

izvirno znanstveno delo

UDK 598(282 Osapska reka)
574.5:592(282 Osapska reka)

VERTIKALNA RAZPOREDITEV INVERTEBRATOV V OSAPSKI REKI I. MIKROINVERTEBRATI

Ciril KRUŠNIK

mag. biol. znanosti, Institut za biologijo Ljubljana, 61000 Ljubljana, Karlovska 19, SLO
MSc., Istituto nazionale di biologia, 61000 Ljubljana, Karlovska 19, SLO

Marjana HASENBICHEL

prof. biol., Gimnazija Vič, 61000 Ljubljana, Tržaška 72, SLO
prof. biol., Gimnazija Vič, 61000 Lubiana, Tržaška 72, SLO

IZVLEČEK

V Osapski reki smo pri kraju Mlinarji raziskali vertikalno razporeditev mikroinvertebratov v rečnem dnu. Vzorčili smo v rečnih usedlinah do globine 60 cm. Uporabili smo metodo "freezing core" (zmrzovanje sedimenta s tekočim dušikom) v kombinaciji z omrvičenjem živali z izmeničnim električnim tokom. Ugotovili smo, da imajo pripadniki različnih mikroinvertebratskih skupin v Osapski reki različno vertikalno razporeditev. Največje skupno število živali na prostorninsko enoto smo ugotovili v vrhnjem 10-centimetrskem sloju rečnega dna. Z naraščanjem globine je število živali na dm^3 upadalo.

Ključne besede: vertikalna razporeditev, mikroinvertebrati, rečno dno

Key words: vertical distribution, microinvertebrates, river bottom

UVOD

Na vertikalno razporeditev favne v usedlinah rečnega dna vplivajo številni faktorji. Razporeditev favne je rezultat medsebojnega delovanja biotičnih in abiotičnih parametrov. Odvisna je od klimatskih razmer, lahko pa je tudi rezultat migracij sedimentne favne (Bretschko & Klemens, 1986). Ista avtorja navajata, da je Pecharski (1957) proučeval migracije larv višjih žuželk in ugotovil, da je njihovo gibanje odvisno od prisotnosti hrane v določenem predelu oziroma globini sedimenta.

Poroznost sedimenta je pomemben fizikalni parameter, ki vpliva na razporeditev živali, medtem ko ima temperatura intersticijske vode le majhno vlogo. Pozimi je za nekaj stopinj višja in poleti za nekaj stopinj nižja od površinske vode (Bretschko & Klemens, 1986).

Poleg navedenih dejavnikov vpliva na razporeditev favne tudi oblika organizmov (Williams & Hynes, 1974).

Podolgovate in vitke živali z gibljivim telesom se lahko hitro premikajo med delci v intersticijskih prostorih sedimenta. Prav tako se lahko bolj ali manj neovirano gibljejo tudi živali drugačne oblike, le da morajo biti drobnejše, kot so npr. pripadniki nižjih rakov iz skupin Copepoda in Cladocera.

Rezultat delovanja vseh dejavnikov je distribucijski oziroma razporeditveni vzorec favne, ki se zelo razlikuje v času in prostoru.

Namen naše raziskave je bil spoznati vertikalno razporeditev mikroinvertebratov v različnih globinah rečnega dna Osapske reke, njihovo številnost in pestrost njihove združbe. Povoda za raziskavo sta bila slabo poznavanje favne Osapske reke in slaba raziskovanost razporeditve živali v usedlinah rečnega dna. Pri raziskavah favne v dnu Osapske reke smo pri vzorčenju uporabljali metodo "freezing core", ki smo jo v Sloveniji uporabljali prvič.

MATERIAL IN METODE MIKROINVERTEBRATI

Mikroinvertebratski organizmi so živali, ki redko presegajo dolžino enega milimetra (Sanson, 1988). K mikroinvertebratom prištevamo pripadnike naslednjih skupin: Protozoa, Rotatoria, Nematoda, Gastrotricha, Tardigrada, Ostracoda, Cladocera, Copepoda in Hydracarina.

