

Prispevek k flori, favni in ekologiji Krke v okolici Dobrave

A Contribution to the Flora, Fauna and Ecology of the Krka River in the Surroundings of Dobrava

Dušan DEVETAK, Andrej PODOBNIK, Nada NAPOTNIK,
Dušan JURČ, Cvetka MASTNAK

UDK 577.4(045) : 914.971.2 »Krka«

Prispelo 29. mar. 1977

IZVLEČEK

Na preiskanem odseku Krke (Dolenjska, Jugoslavija) smo obdelali 103 vrste vodnih rastlin in 20 kategorij nevretenčarjev. Dristavec *Potamogeton filiformis* je bil doslej znan v Sloveniji le iz Submediterana. Blatnica *Sialis nigripes* in mrežkrilec *Sisyra terminalis* sta za favno Jugoslavije novi vrsti. Rečne rastlinske združbe sodijo v asociaciji Potameto perfoliati-Ranunculetum fluitantis in Ceratophylletum demersi. Med rastlinami je kvantitativno največ cvetnic iz rodov *Ranunculus*, *Myriophyllum* in *Potamogeton*. Med živalmi prevladujejo polži, amfipodi, dipteri, efemeropteri in trihopteri. Pri tvorbi travertina posredno sodelujejo makrofiti, neposredno pa cianofiti, polži, školjke ter ličinke trihopterov in hironomidov. Onesnaženje, določeno na osnovi bioloških indikatorjev, sodi v kategorijo srednjega onesnaženja, tj. v beta mezosaprobno stopnjo.

ABSTRACT

From the investigated part of the Krka river (Dolenjska, Yugoslavia) there have been treated 103 water plant species and 20 invertebrate categories. Zosteraceous species *Potamogeton filiformis* has been known in Slovenia only from the Submediterranean. Megalopteran *Sialis nigripes* and neuropteran *Sisyra terminalis* are new for Yugoslavia. River plant communities belong to the associations Potameto perfoliati-Ranunculetum fluitantis and Ceratophylletum demersi. Among plants quantitatively prevail higher-plant genera *Ranunculus*, *Myriophyllum* and *Potamogeton*. Among animals dominate Gastropoda, Amphipoda, Diptera, Ephemeroptera and Trichoptera. Travertine formation is supported indirectly by macrophyta, and directly by Cyanophyta, snails, shells and trichopterous and chironomid larvae. Pollution, determined by indicator-species, is within the category of middle pollution, i. e. beta mesosaprobic class.

1. UVOD

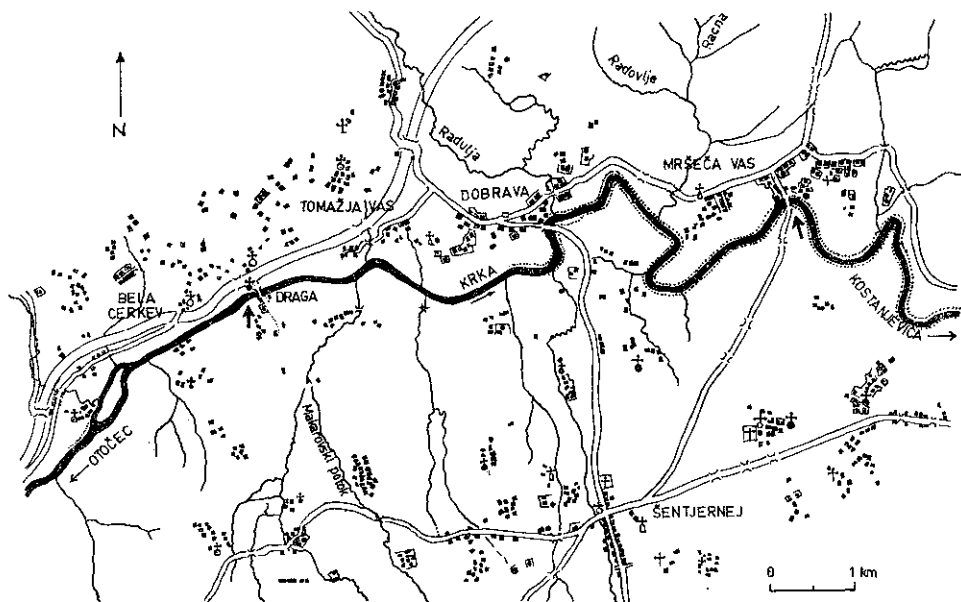
V letu 1976 je republiško gibanje »Znanost mladini« organiziralo mladinski raziskovalni tabor v Dobravi pri Škocjanu na Dolenjskem. V okviru projekta je delalo več skupin. Naloga biološke skupine je bila ugotoviti, v kakšnem stanju je živi svet reke Krke danes.

Fizikalno kemične razmere preiskanega dela reke prikazuje kemijska skupina (G l a ž a r et al., 1976). V obdobju med 5. in 21. 7. 1976 se je temperatura vode gibala med 21 in 23°C, od 27. 7. dalje pa med 13,8 in 16°C, ko je ohladitev spremljalo obilno deževje. V času raziskav pred deževjem je reka imela pH vrednosti med 7,9 in 8,5. V obdobju pred deževjem je skupna trdota znašala 11, 1—12,1°N, kalcijeva trdota 7,3—8,3°N, karbonatna trdota pa 9,9—10,8°N.

Krka je nižinska kraška reka, ki daje ugodne pogoje za nastanek travertina (lehnjaka). Travertin se v reki odlaga v obliki blokov, ki so postavljeni drug ob drugem, tako da se lahko v mehkejšo podlago med njimi zakoreninjajo

vodne rastline. Takšni, tudi po več metrov dolgi bloki se združujejo v večje komplekse — polja. Zanimale so nas združbe s posameznih tipov dna, saj vrsta rečnega dna določa vrstno sestavo bentoških združb. Zato smo združbe mehkega dna (blato, pesek) obdelovali ločeno od združb s trdne podlage (prod, kamenje in travertin). V prispevku podajamo sliko rečnih združb in neposredne okolice reke na odseku med Drago in Mršečo vasjo v juliju in prvi polovici avgusta 1976. Preiskani del reke prikazujeta sliki 1 in 2.

Prispevek je namenjen osnovnemu prikazu biološkega stanja dela Krke, ki se bo zaradi vse večje tehnizacije in industrializacije predvidoma spreminjalo.



Sl. 1 — Lega obravnavanega območja. Preiskani odsek Krke leži med puščicama.
Fig. 1 — The situation of the treated area. The investigated part of the Krka river (SE Slovenia) lies between the arrows.

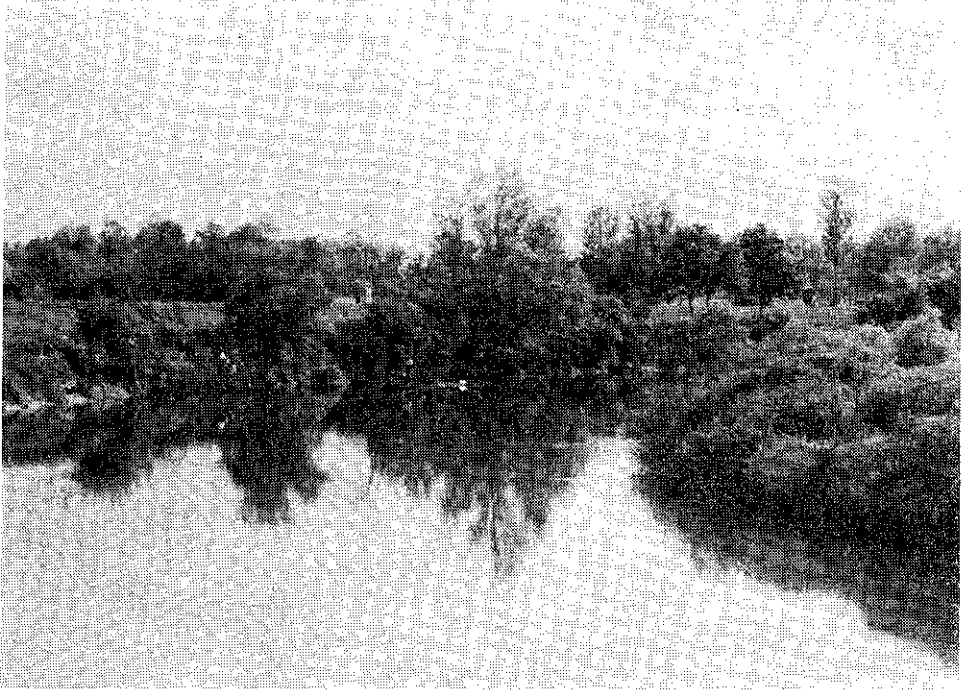
2. SISTEMATSKI DEL

2.1. Flora

Del Krke med Drago in Mršečo vasjo leži v osnovnih poljih 0157/2 in 0158/1 kartiranja srednjeevropske flore.

