

VODENI PUŽEVI IZ KUPE U SISKU KAO INDIKATOR PROMJENE SAPROBNOSTI OD RIMSKOG PERIODA DO DANAS

IVICA LAJTNER

1. Uvod

Arheološki lokalitet Pogorelac (tzv. »Kovnica«) u Sisku poznat je još iz 1902. godine, kada je vršeno snimanje za sisački vodovod preko Kupe. Tom prilikom pronađeni su ostaci rimskog vodovoda (sl. 1).

Zbog niskog vodostaja 1985. godine na lokalitetu Pogorelac vršena su sistematska arheološka iskapanja. Iskapanja izvodi Zavod za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta iz Zagreba, pod vodstvom stručnog suradnika prof. Marije Smalcelj.

Uz arheološke nalaze iskopano je i dosta osteološkog materijala pretežno domesticiranih životinja (rodovi: Bos, Equus, Sus).

U vrijeme iskopavanja 1985. godine lokalitet je posjetila terenska ekipa Zavoda za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra, JAZU. Pri tom uzeti su uzorci šljunka taloženog tijekom 4. stoljeća n.e. radi određivanja i proučavanja malakofaune.

2. Materijal i metode rada

Na terenu je uzeto oko 10 kilograma šljunka, promjera od 5 – 10 milimetara (sl. 2). Nakon sušenja iz šljunka su izdvojene kućice puževa. One su zbog jako izražene aglutiniranosti stavljene u 5% otopinu vodikovog peroksida. Nakon ispiranja i sušenja moglo se pristupiti determinaciji.

U statističkoj obradi materijala prikupljenog na lokalitetu Pogorelac uzimane su metričke vrijednosti svake jedinke. Kao parametri uzeti su visina i širina kućice, kao i visina i širina usca. Sa tim vrijednostima izračunate su ukupna visina i ukupna širina (S), srednje vrijednosti (x, y) te maksimalne i minimalne visine i širine (max, min).

Dobivene vrijednosti uvrštene su u formulu za standardnu devijaciju $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$. Ta

formula pokazala se kao najbolji oblik za određivanje disperzija pojedinih serija (Obradović, 1948). Ko-

eficijent varijacije izračunat je po formuli $V = \frac{100 \sigma x}{x}$ za visinu, odnosno za širinu. Pomoću for-

mule $g = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{(x^2)(y^2)}}$ izračunat je koeficijent korekcije.

Vrijednosti dobivene aritmetičkim putem prikazane su grafički pomoću elipse vjerojatnosti (E. D. Gussenhoven, 1955). Ovakav način grafičkog prikazivanja veličina, u ovom slučaju puževa vrlo je zoran, te se lako određuje varijacioni raspon pojedinih vrsta. Njegova primjena pogodna je za uspoređivanje veličina primjeraka jedne vrste pronađenih na različitim lokalitetima. Vrstu *Bithynia tentaculata* grafički nije bilo moguće prikazati zbog malog broja jedinki (sl. 3).

S obzirom da je fauna puževa sa lokaliteta Pogorelac subfossilna, za njenu taksonomsku obradu i determinaciju upotrebljava se sistematika recentnih puževa (Bole, 1969; Janus, 1968; Ložek, 1963; Radoman, 1983). Ujedno je kao pripomoć pri determinaciji korištena zbirka recentnih puževa Hrvatskog narodnog zoološkog muzeja iz Zagreba, kao i kolekcija autora.

3. Taksonomski pregled

Iz uzorka šljunka izdvojene su 204 kućice na kojima je moguće izvršiti specifičku determinaciju. Na oko 350 ljušturica specifička determinacija nije bila moguća. Determinirano je pet vrsta puževa, razvrstanih u četiri porodice.