V tem članku pa kot mikroinvertebrate obravnavamo frakcijo živali, ki smo jih zbrali na situ s 100-mikrometrskimi okenci pri spiranju vzorcev skozi sito z 25-mikrometrskimi okenci.

Organizme, ki so ostali na mreži z 250-mikrometrskimi okenci, smo obravnavali kot makroinvertebrate (Krušnik & Korošec, 1995).

OPIS LOKALITETE

Material smo zbrali na petih odzemnih točkah v Osapski reki. Vzorčenje je potekalo pri kraju Mlinarji, približno 15 metrov od mostu proti toku. Na tem mestu so rečno dno sestavljali večji in manjši prodniki ter pesek. Ob odvzemu vzorcev je bil nizek vodostaj. Pri določanju odzemnih točk smo pazili, da je bila voda na odzemnih točkah prisotna ves čas od postavljanja korerjev do odvzema vzorcev. Oddaljenost med posameznimi odzemnimi točkami je bila le tolikšna, da nas postavljeni korerji niso ovirali pri kasnejšem odvzemu vzorcev.

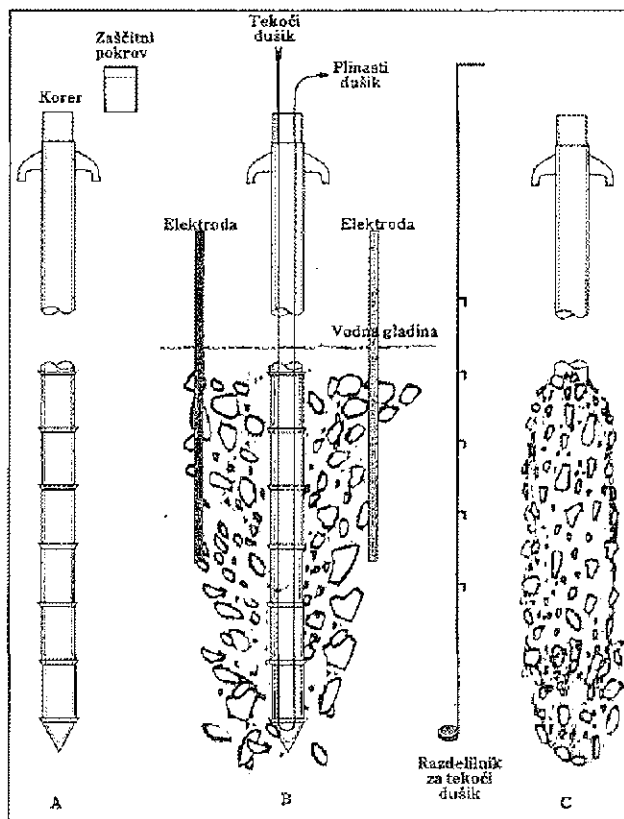
ODVZEM VZORCEV

Korerje in elektrode smo na petih točkah zabili v rečno dno 27.6.1992. Na vseh petih eksperimentalnih mestih smo potisnili v ustrezno globino po dve elektrodi, ki sta bili med seboj oddaljeni od 30 do 50 cm. Med elektrodama smo s kladivom zabili korer v sediment. Korer je podolgovata cev s premerom 50 mm, dolga 1500 mm in z 2 mm debelo steno. Na spodnji strani je zaprta (glej sliko 1).

Zabijanje korerja v sediment je zelo grob poseg v življenjski prostor organizmov, ki povzroči beg živali. Za ponovno razporeditev prvotnega stanja favne v rečnem dnu smo zato počakali z vzorčenjem 14 dni. To je dosti več kot dva dneva, ki sta po Pugsleyu in Hynesu (1983) potrebna za ponovno vzpostavitev razporeditve favne, kot je bila pred zabijanjem elektrod in korerjev v sediment (Klemens, 1983).

Vzorci smo odvzeli dne 12.7.1992 oziroma štirinajst dni po postavitvi korerjev. S korerji smo vzeli pet vzorcev iz rečnega dna do 60 cm globoko.