Na preiskanem delu Krke se pojavljajo naslednje vodne rastline:

Algophyta	<i>Merismopedia glauca</i> Naeg.
Cyanophyta	<i>M. punctata</i> Mayen
Cocconophyceae	<i>Microcystis marginata</i> (Menegh.) Kütz.
Chroococcales	<i>Synechococcus elongatus</i> Naeg.
<i>Coelosphaerium kützingianum</i> Naeg.	Chamaesiphonales
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.	<i>Chamaesiphon polonicus</i> (Rostaf.)
<i>Gloeocapsa aeruginosa</i> Kütz.	Hansg.



Sl. 2 — Krka pri mostu pri Dobravi.

Fig. 2 — The Krka river near the bridge at Dobrava.

- | | | |
|--|---|--|
| Hormogonophyceae | ‡ | <i>Amphora ovalis</i> Kütz. |
| Oscillatoriales | | <i>Cocconeis placentula</i> Ehrbg. |
| <i>Anabaena</i> sp. | | <i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Smith |
| <i>Lyngbya</i> sp. | | <i>Cymbella</i> sp. |
| <i>Microcoleus</i> sp. | | <i>Diatoma</i> sp. |
| <i>Nostoc paludosum</i> Kütz. | | <i>Fragilaria capucina</i> Desm. |
| <i>N. planctonicum</i> Poretzky & Tschern. | | <i>F. construens</i> (Ehrbg.) Grun. |
| <i>Nostoc</i> sp. | | <i>F. crotonensis</i> Kitt. |
| <i>Oscillatoria irrigua</i> Kütz. | | <i>Gomphonema constrictum</i> Ehrbg. |
| <i>O. limosa</i> Agardh | | <i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. |
| <i>O. okenii</i> Agardh | | <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Ra- |
| <i>Phormidium</i> sp. | | benh. |
| <i>Plectonema</i> sp. | | <i>Navicula americana</i> Ehr. |
| <i>Schizothrix</i> sp. | | <i>N. crucicula</i> (W. Sm.) Donk. |
| <i>Symploca dubia</i> (Naeg.) Gom. | | <i>N. cryptocephala</i> Kütz. |
| Chrysophyta | | <i>N. cuspidata</i> Kütz. |
| Xanthophyceae | | <i>N. hungarica</i> Grunov |
| Tribonematales | | <i>N. levanderi</i> Hustedt. |
| <i>Tribonema minus</i> Hazen | | <i>N. oblonga</i> Kütz. |
| <i>T. vulgare</i> Pascher | | <i>N. perpusilla</i> Grun. |
| Diatomophyceae | | <i>N. placentula</i> (Ehrbg.) Kütz. |
| <i>Achnanthes linearis</i> (W. Sm.) Grun. | | <i>N. plicata</i> Donk. |

- N. radiosa* Kütz.
N. scutiformis Grun.
Navicula sp.
Neidium affine (Ehr.) Cl.
Peronia sp.
Pinnularia sp.
Stauroneis alabamiae Heid.
Surirella delicatissima Lewis
Synedra tabulata (Ag.) Kütz.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
Rhodophyta
Bangiophyceae
Bangiales
Bangia atropurpurea Agardh
Chlorophyta
Chlorophyceae
Volvocales
Chlorogonium elongatum
Volvox sp.
Chlorococcales
Ankistrodesmus braunii (Naeg.)
Brunnth.
Chlorella vulgaris Beyer.
Coelastrum sp.
Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerh.
Pediastrum integrum Naeg.
P. duplex Meyen
Scenedesmus arcuatus Lemm.
S. bijugatus (Turpin) Kütz.
S. eornis (Ralfs) Chod.
S. quadricauda (Turp.) Bréb.
S. spinosus Chod.
Tetraëdron raphidioides (Reinsch)
Hangs.
Ulotrichales
Stichococcus lacustris Chodat
Ulothrix tenerrima Kütz.
U. tenuissima Kütz.
U. zonata (Web. & Mohr.) Kütz.
Oedogoniales
Oedogonium sp.
Siphonocladales
Cladophora fracta Kütz.
- C. glomerata* (L.) Kütz. (v Krkinem
pritoku Radulji)
Conjugatae
Zygnemales
Spirogyra sp.
Desmidiales
Closterium abruptum W. West
C. acutum Bréb.
C. attenuatum Ehrb.
C. calosporum Wittr.
C. diana Ehrbg.
C. ehrenbergii Menegh.
C. leibleinii Kütz.
C. moniliferum (Bory) Ehrbg.
C. navicula (Bréb.) Lütkem.
C. pusillum Hantzsch
C. ralfsii Bréb.
C. setaceum Ehrbg.
C. strigosum Bréb.
Bryophyta
Musci
Fontinalis antipyretica L.
Spermatophyta
Dicotyledonopsida
Ranunculaceae
Ranunculus circinatus Sibth.
R. trichophyllus Chaix
Ceratophyllaceae
Ceratophyllum demersum L.
Haloragaceae
Myriophyllum spicatum L.
Callitrichaceae
Callitriche verna L.
Boraginaceae
Myosotis sp.
Monocotyledonopsida
Hydrocharitaceae
Elodea canadensis L. C. Rich.
Zosteraceae
Potamogeton crispus L.
P. filiformis Pers.
P. nodosus Poir.
P. perfoliatus L.

Dristavec *Potamogeton filiformis* je bil v Sloveniji doslej znan le iz okolice Izole (Martinčič, Sušnik 1969). Najdba te vrste v Krki je prva lokaliteta v Sloveniji zunaj Submediterana.

Med helofiti smo našli štiri vrste: *Alisma plantago-aquatica* L. (Alismataceae), *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (Cyperaceae), *Sparganium erectum* L. (Sparganiaceae) in *Typha latifolia* L. (Typhaceae).

2.2. Oris favne

Med bentoškimi, planktonskimi, nevstonskimi in epibiontskimi organizmi najdemo naslednje skupine nevretenčarjev:

Spongiaria	Acarina
Turbellaria	Ephemeroptera
Rotatoria	Plecoptera
Nematoda	Odonata
Gastropoda	Heteroptera
Bivalvia	Coleoptera
Oligochaeta	Megaloptera
Hirudinea	Neuroptera
Copepoda	Trichoptera
Amphipoda	Diptera

Spongiaria. Sladkovodne spužve (Spongillidae) smo našli večinoma na travertinu, redkeje pa na drugih substratih (kamenje, rastlinski ostanki). Dajejo ekološko nišo ličinkam mrežekrilcev spužvarkam (Sisyridae). Te ličinke žive na površju ali v sistemu kanalov, kjer se hranijo s telesnimi sokovi svojega gostitelja (glej Neuroptera!).

Gastropoda. Našli smo naslednje vrste polžev:

Theodoxus danubialis (Pfeiffer)
Bithynia tentaculata (Linnaeus)
Fagotia esperi (Ferussac)
F. acicularis (Ferussac)
Amphimelania holandri (Ferussac)
Lymnaea ovata (Draparnaud)
Planorbis carinatus O. F. Müller
Ancylus fluviatilis O. F. Müller.

Bivalvia. Preiskani del Krke naseljujejo naslednje školjke:

Pseudanodonta complanata (Rossmassler)
Unio crassus Philipsson
Sphaerium sp.
Pisidium sp.

Oligochaeta. K a r a m a n (1968) in H r a b e (1973) navajata za Krko 10 vrst maloščetincev. Oligohete smo dobili v vzorcih z blatnega dna in rastlinja. Ponekod v blatu se množično pojavljajo Tubificidae.

Hirudinea. S k e t (1968) omenja za Krko 5 vrst pijavk. Od teh smo dobili ribjo pijavko *Piscicola geometra* (Linnaeus) in polžjo pijavko *Glossiphonia* sp. Ostali material ni determiniran.

Amphipoda. P r i m o ž i č in G r o s m a n (1971—72) sta našla v Krki 4 vrste postranic, od katerih 3 navajata za neposredno bližino preiskanega odseka (pred Kostanjevico in pri Otočcu). Te vrste so:

Gammarus fossarum Koch
G. roeseli Gervais
Jugogammarus kusceri (Karaman S.).