NERITIDAE

Theodoxus danubialis (Pfeiffer, 1828)

(Tabela I, sl. 4a)

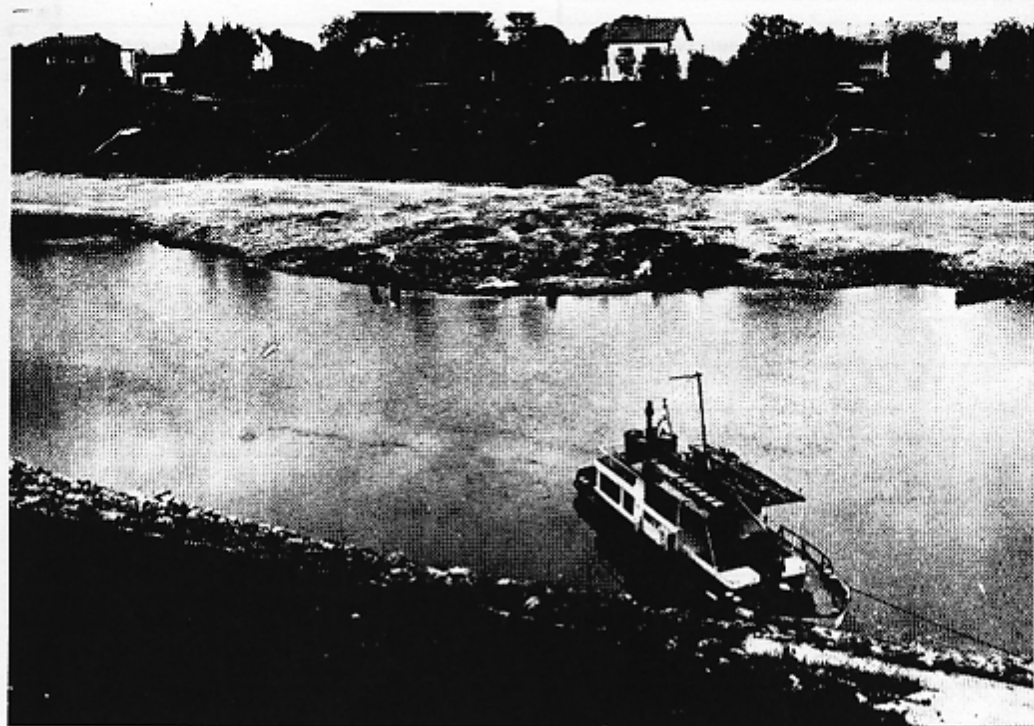
Kućica jako izraženog jajastog oblika, sa cik-cak radijalno raspoređenim crtama. Stijenke su vrlo debele. Zadnji zavoj jako povećan. Broj zavoja 2 1/2. Današnje recentne vrste žive u tvrdim vodama kamenog dna.

HYDROBIIDAE

Litoglyphus naticoides (Pfeiffer, 1828)

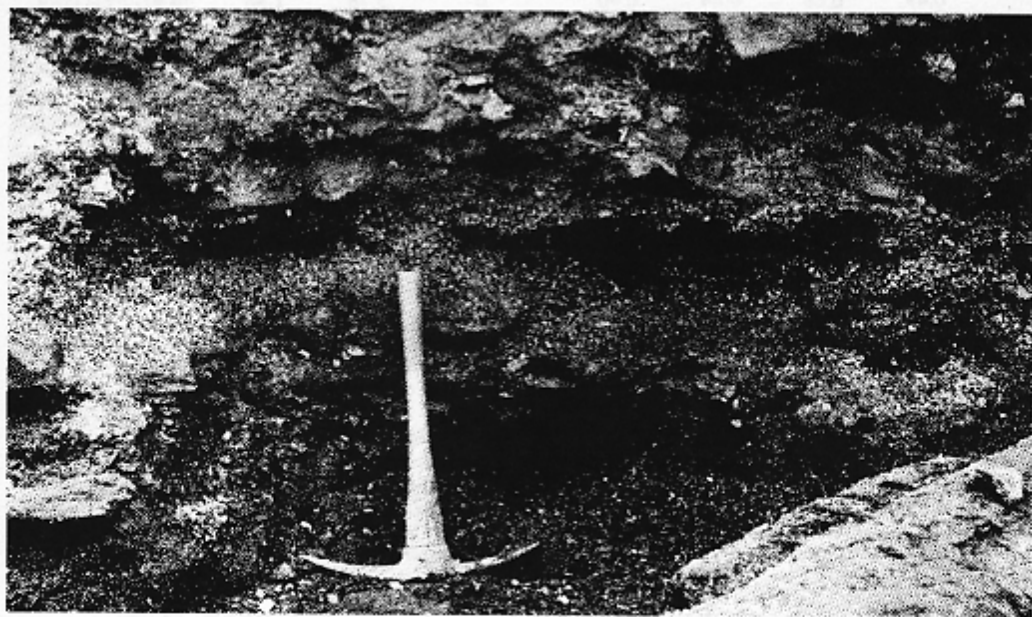
(Tabela I, sl. 4b)