Pred vzorčenjem smo preko korerja postavili cilindrični vzorčevalnik, da je sedel na sediment. V cilindrični vzorčevalnik (valj iz trde plastike z mrežo s 100-mikrometrskimi okenci) so se ujeli organizmi, ki so migrirali iz zgornjega sloja sedimenta zaradi vpliva elek-



Slika 1: A - shematski prikaz korerja, B - korer v sedimentu, C - zmrznjen vzorec.

Fig. 1: A - sampling corer, B - corer in the sediment, C - frozen sample.

tričnega toka in zmrzovanja. Pred zmrzovanjem s tekočim dušikom smo živali električno pozicionirali oziroma omrtvičili z električnim poljem z napetostjo 650 V in s frekvenco 50 Hz. Električni tok smo spustili skozi elektrode za 10 minut, saj so laboratorijski eksperimenti pokazali, da takšno električno polje po desetih minutah prepreči kakršnokoli gibanje celotne favne za nadaljnjih 15 minut (Klemens, 1983).

Po izklopu električnega toka smo sediment zmrznili s tekočim dušikom. V korer smo počasi nalivali tekoči dušik, ki je povzročil, da je sediment v neposredni bližini korerja zmrznil. Za enakomerno zmrznjen sediment smo nivo tekočega dušika v korerju uravnavali z razdelilnikom (slika 1). Del korerja nad rečnim dnom smo zavarovali z lesnim izolacijskim coklom, s čimer smo preprečili segrevanje korerja s površinsko vodo. Količina porabljenega tekočega dušika je odvisna od dolžine korerja, strukture sedimenta in temperature okolice korerja (Bretschko & Klemens, 1986). Zaradi tople rečne vode smo za posamezen korer porabili približno 7 litrov tekočega dušika. Zmrznjen sediment smo skupaj s korerjem izvlekli na površino s posebnim dvigalom. Vzorec smo položili na mizo pokrito s PVC folijami in

ga razsekali na 10-centimetre plasti od površja rečnega dna do globine 30 cm. Preostali del od 30 do 60 cm globoko smo obravnavali kot celoto, ker pri nekaterih korerjih v tej globini ni bilo prisotnega raztopljenega kisika.

Zaradi različne hitrosti zmrzovanja sedimenta v posameznih globinah je sediment neenakomerno primrznil na korer. Zato smo morali izmeriti prostornino posamezne plasti. Sediment iz posamezne plasti smo položili v plastično merilno posodo, dolili toliko vode, da je prekrila vzorec, in odčitali prostornino. Potem smo od odčitane prostornine odšteli prostornino porabljene vode in dobili dejansko prostornino posameznega vzorca. Prostornine smo sproti beležili.

Zbrani material smo konzervirali v 4% formaldehidu in ga tako pripravili za sortiranje in pregledovanje v laboratoriju.

Za lažje štetje mikroinvertebratov smo v laboratoriju s curkom vodovodne vode najprej sprali formaldehid iz vzorca. Ostanke živih organizmov smo pod lupo s 50-kratno povečavo ročno ločili od neživega materiala. Zbrane organizme smo razporedili po sistematskih kategorijah in jih določili do družin (familia), v nekaterih primerih do rodov (genus). Pri določanju smo uporabili naslednje ključe: Sket *et al.* (1968), Bole (1969), Tachet *et al.* (1980) Sivec & Rejic (1981), Belfiore (1983), Kerovec (1986), Bertrand (1954), Elliot *et al.* (1988) in Sansoni (1988). Mikroinvertebrate smo prešteli in shranili v 70% alkoholu.

Pri velikem številu vzorcev so bile živali zelo številne, zato smo si pri delu pomagali z razdelilnikom oziroma "splitterjem". Z razdelilnikom smo vzorec razdelili na polovico, četrtno ali osmino tako, da je bilo v vsaki najmanjši frakciji vsaj sto organizmov. Če je bilo pripadnikov določene taksonomske skupine manj, smo jih iz vzorca pobrali in prešteli vse živali.