Identiteta *G. fossarum* ni povsem zanesljiva zaradi nejasnosti pri razmejitvi do taksona *G. wautieri*.

Decapoda. Potočnega raka *Astacus astacus* Linnaeus je v Krki ob koncu prejšnjega stoletja iztrebila glivična bolezen. Sedaj ga ponovno naseljujejo v

zgornji del Krke in pritoke. V leto 1972 sega po dosedanjih ugotovitvah uspešen poskus naselitve raka v pritoku Radulji (Herfort 1973).

Ephemeroptera. Primožič in Grosman (1971—72) navajata za spodnji tok reke kot najpogostejši enodnevnici vrsti *Baetis sp.* in *Ephemerella ignita* Poda.

Plecoptera. Med vrbnicami se množično pojavlja vrsta iz rodu *Leuctra*.

Heteroptera. Nekaj podatkov o stenicah Krke posreduje Gogala in Moder (1960). Med epinevstonti smo dobili vodne drsalce Gerridae, med hiponevstonti vodne škržate Corixidae, med rastlinjem in kamni pa stenico *Aphelocheirus sp.*

Megaloptera. Na mehkem dnu žive ličinke blatnic. Na ekskurziji v maju 1977 smo dobili vrsti *Sialis lutaria* Linnaeus in *S. nigripes* Pictet. *S. nigripes* je nova vrsta za jugoslovansko favno.

Neuroptera. Med mrežekrilci smo dobili le odrasle stadije dveh vrst:

Osmylus fulvicephalus (Scopoli)

Sisyra terminalis Curtis.

Osmylus fulvicephalus (Osmylidae) ima higrofilne ličinke v obrežnem pasu. *Sisyra terminalis* (Sisyridae) ima prave vodne ličinke, ki parazitirajo v sladkovodnih spužvah. Doslej je bila za Slovenijo znana le *Sisyra fuscata* (Klapálek 1900; Zeleny 1964; Aspöck in Aspöck 1964, 1969; Aspöck 1972—73). Najdba vrste *Sisyra terminalis* je nova za Slovenijo in Jugoslavijo.

Trichoptera. Manjše ličinke mladoletnic gradijo tulce iz rastlinskih delov (*Lepidostoma*) ali zrn peska, večje vrste pa delajo lijakaste mreže za lov (*Plectrocnemia*).

Diptera. Najštevilnejši dvokrilci v Krki so Chironomidae, sledijo jim Anthomyidae, le na enem mestu (izliv Šentjernejskega potoka) smo dobili maloštevilne Syrphidae.

3. EKOLOŠKI DEL

3.1. Bentoške biocenoze

3.1.1. Biocenoze poraščenega blatnega dna

Raziskovali smo združbe blatnega dna brez strujanja (pelofilne biocenoze) in s strujanjem (peloreofilne biocenoze). Kombinacija mehke podlage in majhne hitrosti vodnega toka omogoča uspevanje višjih vodnih rastlin, ki sestavljajo vodno združbo dristavca in vodne zlatice *Potamogeton perfoliatus*-*Ranunculetum fluitantis* in združbo rogolista *Ceratophylletum demersi*. V teh združbah najdemo naslednje rastline: *Ranunculus trichophyllus*, *R. circinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. filiformis*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Fontinalis antipyretica* in včasih *Elodea canadensis*. V teh združbah se vedno pojavljajo nitaste alge (*Cladophora*), redkeje pa zelena alga *Hydrodictyon reticulatum*. Vodno rastlinje daje življenjski prostor fitoreofilnim živalim: pijavkam, stenicam *Aphelocheirus sp.*, vodnim pršicam, amfipodom, ličinkam odonatov, efemeropterov, trihopterov in polžem *Fagotia spp.* Na območjih, kjer je hitrost vodnega toka minimalna ali miruje, žive epinevstonti, kot npr. Gerridae. V blatu so školjke *Pseudanodonta complanata* in *Unio-crassus*.

3.1.2. Biocenoze poraščenega dna iz proda in kamenja

Zanimale so nas združbe trdnega dna (litoreofilne biocenoze). Tudi tu najdemo prej opisane združbe z značilnimi rastlinami. Ni alge *Hydrodictyon*

reticulatum. Med živalmi najdemo iste skupine kot na blatnem dnu, manjkajo le školjke iz družine Unionidae.

3. 1. 3. Biocenoze neporaščenega blatnega dna

Na neporaščenem blatnem dnu je favnistična sestava zelo revna. Poleg školjk (*Pseudanodonta*, *Unio*) živijo v substratu še tubificidi in ličinke dvo-krilcev sifridov, hironomidov in antomiidov. Med temi živalmi so najštevilnejši hironomidi in tubificidi.

3. 1. 4. Biocenoze neporaščenega dna iz proda in kamenja

Te združbe so v primerjavi z združbami blatnega dna kvalitativno mnogo bogatejše. Raziskovali smo območja z vodnim tokom (litoreofilne združbe). Med rastlinami smo našli le alge, ki sestavljajo zelene, rjave ali pa sive prevleke na kamenju. Izmed živali je bilo največ amfipodov, nato polžev, dvokrilcev Chironomidae) in trihopterov. Za te biocenoze je značilno veliko število plekopterov. Sledili so jim heteropteri, efemeropteri, vodni hrošči, pijavke in odonati. Da je ta biotop številčno tako bogat z živalskimi skupinami, si razlagamo s prisotnostjo vodnega toka kot enega najpomembnejših ekoloških dejavnikov tekočih voda. V rekah je namreč več organizmov v lotični coni (območje s tokom), torej reofilnih, kot pa v lenični coni (območje relativnega mirovanja).

3. 1. 5. Biocenoze s travertina

Travertin je na nekaterih mestih gol, na drugih pa ga pokrivajo prevleke alg in mahu *Fontinalis antipyretica*. Višje rastline se le redko zakoreninijo v sam travertin; navadno se usidrajo v mehko blatno ali peščeno dno med travertinskimi bloki ali pa v skledaste vdolbine v njem, napolnjene z blatom ali peskom. Cvetnice sestavljajo združbi Potameto perfoliati-Ranunculeto fluitantis in Ceratophylletum demersi. Na rastlinah in samem travertinu je ogromno polžev, zlasti *Theodoxus danubialis*, *Fagotia* spp., *Amphimelania holandri*, *Bithynia tentaculata* in *Lymnaea ovata*. Mnogo je amfipodov, dipterov, efemeropterov in trihopterov. Manj je hroščev, stenic, pijavk in vodnih pršic. Sama konfiguracija travertina daje ugodno podlago številnim spužvam.

3. 2. Plankton, nevston in epibionti

Plankton. Vzorčevali smo v počasi tekočih ali stoječih delih reke. V nabranem materialu smo dobili mnogo diatomej, modro zelenih in zelenih alg (glej sistematski del!). Planktonska favna je revnejša — poleg protozojev in rotatorijev najdemo številne kopepode.

Nevston. Združbe nevstonskih organizmov uspevajo le na mirnih delih reke. Na Krki smo našli v velikih množinah epinevstonte *Gerridae*. Manj je bilo hiponevstontov *Corixidae* in ličink obrobljenega kozaka *Dytiscus marginalis*.

Epibionti. Organizmi, ki žive na naravnih substratih, kot so vodno rastlinje, površinski deli živali in kamenje, tj. epibionti, sestavljajo samostojne združbe. Na rastlinju in kamenju smo našli cianofite (*Nostoc*, *Oscillatoria* idr.), diatomeje in druge alge. Diatomeja *Coccones placentula* tvori na površini kladofore prevleke, ki dajejo videz impregniranosti z apnencem. Med epizoji je bila pogosta *Vorticella* sp. (na delih rastlinja).

3. 3. Biocenoze obrežnega območja

Rastlinske združbe na bregu Krke umetno vzdržuje človek. Z drevesi in grmovjem je porasel le ozek pas, ki ni nikjer širši od nekaj metrov. Kmetje izsekujejo večja drevesa, da jim ne zasenčujejo polj, sadijo pa predvsem bele vrbe, ki jim režejo veje in jih uporabljajo za pletenje košar.