Kućica nepravilna sa jako izraženim zadnjim zavojem koji je na gornjem kraju gotovo ravan. Zavojnica u odnosu na zadnji zavoj vrlo slabo razvijena. Broj zavoja 4 1/2. Pupak zatvoren. Uz rub vretena izražene pukotine. Ovoj vrsti stanište su vode tekućice, kamenog ili šljunkovitog dna.



Sl. (Fig.) 1. Arheološki lokalitet Pogorelac u Sisku za vrijeme niskog vodostaja Kupe.
The archeological locality Pogorelac in Sisak at the time of a low water-level of the river Kupa

Sl. (Fig.) 2. Profil iz kojeg je uzet uzorak šljunka sa puževima.
The soil-profile from which the gravel pattern with the snails has been taken.



VRSTA: <i>Litoglyphus naticoides</i>				
	visina	širina	visina ušća	širina ušća
n	26	29	29	26
S	191.3	172.4	130.8	88.7
x,y	7.3	5.9	4.5	3.4
max	11.1	8.5	7.1	5.2
min	5.8	4.5	3.1	2.5
σ	1.03	0.74	0.74	0.52
V	0.53	0.42	0.56	0.58
ρ	0.23		0.48	

VRSTA: <i>Fagotia esperi</i>				
	visina	širina	visina ušća	širina ušća
n	5	7	5	5
S	71.9	41.9	29.7	15.9
x,y	14.38	5.98	5.94	3.18
max	14.9	6.9	6.9	3.8
min	13.8	5.1	5	2.9
σ	0.49	0.68	0.84	0.40
V	0.68	1.62	2.82	2.51
ρ	0.23		0.48	

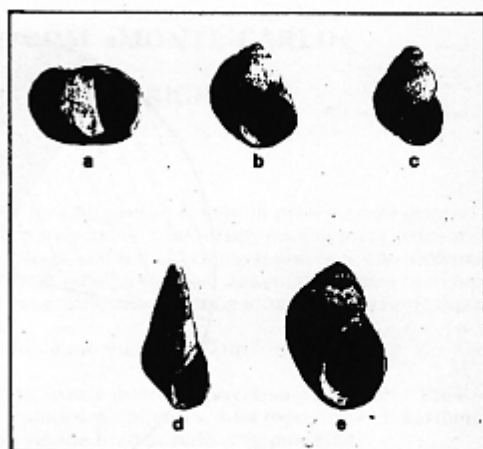
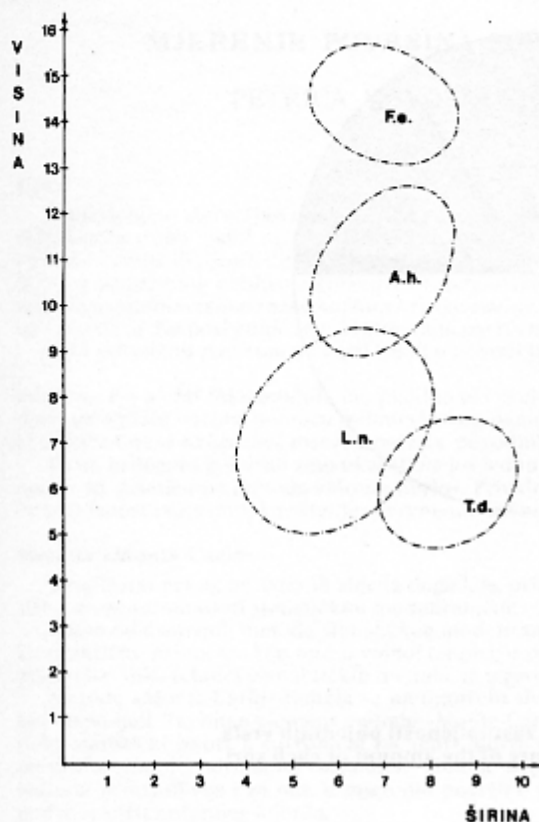
VRSTA: <i>Amphimelania holandri</i>				
	visina	širina	visina ušća	širina ušća
n	46	77	78	64
S	498.8	533	479.4	263.9
x,y	10.8	6.9	6.1	4.1
max	10.8	9.5	8.9	5.1
min	8.1	4.9	4.9	3.1
σ	0.85	0.52	0.45	0.25
V	0.17	0.09	0.09	0.09
ρ	0.0031		0.016	