Zaradi neenakomerno velikih vzorcev iz posameznih globin smo morali absolutno število posameznih taksonov preračunati na enotno prostornino oziroma na 1 dm³. To smo naredili po naslednji enačbi:

$$\text{Število/dm}^3 = \frac{\text{debelina sloja (cm)} \cdot 100 \text{ cm}^3}{\text{prostornina vzorca (cm}^3\text{)}} \cdot \text{absolutno število organizmov}$$

K vrednostim iz prvega sloja oziroma iz globine od 0 do 10 cm smo prišteli še ustrezno preračunano število živali iz cilindričnih vzorčevalnikov, ki so se ujele vanje med elektropozicioniranjem in zmrzovanjem.

REZULTATI

Po pregledu vzorcev in določanju živali smo dobili v vzorcih iz Osapske reke skupno dvajset skupin organizmov (tabela 1).

Po obdelavi vzorcev iz korerjev smo dobili podatke o naseljenosti mikroinvertebratov v raziskanih globinah

*	Hydrozoa	
*	Nematoda	
	Gastropoda	
	Oligochaeta	
	Hirudinea	
*	Ostracoda	
*	Cladocera	
*	Copepoda	
	Amphipoda	
	Isopoda	
*	Hydracarina	
	Collembola	
	Ephemeroptera	
	Baetide	Ephemeroptera
	Trioptera	
	Diptera	
	Ceratopogonidae	Diptera
	Chironomidae	Diptera
	Empididae	Diptera
	Coleoptera	

Legenda: z * so označeni pravi mikroinvertebratski organizmi po Sansoni (1988).

Legend: Real microinvertebrates according to Sansoni (1988) are denoted with asterisk (*).

Tabela 1: Skupine mikroinvertebratskih organizmov iz Osapske reke.

Table 1: Microinvertebrates of the Osp river (*).

rečnega dna, ki so navedeni v tabeli 2. Zaradi asimetrične razporeditve števila živali smo vrednosti transformirali z logaritemsko transformacijo in izračunali srednje vrednosti in 95% interval zaupanja.

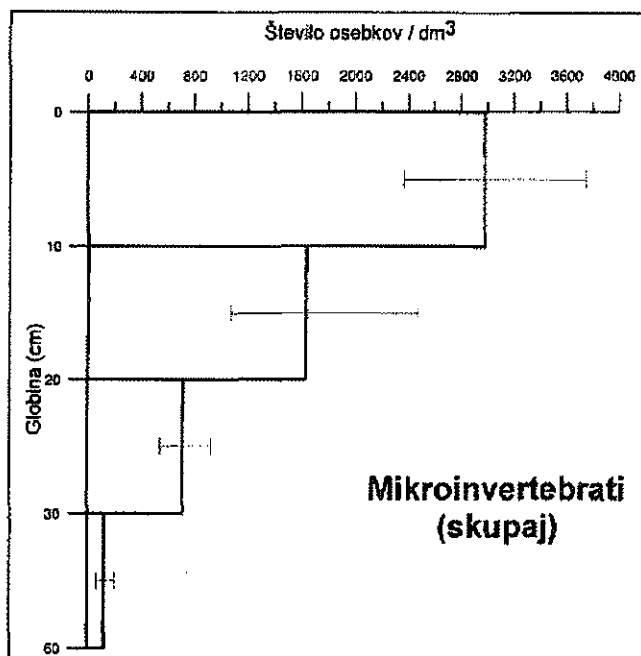
Globina	Povprečje	95% interval zaupanja	
		Spodnja meja	zgoranja meja
0 - 10	2978.67	2364.9	3751.7
10 - 20	1631.84	1077.8	2470.7
20 - 30	714.31	547.7	931.6
30 - 60	125.07	74.7	209.5

Tabela 2: Skupno število vseh mikroinvertebratskih živali na dm³.

Table 2: Total microinvertebrate abundance (n/dm³).