V združbi, ki jo označujemo kot Saliceto-Populetum, prevladujeta bela vrba (*Salix alba*) in črni topol (*Populus nigra*). V združbi se pojavljajo naslednje vrste:

- | | |
|-----------------|---|
| — drevesni sloj | <i>Salix alba</i> L.
<i>Populus nigra</i> L.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
<i>A. campestre</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.
<i>Ulmus laevis</i> Pallas
<i>Salix fragilis</i> L.
<i>S. triandra</i> L.
<i>S. eleagnos</i> Scop.
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.
<i>Quercus robur</i> L. |
| — grmovni sloj | <i>Corylus avellana</i> L.
<i>Rhamnus frangula</i> L.
<i>Cornus sanguinea</i> L.
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.
<i>C. monogyna</i> Jacq.
<i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Euonymus europaea</i> L.
<i>Rubus</i> sp.
<i>Prunus spinosa</i> L.
<i>Acer campestre</i> L.
<i>Rhamnus cathartica</i> L.
<i>Vitis sylvestris</i> Gmel. |
| — zeliščni sloj | <i>Urtica dioica</i> L.
<i>Hypericum perforatum</i> L.
<i>Humulus lupulus</i> L.
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) Pers.
<i>Aristolochia clematitis</i> L.
<i>Solanum dulcamara</i> L.
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et
Gray
<i>Lythrum salicaria</i> L.
<i>Solidago gigantea</i> Ait.
<i>Rumex sanguineus</i> L.
<i>Carex</i> sp.
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench. |

Rastlinje ob Krki ima velik pomen pri utrjevanju brega. Na izsekanih mestih smo opazili močno erozijo.

Obrežno rastlinstvo naseljujejo številne živali. To so predvsem žuželke in polži. Polži sodijo v družini Succineidae in Helicidae. Žuželke, ki žive na samem

rastlinju ali pa letajo ob njem, so efemeropteri, plekopteri, odonati, trihopteri, med dipteri zlasti Chironomidae in Culicidae, med nevropteri Sialidae in Sisyridae, ki imajo vsi vodne (akvatilne) ličinke, in med nevropteri Osmylidae, ki imajo polvodne (semiakvatilne) ličinke. Poleg teh je mnogo žuželk z ekstraakvatilnimi ličinkami.

3. 4. Flora in favna kvantitativno

3. 4. 1. Flora kvantitativno

Floristične popise smo delali na nekaterih območjih peščenega dna in na vseh petih travertinskih poljih med Dobravo in Mršečo vasjo (nadmorska višina okrog 150 m). Popisovali smo 7. 8. 1976, ko je bilo stanje vode pri mostu v Dobravi 85 cm, in 9. 8. 1976 pri stanju 70 cm.

Popise prikazuje naslednja tabela:

Tab. 1

Lokaliteta (Locality)	Travertinsko polje št. (Travertine area No.)					Peščeno dno* (Sand bottom)*
	1	2	3	4	5	
Pokrovnost (%) (Cover)	50	70	40	60—70	60	60
Popisno polje (m ²) (Area)	300	500	300	400	400	600
Globina vode (cm) (Water depth)	50	80	60	60	50	100
Datum (Date)	7. 8. 76	7. 8. 76	7. 8. 76	9. 8. 76	9. 8. 76	9. 8. 76
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	3.2	2.2	3.3	2.2	3.3	1.2
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2.2	3.2	2.3	2.1	2.3	+2
<i>Myosotis</i> sp.	2.3	2.3	1.3	3.3	1.3	
<i>Fontinalis antipyretica</i>	+2	1.2	1.2	+2		
<i>Potamogeton filiformis</i>				1.3	2.4	3.4
enokaličnica nedeterminirana						2.2
<i>Callitriche verna</i>						1.2
<i>Ceratophyllum demersum</i>						+2
<i>Ranunculus circinatus</i>						+2
<i>Potamogeton nodosus</i>						+1
<i>Schoenoplectus lacustris</i>						+1

* Med travertinskima poljema 3 in 4
(Between travertine areas 3 and 4)

Rastlinska združba blatnega dna ob obrežju, v kateri nastopa *Ceratophyllum demersum*, sodi v asociacijo *Ceratophylletum demersi* (zveza *Ceratophyllion*). Združbe s travertinskih polj in peščenega dna sodijo v zvezo *Callitricho-Batrachion*.

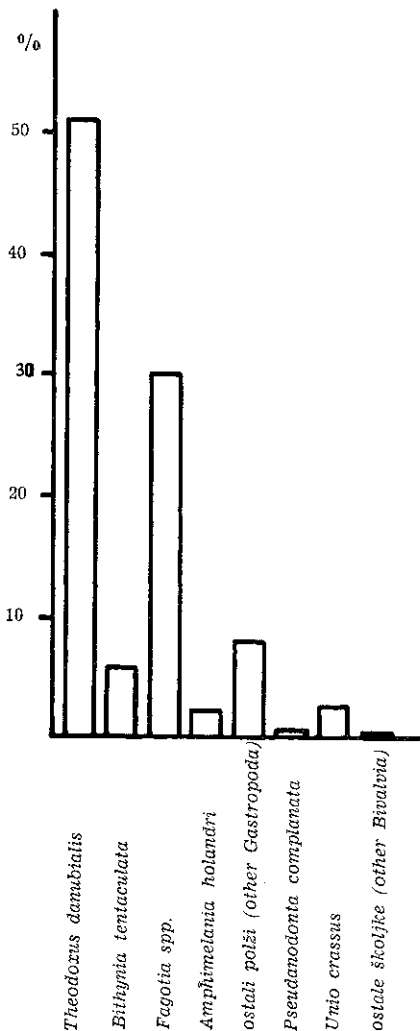
Višje vodne rastline pomenijo večino biomase v Krki. Izmerili smo volumen rastlin, ki poraščajo dno. Meritve smo delali na *Ceratophyllum demersum*. Rastline, ki so visoke 60—80 cm, imajo volumen 10,4 dm³.

3. 4. 2. Favna kvantitativno

Material in metoda. V delu Krke med Dobravo in Drago nas je zanimalo količinsko razmerje med posameznimi živalskimi skupinami. Pri tem so vključene le bentoške živali in živali z rastlinja. Posebej smo obdelali mehkužce in posebej polimerije. Pogostost osebkov posamezne skupine izražamo z odstotkom, računanim od celotnega števila vseh osebkov vseh skupin.

1. *Mollusca*

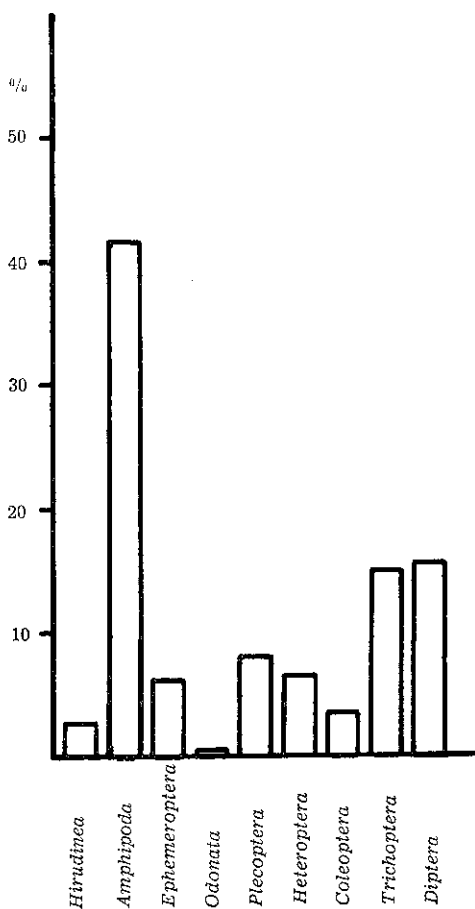
Malakološki material za kvantitativno obdelavo smo nabirali s travertinskih blokov in s peščene podlage med njimi. Veljajo naslednja številčna razmerja (sl. 3):



Sl. 3 — Histogram mehkužcev kvantitativno. Travertinska polja.

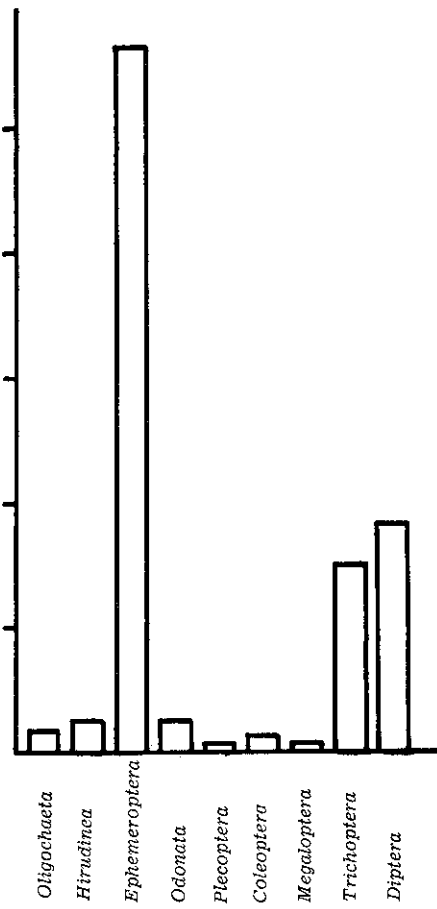
Fig. 3 — Histogram showing molluscs quantitatively. Travertine areas.