VRSTA: <i>Teodoxus danubialis</i>				
	visina	širina	visina ušća	širina ušća
n	28	30	28	27
S	173.1	252.6	136	89
x,y	6.18	8.42	4.85	3.29
max	7.9	10.5	5.4	4
min	4.4	6.1	4	2.5
σ	0.66	0.80	0.26	0.28
V	0.38	0.31	0.19	0.31
ρ	0.002		0.51	

VRSTA: <i>Bithynia tentaculata</i>				
	visina	širina	visina ušća	širina ušća
n	2	3	3	3
S	15.6	15.2	11.1	7.7
x,y	7.8	5.06	3.7	2.5
max	9.5	6.5	4.6	3.2
min	6.1	4.1	3	2
σ	5.78	1.38	0.92	0.69
V	37.05	9.07	8.28	8.96
ρ	0.32		0.66	

Tablica (Table) 1.
Metričke vrijednosti (Metrical values)

PRILOZI



Sl. (Fig.) 4a-c. *T. danubialis*, Kupa, Sisak
L. naticoides, Kupa, Sisak
B. tentaculata, Kupa, Sisak
F. esperi, Kupa, Sisak
A. holandri, Kupa, Sisak

Sl. (Fig.) 3. Grafički prikaz pomoću elipsa vjerojatnosti.
 The graphic figure by means of probability ellipse.

BITHYNIIDAE

Bithynia tentaculata (Linné, 1758)

(Tabela 1, sl. 4c)

Kućica jajastog oblika sa 5-5 1/2 zavoja. Pupak pukotinast. Ušće je umjereno koso i ovalno, prema gore se ušiljuje. Živi u stajaćim vodama bogatim raslinjem, kao i ispod kamenja u rijekama, ali u manjem broju.

THIRAIIDAE

Fagotia esperi (Ferussac, 1823)

(Tabela 1, sl. 4d)

Kućica vitka sa slabio izraženim zavojima. Broj zavoja od 6 1/2-9 1/2. Ušće ovalno. Pupak potpuno zatvoren. Jasno su izražene rdaste pjegice. Živi u vodama tekućicama na kamenom dnu.

Amphimelania holandri (Ferussac, 1823)

(Tabela 1, sl. 4e)

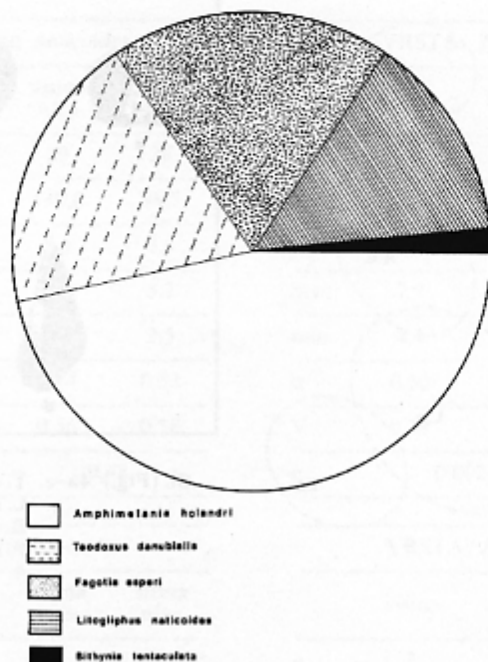
Kućica jajasto koničnog oblika. Zavojnica uzdignuta sa jasno izraženim vrhom. Pupak zatvoren. Ušće ovalno, prema gore se ušiljuje. Rošćići na zavojnici i zadnjem zavoju uslijed trenja u šljunku su abradirani, dok su kod recentnih vrsta vrlo jasno izraženi. Stanište su joj vode tekućice kamenog ili šljunkovitog dna.