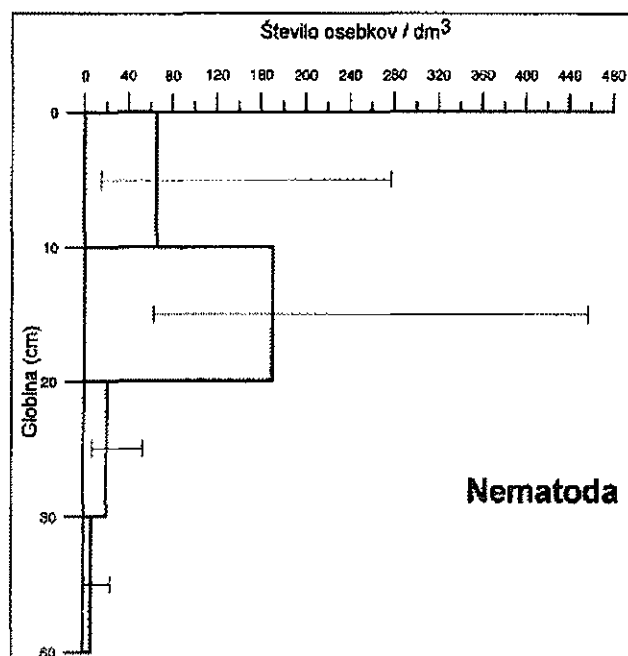
Razporeditev smo grafično prikazali tudi na sliki 2.

Mikroinvertebrati so najbolj gosto naseljevali prvi sloj sedimenta oziroma globino od 0 do 10 cm. Z naraščajočo globino se je število živali opazno zmanjšalo, tako da je bilo v spodnji, 30 cm debeli plasti petkrat manj živali kot v 10-centimetreški plasti nad njo. Takšno razporeditev je kazala večina mikroinvertebratskih skupin. Med pravimi mikroinvertebratskimi skupinami so bili najbolj številni kopepodi, nematodi, vodne pršice, ostrakodni raki in vodne bolhe.



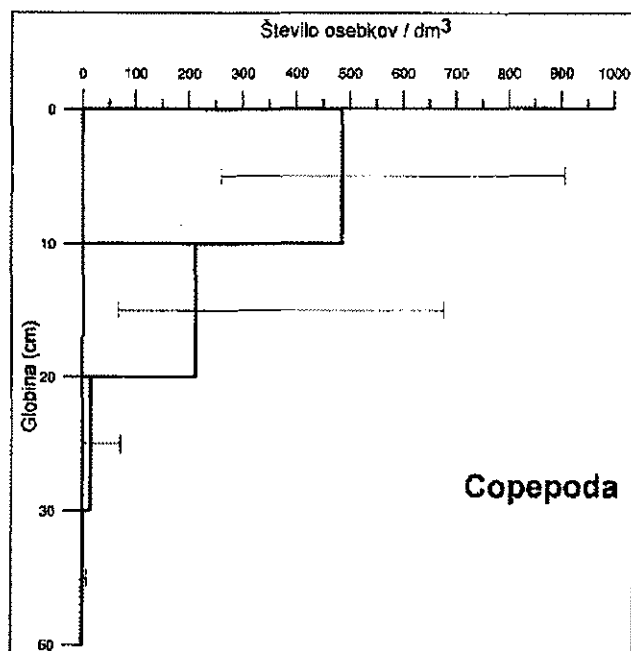
Slika 2.: Vertikalna razporeditev mikroinvertebratov v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 2: Vertical distribution of microinvertebrates in the Osp river on July 12, 1992.



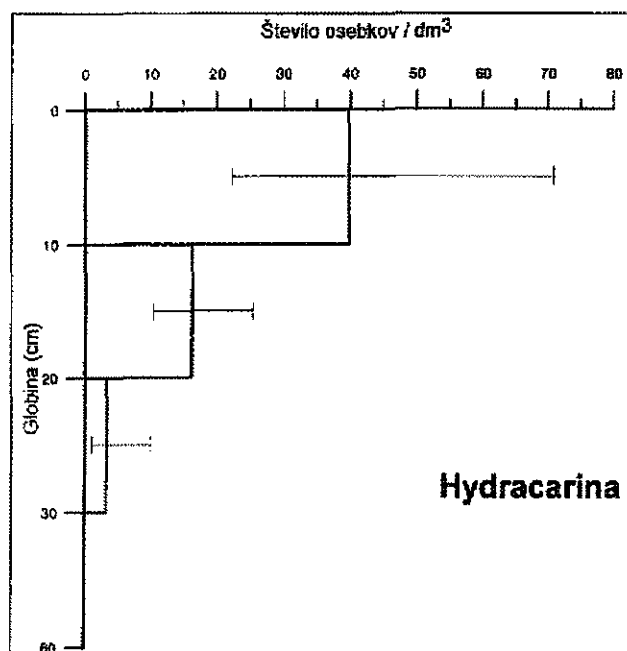
Slika 4: Vertikalna razporeditev glist (Nematoda) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 4: Vertical distribution of nematods in the Osp river on July 12, 1992.