		Odstotek (%)
Gastropoda		
	<i>Theodoxus danubialis</i>	51,2
	<i>Bithynia tentaculata</i>	5,7
	<i>Fagotia</i> spp.	30,1
	<i>Amphimelania holandri</i>	2,3
	preostali polži	8,0
Bivalvia		
	<i>Pseudanodonta complanata</i>	0,4
	<i>Unio crassus</i>	2,4
	preostale školjke	0,1



Sl. 4 — Histogram polimerijev kvantitativno. Lital: neporaščeno dno. Hitrost vodnega toka 0,3—0,5 m/s.

Fig. 4 — Histogram showing Polymeria quantitatively. Lithal: bottom without vegetation. The water course 0,3—0,5 meters per sec.



Sl. 5 — Histogram polimerijev kvantitativno. Psamopelal in lital: neporaščeno dno. Voda miruje.

Fig. 5 — Histogram showing Polymeria quantitatively. Psamopelal and lithal: bottom without vegetation. No water course.

2. *Polymeria*

Zanimali so nas kvantitativni odnosi med polimerijskimi skupinami z različnih tipov dna.

Kamnito oz. prodnato dno (lital): neporaščeno dno (sl. 4). Vzorčevali smo s kamnitega dna z močnim vodnim tokom (0,3—0,5 m/s). Tu prevladujejo amfipodi, ki jim sledijo dipteri (le družina Chironomidae) in trihopteri. Na kamniti podlagi se v primerjavi z drugimi tipi dna pojavlja sorazmerno veliko plekopterov in heteropterov (le rod *Aphelocheirus*).

Kamnito oz. prodnato dno, mešano z blatom (psamopelal in lital): neporaščeno dno (sl. 5). Trdna podlaga prehaja v mehko. V tem delu reke voda miruje. Močno prevladujejo efemeropteri, sledijo pa jim dipteri in trihopteri. Le v blatnem dnu smo dobili megaloptere (ki so maloštevilne), nismo pa dobili amfipodov. Ker smo vzorčevali le s površine substrata, je zelo malo oligohetov.

Travertin: neporaščeno in poraščeno dno (sl. 6 in 7). Na različnih travertinskih površinah smo opazovali velike razlike v kvantitativnem odnosu med posameznimi živalskimi skupinami. Verjetno je eden pomembnih dejavnikov hitrost vodnega toka. Na travertinskih poljih s počasnim vodnim tokom (0,2 m/s) (sl. 6) prevladujejo dipteri in amfipodi, mnogo pa je tudi efemeropterov. Na travertinskih poljih s hitrejšim vodnim tokom (0,4—0,5 m/s) (sl. 7) pa so najštevilnejši trihopteri, veliko pa je tudi efemeropterov, amfipodov in dipteroev. Vendar je amfipodov in dipteroev sorazmerno mnogo manj kot na poljih s počasnim vodnim tokom.

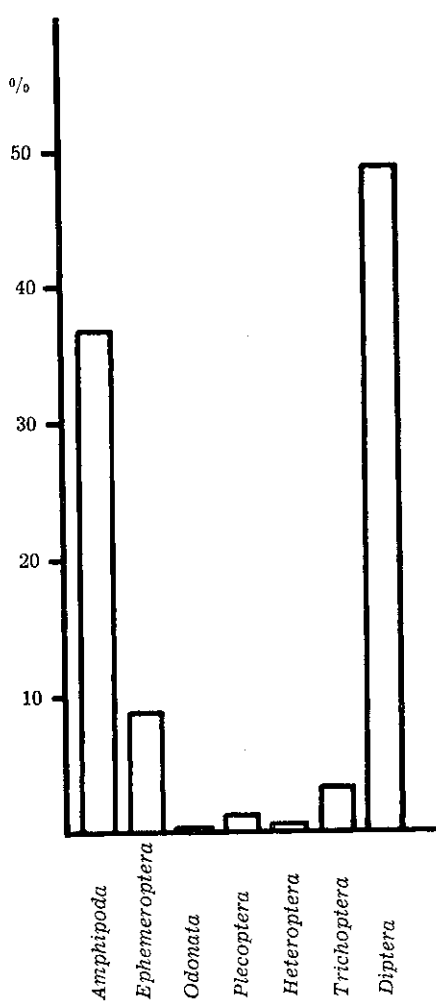
Odstotno nastopanje posameznih polimerijskih skupin na posameznem tipu dna prikazujemo tudi v tabeli:

Tab. 2

Vrsta dna (Type of the substrate)	Lital (Lithal)	Psamopelal in lital (Psamopelal and lithal)	Travertin (Travertine)	Travertin (Travertine)
Hitrost vodnega toka (Water course) (m/s)	0,3—0,5	0	0,2	0,4—0,5
Oligochaeta		1,9 %		
Hirudinea	2,7 %	2,5 %		1,0 %
Amphipoda	41,6 %		36,9 %	12,5 %
Acarina				1,0 %
Ephemeroptera	6,3 %	57,0 %	8,9 %	13,5 %
Odonata	0,3 %	2,5 %	0,3 %	
Plecoptera	8,1 %	0,6 %	1,2 %	
Heteroptera	6,6 %		0,6 %	1,9 %
Coleoptera	3,6 %	1,3 %		1,9 %
Megaloptera		0,6 %		
Trichoptera	15,1 %	15,2 %	3,2 %	58,7 %
Diptera	15,7 %	18,4 %	49,0 %	9,6 %

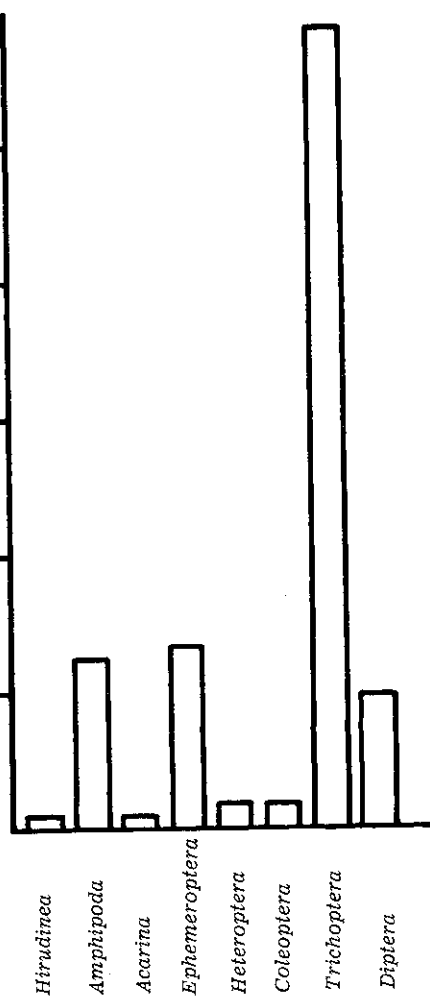
Amfipodov in dipteroev hironomidov je mnogo manj na travertinskih poljih s hitrejšim vodnim tokom kot pa na poljih s počasnejšim tokom; nasprotno velja za efemeroptere in trihoptere. Takšno vlogo vodnega toka pri določanju

kvantitativne sestave združbe potrjujejo tudi literaturni podatki. Ambühl (iz Macana, cit. po Matoničkinu in Pavletiču, 1972) navaja, da se večje število hironomidov pojavlja v območju s hitrostjo vodnega toka 0,2 m/s kot pa na območju s hitrostjo 0,4—0,5 m/s. Isto velja za raka *Gammarus sp.*, narobe pa za trihoptere in enodnevnici iz rodu *Baetis*, ki ju tudi najdemo v preiskovanem delu Krke.



Sl. 6 — Histogram polimerijev kvantitativno. Travertin: neporaščeno in poraščeno dno. Hitrost vodnega toka 0,2 m/s.

Fig. 6 — Histogram showing Polymeria quantitatively. Travertine: substrate with vegetation and without vegetation. The water course 0,2 meters per sec.



Sl. 7 — Histogram polimerijev kvantitativno. Travertin: neporaščeno in poraščeno dno. Hitrost vodnega toka 0,4 do 0,5 m/s.

