja opskrbenih voda Plitvičkih jezera, Acta botanica Croatica 22, 141-174.
Meštrov M., 1960: Faunističko-ekološka i biocenološka istraživanja podzemnih voda Savske nizine, Biološki glasnik 13, 73-109.
Pavletić Z., 1957: Ekološki odnosi briofitske vegetacije na slapovima Plitvičkih jezera, Acta botanica Croatica 16, 63-88.
Pevalek I., 1935: Der Travertin und Plitwize Seen, Verh. der Intern. Vereinig. f. Limnologie 7, 165-181
Šoštarić D., 1888: Prilog poznavanju faune slatkovodnih korepnjaka, Rad JAZU 42, 104-214.
Thaller Z., 1953: Rasprostranjenje i popis slatkovodnih riba Jugoslavije, Glas. Prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, Serija B, 5-6, 425-455.

ZUSAMMENFASSUNG

BIOLOGISCHE KLASSIFIKATION OBERER LÄUFE DER KARSTGEWÄSSER

In vorliegender Abhandlung ist zu ersten Mall eine biologische Klassifikation oberer Läufe der Karstgewässer gegeben.

Einleitend wurde die Bedeutung der biologischen Klassifikation der fließenden Gewässer und bisherige Ergebnisse auf diesem Gebiete dargestellt. Nachher wurde eine Analyse der Lebensgemeinschaften und ihre Vergleichung durchgeführt. Mittels einer besonderen Methode wurde die Häufigkeit einzelner charakteristischen Arten in oberen Läufen der Karstgewässer dargestellt, und demnach sind drei Abteilungen mit besonderen Lebensgemeinschaften zu unterscheiden. Es wurde weiter festgestellt dass es infolge dessen nicht möglich ist eine Analogie mit ännlichen Biotopen in übrigen Kontinentalgebiete zu machen. Schliesslich wurde das genannte Gebiete in drei verschiedene Zonen geteilt, die welche als *Planaria-Bythinella*, *Nostoc-Oocardium-Agapetus* und *Fissidens-Agapetus* Zone bezeichnet wurden.