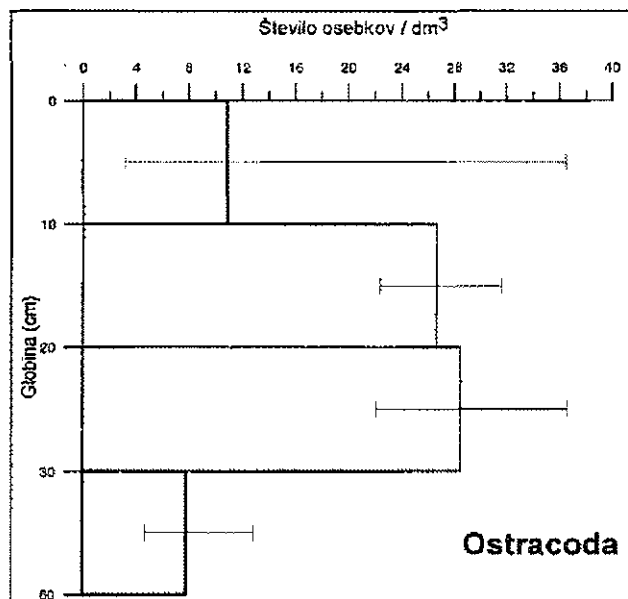
Slika 3: Vertikalna razporeditev ceponožcev (Copepoda) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 3: Vertical distribution of copepods in the Osp river on July 12, 1992.



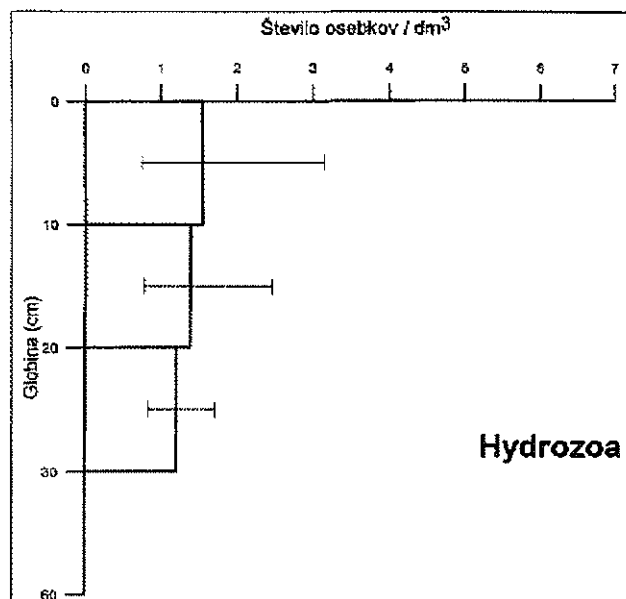
Slika 5: Vertikalna razporeditev vodnih pršic (Hydracarina) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 5: Vertical distribution of Hydracarina in the Osp river on July 12, 1992.



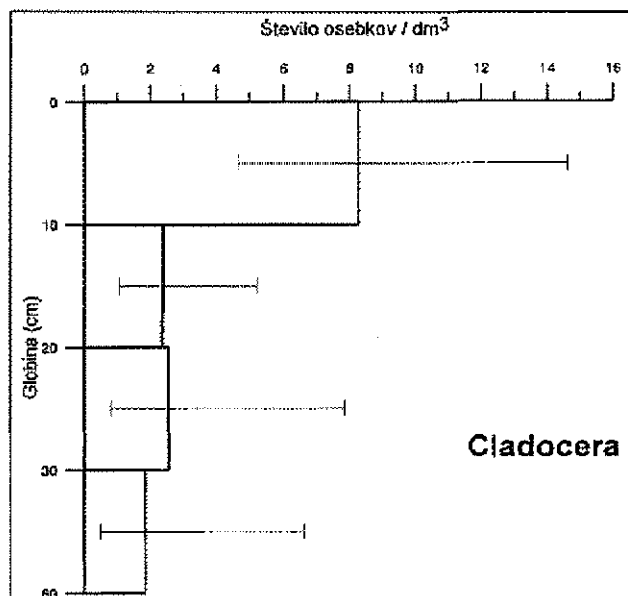
Slika 6: Vertikalna razporeditev rakov dvoklopnikov (Ostracoda) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 6: Vertical distribution of ostracods in the Osp river on July 12, 1992.