Fig. 7 — Histogram showing Polymeria quantitatively. Travertine: substrate with vegetation and without vegetation. The water course 0,4—0,5 meters per sec.

3.4.3. Vpliv narasle vode na bentoško vegetacijo

V Krki se sestava rastlinskih in živalskih biocenoz sezonsko spreminja. Eden od vzrokov je močno naraščanje reke, ki je posledica dolgotrajnega deževja (zlasti spomladi in jeseni). Narasla reka odnaša velike količine vodnih rastlin. Pri mostu v Dobravi (stanje vode 160 cm) smo 3. 8. 1976 lovili odplavljene vodne rastline in določali vrstno sestavo ter kvantitativni odnos med njihovimi volumni:

80 % *Ranunculus trichophyllus*

10 % *Myriophyllum spicatum*

10 % preostale rastline.

Spremembe v vodni vegetaciji smo opazovali tudi na terenu med Dobravo in Drago. Opazovanja se ujemajo z omenjenimi rezultati. *Ranunculus trichophyllus* je na travertinskih poljih bolj prizadet kot na območju peščenega dna. Zaradi travertinskih blokov je namreč presek struge manjši, zato je tok hitrejši in s tem rušilna moč večja. *Myriophyllum* zaradi fleksibilnih stebel ne utрпи večje škode. *Fontinalis antipyretica* v času visoke vode izgubi večino listov. *Myosotis* ne kaže prizadetosti.

Za *Ranunculus* je značilna sposobnost hitre rasti v ugodnih pogojih in hitra tvorba semen. Pred naraščanjem reke je v veliki meri že oblikoval semena in je tisto leto že končal življenjski cikel. Ostale višje rastline preživijo zimo v obliki rizomov ali turionov (*Potamogeton perfoliatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium erectum*) ali pa samo zmanjšajo prirastek (*Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*). Vse te vzdržijo močnejši vodni tok.

3.5. Vloga organizmov pri nastanku travertina

Travertin je apnenčasta tvorba fizikalno kemičnega in organskega nastanka. Za njegov nastanek in rast so potrebni: ustrezní tok oz. hitrost vodnega toka (optimalna je 1—2 m/s; pri tej hitrosti se pojavlja največ lehnjakotvornih organizmov), prezračevanje, bazičnost, temperatura (nad 14°C) in svetloba. Poleg teh dejavnikov je potrebna še prisotnost nekaterih rastlin. Rastline med fotosintezo porabljajo ogljikov dioksid in s tem rušijo ravnotežje med bikarbonatom in ogljikovim dioksidom; nastaja apnenec. Delci apnenca, ki tako nastajajo, se ujamejo med vodne organizme (zlasti makrofite). Organizmi s svojimi vegetativnimi deli zadržujejo delce, postmortalno pa njihovi lastni izločki (npr. lupinice in hišice mehkužcev) ter tvorbe (npr. tulci trihopterov in hironomidov) sodelujejo pri gradnji kamnine.

Nastanek travertina (lehnjaka) in travertinske biocenoze v Jugoslaviji so obdelali predvsem v dalmatinski Krki, Plitvičkih jezerih in Uni (pregled literature podajata Matoničkin in Pavletić, 1972).

V preiskanem odseku Krke smo na površini s travertinom našli bujno vegetacijo (*Ranunculus* spp., *Cladophora*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton* spp., *Fontinalis antipyretica*). V primeru cianoficejske alge *Oscillatoria limosa*, ki sestavlja na različnih mestih travertina zeleno rjave prevleke, smo našli delce (apnenec ali drug material), ki so se nalepili na galertasti ovoj kolonije. Ko smo lomili in pregledovali bloke travertina, smo v njem našli ostanke oz. tvorbe naslednjih organizmov (sliki 8 in 9): hišice polžev *Theodoxus danubialis*, *Fagotia* spp., *Amphimelania holandri*, lupinice školjk *Unio crassus*, *Pseudanodonta complanata*, *Sphaerium* sp. in tulce ličink trihopterov in hironomidov. Izmed naštetih smo ocenili za najpogostejše in

najpomembnejše sotvorce kamnine polže *Theodoxus danubialis*, *Fagotia* spp. in ličinke trihopterov ter hironomidov.

Travertin je krhek in zelo porozen. Zaradi razgibane konfiguracije pomeni ugoden substrat za mnoge bentoške organizme. Na vseh preiskanih poljih smo našli sladkovodne spužve. V skledaste dele travertina ali pa med same bloke kamnine tok zanese mnogo malakološkega materiala in peska oz. blata. Višje vodne rastline se zasidrajo prav v te mikrobiotope, skoraj nikoli pa v samo kamnino.

3. 6. Biološki indikatorji onesnaženja

3. 6. 1. Uvod in metoda

Na določeno stopnjo onesnaženja voda so vezani določeni organizmi oz. ustrezne biocenoze. Na podlagi sestave biocenoze lahko določimo stopnjo onesnaženja po mednarodnih kriterijih. Prednost takšne biološke analize pred kemično je v tem, da biološka analiza pokaže povprečno sliko stanja reke, kemična pa le trenutno stanje.

Stopnjo onesnaženja smo ocenili po neposredni ali ekološki metodi, tako imenovanem saprobnem sistemu, ki sta ga uvedla Kolkwitz in Mars-son, izpopolnil pa Liebmann (1951). Iz podatkov ki jih navajamo v rezultatih, smo izračunali indeks saprobnosti po Pantleju in Bucku (1955, cit. po Matoničkinu in Pavletiću, 1972) po formuli

$$I = \frac{\sum S \cdot p}{\sum p}$$

kjer je I indeks saprobnosti, S indikatorska vrednost za posamezno vrsto, p pa pogostost te vrste. Indikatorsko vrednost označujemo od 1 (oligosaprobn) do 4



Sl. 8 — Pomembni tvorci travertina so tulci trihopterov.

Fig. 8 — Important producers of travertine are the sheats of Trichoptera.



Sl. 9 — Pri lomljenju travertina najdemo ostanke hišic polžev *Theodoxus* in *Fagotia*.

Fig. 9 — In breaking up travertine we find the remains of the *Theodoxus* and *Fagotia* snail shells.

(polisaprobna stopnja), pogostost pa z 1, 3 in 5. Dobljena vrednost indeksa se giblje med 1 in 4. Vrednosti med 1 in 1,5 označujejo oligosaprobno stopnjo onesnaženja, med 1,5 in 2,5 beta mezosaprobno, med 2,5 in 3,5 alfa mezosaprobno in med 3,5 in 4 polisaprobno stopnjo onesnaženja.

3.6.2. Rezultati

Novak (1972) navaja za Krko do približno Jurke vasi vmesno stopnjo med oligosaprobno in beta mezosaprobno (1. do 2. bonitetno stopnjo), od Jurke vasi do izliva v Savo pa beta mezosaprobno stopnjo (2. bonitetno stopnjo onesnaženja).

Tab. 3

Indikatorska vrsta (Indicator species)	Saprobna stopnja, za katero je vrsta indikator po (Saprobic class, for which the species is indicator after)		Pogostost (Abundance)
	Liebmannu (1951) (Liebmann, 1951)	drugih avtorjih (other authors)	
	<i>Chironomidae</i>	polisaprobna	
<i>Eristalis sp.</i>	polisaprobna	poli- do mezosaprobna	1
<i>Closterium leibleinii</i>	α mezosaprobna	α mezo- do mezosaprobna	1
<i>Navicula cryptocephala</i>	α mezosaprobna	α mezo- do mezosaprobna	3
<i>Closterium moniliferum</i>	β mezosaprobna	β mezosaprobna	1
<i>Navicula cuspidata</i>	β mezosaprobna	β mezosaprobna	3
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	β mezosaprobna	β mezosaprobna	1
<i>Scenedesmus</i> vrste	—	β mezosaprobna	3
<i>Navicula</i> vrste	—	β mezosaprobna	3
<i>Cymbella</i> vrste	—	β mezosaprobna	1
<i>Ceratophyllum demersum</i>	β mezosaprobna	—	5
<i>Elodea canadensis</i>	β mezosaprobna	—	1
<i>Bithynia tentaculata</i>	β mezosaprobna	—	3
<i>Glossiphonia sp.</i>	β mezosaprobna	—	1
<i>Tabellaria fenestrata</i>	β mezosaprobna	mezo- do oligosaprobna	1
<i>Closterium ehrenbergii</i>	β mezosaprobna	β mezo- do oligosaprobna	1
<i>Cymatopleura solea</i>	β mezosaprobna	β mezo- do oligosaprobna	1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	β mezosaprobna	β mezo- do oligosaprobna	1
<i>Cocconeis placentula</i>	—	oligosaprobna	1
<i>Closterium dianae</i>	oligosaprobna	oligosaprobna	1
<i>Fontinalis antipyretica</i>	oligosaprobna	oligosaprobna	1
<i>Ulothrix zonata</i>	oligosaprobna	oligosaprobna	1

Indeks saprobnosti, določen na osnovi zgornjih podatkov, je $I = 2,18$, kar sodi v razred beta mezosaprobne stopnje onesnaženja.