4. Diskusija i zaključna razmatranja

Saprobní sistem je osnovna ekološka metoda, koja pokazuje stupanj zagađenosti riječne vode. On se određuje po učestalosti organizama indikatora. Tu metodu su prvi primjenili Kolwitz i Marson 1909. godine, a modificirao ju je Liebmann 1958. (Matonićkin-Pavlečić, 1972).

Ekološki gledano riječne vode razvrstane su u četiri grupe:

1. polisaprobne - vrlo veliko onečišćenje
2. alfa-mesosaprobne - jako onečišćenje



Sl. (Fig.) 5. Grafički prikaz zastupljenosti pojedinih vrsta.
The graphic figure of the amount of each sort.

3. beta-mesosaprobne – umjereno onečišćenje
4. oligosaprobne – vrlo slabo ili nikakvo onečišćenje

Prema podacima kojima raspolaže Vodoprivreda Hrvatske tok rijeke Kupe kod Siska spada u red beta-alfamesosaprobni voda.

U pokupskom sektoru Kupa je najzagađenija i to nizvodno od Sišince prema Sisku i u dijelu toka karlovačke aglomeracije (Ridanović, 1973). Tako na primjer u Karlovcu se svake sekunde u Kupu izlije oko 300 litara otpadnih voda (Lukas, 1984).

Analizom puževa sa lokaliteta Pogorelac vidljivo je da je sa 98% zastupljena fauna čije je stanište kameno ili šljunkovito dno sa relativno malo raslinja, što podrazumijeva bistrinu i tvrdnu vodu (sl. 5). Sa samo 2% zastupljena je vrsta *B. tentaculata* čije su stanište vode vrlo sporog toka ili vode stajačice, muljevitog dna sa mnogo raslinja.

Danas na tom dijelu toka Kupe žive pretežno puževi (rodovi: *Viviparus*, *Bithynia*, *Lymnaea*), koji ne zahtijevaju vodu bogatu kisikom, kamenita dna i bistrinu.

Iz toga je vidljivo da je antropogeni faktor (industrijalizacija i urbanizacija obala rijeke Kupe) imao odlučujuću ulogu u postupnom zagađivanju vode i promjeni zajednice puževa koje žive u toku rijeke Kupe u Sisku u vremenskom rasponu od 4. stoljeća n.e. do danas.

Literatura

- Bolc, J. 1969: Ključići za određivanje živali. Institut za biol. Univ. v Ljubljani, Društvo biol. Slovenije, 114 str., Ljubljana.
- Defrise-Gussenhoven, E. 1955: Ellipses equiprobables et taux d'éloignement en biométrie. Inst. royal des Sci. nat. de Belgique, 1-31 str., Bruxelles.
- Janus, H. 1968: Unsere Schnecken und Muscheln. Kosmos-Naturführer, 124 str., Stuttgart.
- Ložek, V. 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie Wissenschaften, 374 str., Praha.
- Lukas, Z. 1984: Sliv rijeke Kupe traži zaštitu. Priroda, 242-244 str., Zagreb.
- Matonićkin-Pavletić, 1972: Život naših rijeka. Školska knjiga, 198 str., Zagreb.
- Obradović, S. 1948: Statistika. Međunarodna knjižnica, 176 str., Beograd.
- Radoman, P. 1983: Hydrobioidea a superfamily of prosobranchia. Inst. za zool. Odsjeka za biol. nauke Prirodno-mat. fak., 256 str., Beograd.
- Ridanović, J. 1973: Hidrogeografske značajke središnje Hrvatske. Geo. društvo Hrvatske i Sveučilište u Zagrebu, Geo. glasnik 35, 51-65 str., Zagreb.