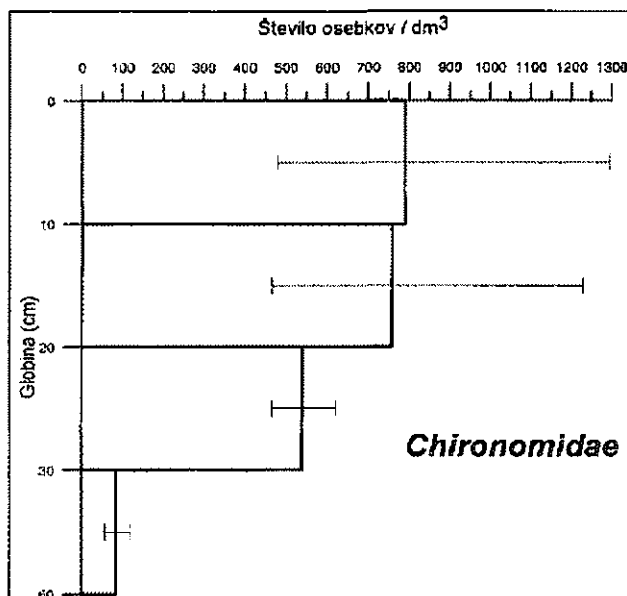
Slika 8.: Vertikalna razporeditev trdoživnjakov (Hydrozoa) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 8: Vertical distribution of Hydrozoa in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 7: Vertikalna razporeditev vodnih bolh (Cladocera) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 7: Vertical distribution of cladocerans in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 9.: Vertikalna razporeditev trzač (dvokrilcev iz družine Chironomidae) v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 9: Vertical distribution of Chironomids in the Osp river on July 12, 1992.

Najbolj številna prava mikroinvertebratska skupina so bili v sedimentu ceponožci (slika 3).

Po številnosti so jim sledile gliste (slika 4), ki so imele nekoliko drugačno vertikalno razporeditev. Najbolj množično so naseljevale drugi sloj sedimenta oziroma globino od 10 do 20 cm.

Tretja skupina po številnosti so bile vodne pršice (slika 5), ki jih v globini pod 30 cm praktično ne najdemo več.

Nekoliko manj je bilo rakov dvoklopnikov (slika 6), katerih število v posameznih slojih je naraščalo do globine 30 cm in nato upadlo.

Zadnja bolj številna skupina mikroinvertebratov so bile vodne bolhe (slika 7). Najbolj številne so bile v prvem sloju sedimenta, v drugem sloju je njihovo število močno upadlo in se potem povečevalo z naraščanjem globine.

Med pravimi mikroinvertebratskimi skupinami so bili najmanj številni trdoživnjaki (slika 8).

V vseh raziskanih globinah so bili najbolj številni pripadniki dvokrilcev iz družine *Chironomidae*, ki sicer spadajo med makroinvertebrate. Njihovo število v rečnem dnu se je drastično znižalo pod 30 cm globoko (slika 9).

ZAHVALA

Zahvaljujemo se prof. dr. Gernotu Bretschku in njegovim sodelavcem iz raziskovalne organizacije "Institut für Limnologie" v Lunzu (Avstrija) za pomoč pri izvedbi raziskav. Za pomoč se zahvaljujemo tudi prof. dr. Mihaelu J. Tomanu, dipl. biol. iz Oddelka za biologijo BF, in Barbari Černač, dipl. biol. iz Inštituta za biologijo Ljubljana.

RIASSUNTO

Nell'estate del 1992, assieme a dei colleghi austriaci, abbiamo effettuato delle ricerche riguardanti la distribuzione degli animali nei sedimenti del rio Osop. Abbiamo prelevato dei campioni faunistici secondo il metodo "freezing core" (congelamento con nitrogeno liquido), combinato con l'intorpidimento degli animali mediante corrente elettrica alternata a 650 V e frequenza di 50 Hz. I campioni sono stati prelevati sino ad una profondità di 60 centimetri. Successivamente sono stati filtrati in laboratorio per mezzo di un setaccio con fori di 250 e 100 micron. Gli animali trattieneuti dal setaccio a 250 micron sono stati classificati come macroinvertebrati (Krušnik & Korošec, 1995). Quelli che sono passati al primo vaglio e sono stati trattieneuti dal setaccio a 100 micron sono stati considerati microinvertebrati.

Attraverso l'analisi dei campioni biologici abbiamo assodato che nel rio Osop i gruppi di microinvertebrati popolano soprattutto i sedimenti profondi sino a 10 centimetri. Con l'aumento della profondità il loro numero diminuisce. E' una distribuzione che è stata riscontrata per la maggioranza dei gruppi di microinvertebrati. Tra gli invertebrati veri e propri, i più numerosi sono risultati i copepodi, i nematodi, gli idracarini, i crostacei ostracodi ed i cladoceri.

A tutte le profondità esaminate, la famiglia più numerosa è risultata quella dei ditteri della famiglia Chironomidae, che tra l'altro appartengono ai macroinvertebrati.

LITERATURA

- Belfiore, C. 1983.** Efemerotteri. Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, Museo Civico di Storia Naturale di Verona, n. 24 - AQ/1/201, 113 s.
- Bertrand, H. 1954.** Les insectes aquatiques d'Europe (Genres: larves, nymphes, imagos). Volume II. - Trichoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères. Encyclopédie entomologique XXXI, Paul Lechevalier, Paris, 547 s.
- Bole, J. 1969.** Ključi za določevanje živali, IV. Mehkužci - Mollusca. Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije, 115 s.
- Bretschko, G. & Klemens, W. F. 1986.** Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. *Stygologia* 2, 297-316 s.
- Elliott, J. M., Humpesch U. H. & Macan T.T. 1988.** Larvae of the British Ephemeroptera: A key with Ecological Notes. FBA Scientific Publications No. 49, 145 s.
- Kerovec, M. 1986.** Priručnik za upoznavanje beskrateljčnjaka naših potoka i reka. SNL (Sveučilišna naklada Liber-Zagreb), 127 s.
- Klemens, W. E., 1983.** Zur Problematik quantitativer Probennahmen in Bettsedimenten von Schotterbächen unter besonderer Berücksichtigung des Zoobenthos. *Jber. Biol. Stat. Lunz* 6, 25-47
- Krušnik, C. & Korošec M. 1995.** Vertikalna razporeditev

invertebratov v Osapski reki - Makroinvertebrati. *Annales* (v tisku)

Pugsley, C. W. & Hynes H. B. N. 1983. A Modified Freeze-Core Technique to Quantify the Depth Distribution of Fauna in Stony Streambeds. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 40, 637-643

Sansoni G. 1988. Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente di S. Michelle all'Adige, Trento, APR&B Editrice, 191 s.

Sivec I. & Rejic M. 1981. Enodnevnece - Ephemeroptera. Raziskovanje celinskih voda v Sloveniji - Navodila za naravoslovne krožke, Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije, 23 s.

Sket B., Tarman K., Brelih S. & Rakovec R. 1968. Ključi za določevanje živali, III. Mnogočlenarji - Polymeria. Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije, 83 s.

Tachet, H., Bournaud M. & Richoux P. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertèbres des eaux douces (Systèmeatque élémentaire et aperçu écologique). Association Française de limnologie, Villeurbanne Cedex, Lyon, 155 s.

Williams, D. D. & Hynes H. B. N. 1974. The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. *Freshwat. Biol.* 4, 233-256