Na beta mezosaprobno stopnjo onesnaženja kaže največ organizmov. Izstopajo nekatere alge alfa mezosaprobne stopnje (*Closterium leibleinii*, *Navicula cryptocephala*) in nekatere rastline oligosaprobne stopnje (*Closterium dianae*,

Ulothrix zonata, *Fontinalis antipyretica*). Množično nastopanje dristavcev (*Potamogeton* spp.) kaže na pogojenost reke Krke. Med žuželkami je mnogo efemeropterov, trihopterov in plekopterov, ki pa pričajo o manjšem onesnaženju. V nasprotju s tem pa smo večkrat naleteli na mrtve ribe — klene (*Leuciscus* sp.) in činklje (*Cobitis elongata*).

Ob izlivu Šentjernejskega potoka skoraj ni drugih organizmov kot le hironomidi in sirfidi, ki se pojavljajo množično in kot indikatorji polisaprobne stopnje (Liebmann, 1951) kažejo na precejšnje onesnaženje tega odvodnika. Podlago na tem mestu sestavlja le blato. Po barvi blata in odsotnosti za kisik občutljivih organizmov domnevamo, da tu vladajo hipoksične razmere.

4. SKLEPI, RAZPRAVA IN POVZETEK

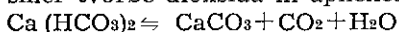
Preiskani del Krke uvrščamo v potamon, ki ga označujejo visoka temperaturna amplituda in evtrofizacijski procesi. Visoka temperaturna amplituda dopušča uspevanje evritermnih organizmov.

Flora in favna. Podajamo seznam 103 vrst vodnih rastlin in 28 vrst nevretenčarjev. Deset nevretenčarskih skupin nismo determinirali do vrst. Dristavec *Potamogeton filiformis* so doslej navajali le za Submediteran. Blatnica *Sialis nigripes* in mrežekrilc *Sisyra terminalis* sta za Jugoslavijo novi vrsti.

Flora in favna kvantitativno. Znano je, da zmerno onesnaženje zagnitja sposobnih odvodnikov pospešuje povečanje biomase in pogojuje veliko raznolikost. Beta mezosaprobna stopnja onesnaženja je območje največjega razcveta vodnega rastlinstva in živalstva. Večino rastlin v Krki predstavljajo makrofiti, predvsem vrste iz rodov *Ranunculus*, *Myriophyllum* in *Potamogeton*. Rastline, tipične za vode s povečano kalcijevo trdoto, so *Ranunculus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum* in *Elodea canadensis*. Te rastline uporabljajo za asimilacijo ogljikovo kislino — prosto ali vezano v bikarbonatu (Liebmann, 1951). Večji del živali z dna in rastlinja predstavljajo polži in artropodi, med katerimi so najštevilnejši amfipodi, efemeropteri, trihopteri in dipteri. Določene skupine nevretenčarjev imajo raje določene tipe dna.

Potamoplankton. Rečni plankton je v primerjavi s planktonom stoječih voda mnogo revnejši. Hitrost vodnega toka v preiskanem delu Krke ne presega 0,5 m/s, kar je ugodno za razvoj planktonov. Za letni čas, v katerem so potekale preiskave, je običajen pojav revna kvalitativna in kvantitativna sestava planktona.

Tvorba travertina. Pri nastanku travertina v Krki so udeleženi abiotski in biotski dejavniki. Rastline pri asimilaciji porabljajo ogljikov dioksid, pri čemer se ravnotežje med bikarbonatom in ogljikovim dioksidom premakne v smer tvorbe dioksida in apnenca:



Makrofiti z vegetativnimi deli zaustavljajo oborjene delce apnenca in s tem pospešujejo njihovo sedimentacijo, cianoficeje pa apnenec izločajo v galerto. Živali, ki s svojimi izločki in tvorbami sodelujejo pri nastanku travertina v Krki, so polži, školjke ter ličinke trihopterov in hironomidov.

Onesnaženje. Preiskani del reke sodi v beta mezosaprobni razred onesnaženja. Pogojenost Krke dokazuje dejstvo, da so dristavci (*Potamogeton* spp.) v limnoflori kvalitativno in kvantitativno dobro zastopani. Posledice močnejšega onesnaženja se kažejo v poenostavljanju združb. Manj odporne vrste organiz-

mov propadejo, njihove niše pa zasedejo odpornejši kompetitorji. V predelih Krke, ki kažejo polisaprobne značilnosti, so takšni množično nastopajoči kompetitorji oligoheti in dipterske ličinke. Tako poenostavljene združbe najdemo predvsem ob izlivih močneje onesnaženih pritokov. Ponekod v Krki množično poginjajo ribe. To si razlagamo z občasno povečano koncentracijo toksičnih snovi. Ribe so za toksične snovi zelo občutljive. Nižje v sistemu so živali manj občutljive za strupe kot višje razviti organizmi. S poskusi so dokazali, da je rak *Gammarus pulex* približno desetkrat odpornejši na fenole kot postrv. Podobno veliko odpornost na toksične snovi kažejo Chironomidae in Tubificidae. V nasprotju z močnim onesnaženjem pa zmerno onesnaženje z nutrienti ustvarja ugodne pogoje za uspevanje rastlin in živali. Poleg zmerne onesnaženja so še drugi vzroki za veliko število organizmov. Eden izmed razlogov je trdota. Večina rastlin uporablja za fotosintetsko aktivnost prosto ogljikovo kislino, nekatere (*Ranunculus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Elodea* in *Fontinalis*) pa poleg proste tudi vezano v bikarbonatu.

Vloga organizmov v samočistilni sposobnosti Krke. Pri samoočiščenju Krke so udeleženi številni organizmi. Organske snovi, ki pridejo v reko, gnijejo. Te organske ostanke razgrajujejo bakterije, artropodi, polži in drugi organizmi. Nepopolno razgrajeni delci se odlagajo v blatu, kjer pride do hipoksičnih razmer. Tako nastali detritus je hrana številnim vodnim organizmom (hironomidom, tubificidom), drugi (trihopteri, dipteri) ga uporabljajo za gradbeni material. Zelene rastline odtegujejo vodi mnoge organske snovi, vanjo pa izločajo kisik. Makrofiti delujejo kot sito — zadržujejo drobne suspendirane delce in s tem pospešujejo njihovo sedimentacijo. Pri tem jim pomagajo tudi mnoge ličinke žuželk. Manjši, vendar prav tako pomemben delež pri samoočiščenju Krke imajo živali. Spužve, školjke in nekateri kopepodi precejajo vodo. Školjke, tubificidi in ličinke hironomidov s sluzjo utrjujejo blato. Z enoceličarji in rastlinami se hranijo višji organizmi, npr. ličinke žuželk, z njimi pa ribe. Zmerno onesnaženje celo pogojuje povečanje biomase, saj pomeni precejšen vir prehrane, ki se kopiči v obliki večvrednih spojin v zadnjem členu prehranjevalne verige — v ribah.

5. ZAHVALA

Delo nam je omogočilo gibanje »Znanost mladini«. Za mentorstvo se zahvaljujemo prof. dr. A. Kornhauser. Za pregled rokopisa oz. nasvete se zahvaljujemo T. Herfortovi, prof. dr. B. Sketu, prof. dr. K. Tarmanu, asist. mag. D. Vrhovšku in asist. dr. T. Wrabru. Zahvalo smo prav tako dolžni srednješolcem, ki so delali v biološki skupini, in vsem drugim, ki so nam kakorkoli pomagali.

6. SUMMARY

The investigated part of the Krka River (between Draga and Mršča vas, Fig. 1) is classified as potamon. It is characterized by high temperature amplitude and eutrophy. High temperature amplitude conditions the growth of eurythermic organisms.

Flora and fauna. From the investigated part of the Krka 103 water plant species and 28 invertebrate species are listed. Ten invertebrate groups are not determined. Zosteracean *Potamogeton filiformis* has been till now cited only for the Submediterranean. Megalopteran *Sialis nigripes* and neuropteran *Sisyra terminalis* are new species for Yugoslavia.

Flora and fauna quantitatively. It is known that a moderate pollution of the decaying-capable outlets accelerates the increase of the biomass and enables great diversity. Beta mesosaprobic class of the pollution gives the best conditions for limnoflora and limnofauna. The majority of the plants of the Krka River is

represented by macrophyta, especially by the species of the genera *Ranunculus*, *Myriophyllum* and *Potamogeton*. Typical plants for waters with great calcium content are *Ranunculus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum* and *Elodea canadensis*. During the assimilation these plants use carbon acid (i. e. carbon dioxide) — free or bounded in bicarbonate (Liebmann, 1951). The majority of the animals from the bottom and from the plants is represented by snails and arthropodans. The most numerous among the latter are Amphipoda, Ephemeroptera, Trichoptera, and Diptera. Some invertebrate groups prefer special types of substrate (see Figs. 4—7).

Potamoplankton. River plankton is, in comparison to plankton of still waters, very scarce. The water course is no greater than 0,5 meters per sec, which is very convenient for the plankton growth. Qualitative and quantitative poverty of the plankton was normal regarding the season of the investigation (July, August).

Travertine formation. Travertine formation in the Krka is based on abiotic and biotic factors. During assimilation plants use carbon dioxide and the balance between bicarbonate and carbon dioxide is moved to the formation of carbon dioxide and calcite:



Vegetative parts of macrophyta retain the precipitated parts of the lime-stone and thus accelerate its sedimentation. Cyanophyta secrete it into galerta. Animals that with their secrets and products support travertine formation are snails, shells and trichopteran, and chironomid larvae.

Pollution. The investigated part of the river is classified as the beta mesosaprobic class of pollution. The organic pollution of the Krka can be seen from the fact that *Potamogeton* spp. are present in large quantity and good quality. Simplification of river communities is caused by higher pollution. Less resistant species perish, their niches are occupied by more resistant competitors. In the parts of the Krka River with polysaprobic characteristics are in masses present competitors Oligochaeta and dipterous larvae. Such simplified biocenoses are found mainly at the mouths of much polluted tributaries. At some parts in the Krka River fishes perish in masses. A possible interpretation may be temporally increased concentrations of toxic substances. Fishes are very sensitive for toxic substances. More highly developed animals are more sensitive than those less developed. It has been proved by experiments that a crustacean *Gammarus pulex* has about ten times greater resisting power to phenols than a trout. A similar great resisting power can be traced in Chironomidae and Tubificidae. In contrast to strong pollution, a moderate pollution with nutrients offers convenient conditions for the growth of plants and animals. Besides moderate pollution, there are some other reasons for a great number of organisms. One of them is water hardness. Most of the plants use for their assimilation process free carbon acid, but some of them (*Ranunculus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Elodea* and *Fontinalis*) use carbon acid bounded in bicarbonate as well.

The importance of organisms at the self-cleaning ability of the Krka. Numerous organisms take part in the self-cleaning process of the Krka. Organic substances, which appear in the river, decay. Bacteria, arthropods, snails and other organisms act upon these organic remains. Unsuccessfully decayed particles are deposited in the mud, where hypoxic conditions appear. Proceeding from this process is detritus, food for many water organisms (Chironomidae, Tubificidae), others (Trichoptera, Diptera) use it as building material. Green plants draw many organic substances from the water, and then secrete oxygen back into it. Macrophyta act like a strainer — they hold back tiny separated particles, thus accelerating their sedimentation. Various insect larvae help them in this process. A smaller, less important part in the self-cleaning of the Krka, have animals. Sponges, shells and some of the Copepoda filter the water. Shells, tubificid and chironomid larvae harden the mud with their slime. One-cell organisms and plants are food for higher developed organisms i. e. for insect larvae, the latter are food for fish. A moderate pollution conditions the increase of the biomass, it even represents a considerable source of food which is accumulated in the form of valuable compositions in the last link of the nourishment chain — in fish.

7. LITERATURA

- Asaul, Z.I., 1975: Viznačnik evglenovih vodorostej Ukraenskoe RSR. Kiev.
- Aspöck, H., 1972—73: Die Erforschung der Neuropteren Europas — Rückblick, Standortbestimmung und Ziele. — Z. Arbgem. Österr. Ent. 24, 1—30.
- Aspöck, H., U. Aspöck, 1964: Synopsis der Systematik, Ökologie und Biogeographie der Neuropteren Mitteleuropas. — Naturkundl. Jb. Stadt Linz 1964, 127—282.
- Aspöck, H., U. Aspöck, 1969: Die Neuropteren Mitteleuropas. — Naturkundl. Jb. Stadt Linz 1969, 17—68.
- Bole, J., 1969: Mehkužci, Mollusca. Ključi za določevanje živali. Ljubljana.
- Glažar, S., D. Krnel, T. Požek, 1976: Mladinski raziskovalni tabor Mihovo. Kemija. — Manusc.
- Gogala, M., A. Moder, 1960: Prispevek k poznavanju favne stenic Slovenije (Hemiptera-Heteroptera). — Biol. vestnik 7, 85—99.
- Hartog, C. den, S. Segal, 1964: A new classification of the water-plant communities. — Acta Botanica Neerlandica 13, 367—393.
- Herfort, T., 1973: Plemeniti rak (*Astacus astacus* L.) v Krki in pritokih in poizkus njegove vzgoje. — Letno poročilo, Zavod za ribištvo, Ljubljana. Manusc.
- Hortobagyi, T., 1973: The microflora in the settling and subsoil water enriching basins of the Budapest water-works. Budapest.
- Horvat, I., 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
- Hrabe, S., 1973: On a collection of Oligochaeta from various parts of Yugoslavia. — Biol. vestnik 21, 39—50.
- Karaman, S., 1972: Beitrag zur Kenntnis der Oligochaetenfauna Jugoslawiens. — Biol. vestnik 20, 95—105.
- Karaman, G.S., 1974: Crustacea, Amphipoda. — Catalogus faunae Jugoslaviae III/3. SAZU. Ljubljana.
- Kimmins, D.E., 1962: Keys to the British species of aquatic Megaloptera and Neuroptera. — Freshw. Biol. 8, 1—23.
- Klapálek, F., 1900: Prispevek ku znalosti Neuropteroid z Krajiny a Korutan — Rozpr. Čes. Akad. 9, 1—12.
- Lazar, J., 1960: Alge Slovenije. — Dela IV. raz. SAZU, 10.
- Lazar, J., 1975: Razširjenost sladkovodnih alg v Sloveniji. — SAZU, Ljubljana.
- Liebmann, H., 1951: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. München.
- Martinčič, A., F. Sušnik, 1969: Mala flora Slovenije. Ljubljana.
- Matoničkin, I., Z. Pavletič, 1972: Život naših rijeka. Zagreb.
- Novak, D., 1972: Stanje površinskih voda v Sloveniji po doslej objavljenih podatkih. — Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji. Ljubljana. 36—39.
- Plemel, 1862: Beiträge zur Flora Krain's. — Drittes Jahresheft des Vereins des Kreinischen Landes-Museums. Leibach.
- Primožič, N., M. Grosman, 1971—72: Biologija amfipodov v reki Krki. — Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biološki oddelek BF. Manusc.
- Radovanović, M., 1933: Trioptere Slovenije. — Prirodoslovne razprave 2, 112—124.
- Sieminska, J., 1964: Bacillariophyceae okrzemki. Warszawa.
- Sket, B., 1968: K poznavanju favne pijavk (Hirudinea) v Jugoslaviji. — Razprave IV. raz. SAZU, XI/4, 129—178.
- Starmach, K., 1966: Cyanophyta — sinice, Glaucophyta — glaukofity. Warszawa.
- Whitton, B.A., 1975: River ecology. Oxford.
- Zeleny, J., 1964: Ergebnisse der Albanien-Expedition 1961 des Deutschen Entomologischen Institutes. 24. Beitrag Neuroptera. — Beitr. Ent. 14, 323—336.

Naslovi avtorjev — Authors' adresses:

Dušan DEVETAK,	Nada NAPOTNIK,	Dušan JURČ,
Slave Klavore 6,	Nazarje 61.	Polje XXII/4,
YU—62000 MARIBOR	YU—63331 NAZARJE	YU—61260 LJUBLJANA—POLJE
Andrej PODOBNIK,	Cvetka MASTNAK,	
Črtomirova 24,	Šempeter v Savinjski dolini 46,	
YU—61000 LJUBLJANA	YU—63311 ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI	