

VERTIKALNA RAZPOREDITEV INVERTEBRATOV V OSAPSKI REKI II. MAKROINVERTEBRATI

Ciril KRUŠNIK

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

Mojca KOROŠEC

prof. biol., Gimnazija Ljubljana Šiška, 61000 Ljubljana, Derčeva 1, SLO
prof. biol., Gimnazija Ljubljana Šiška, 61000 Ljubljana, Derčeva 1, SLO

IZVLEČEK

Raziskali smo vertikalno razporeditev makroinvertebratov v rečnem dnu Osapske reke do globine 60 cm. Vzorčili smo z metodo "freezing core" s predhodnim omrtvičenjem živali z električnim tokom. Ugotovili smo, da je plast rečnega dna do globine 10 cm naseljevalo 69.4% vseh makroinvertebratov. Tu so prevladovali dvokrilci iz družine Chironomidae. Plast od 10 do 20 cm je naseljevalo 19.0% vseh makroinvertebratov, plast od 20 do 30 cm pa 8.0%. Najmanj makroinvertebratov (4.5%) je bilo v globini od 30 do 60 cm, kjer so prevladovale gliste.

Ključne besede: vertikalna razporeditev, makroinvertebrati, rečno dno

Key words: vertical distribution, macroinvertebrates, river bottom

UVOD

S težnjo po ohranitvi in zaščiti vodotokov se vse bolj veča potreba po poznavanju njihove ekologije. V dosedanjih raziskavah v Sloveniji je bil poudarek zlasti na kvantitativni in kvalitativni sestavi združbe makroinvertebratov v vodotoku, na njihovi razporeditvi in gibanju na rečnem dnu ter v odnosu med njihovo združbo in kakovostjo substrata. Nekaj malega je znane tudi o vplivu sezonskih sprememb na sestavo in številčnost makroinvertebratskih združb in o hitrosti naseljevanja rečnih usedlin.

Leta 1992 smo raziskali vertikalno razporeditev makroinvertebratov v rečnem sedimentu Osapske reke pri kraju Mlinarji blizu Ospa. Prvi namen naše raziskave je bil spoznati vertikalno razporeditev makroinvertebratov v rečnem sedimentu, saj so tovrstne raziskave redke in jih v Sloveniji do sedaj še ni bilo. Drugi namen pa je bil seznanitev z vzorčenjem z metodo "freezing

core" in njeno uporabo pri kvantitativnem vzorčenju makroinvertebratov v rečnem dnu.

Raziskano območje

Povodje Osapske reke leži okrog 10 km severo-vzhodno od Kopra in 8 do 10 km južno od Trsta. Porečje Osapske reke sestavljajo na zahodu kamenine flišne serije, peščenjaki, laporji in tanjše apnene plasti. Material hitro razpada. Najgloblje plasti zastopa konglomerat (Novak, 1965).

V osrednjem delu ležijo na flišu laporji, na njih pa foraminiferni-alveolinski in numulitni apnenci, ki so narinjeni v več luskah proti jugozahodu na mlajše flišne plasti. V sivih apnencih najdemo ostanke alveolin in numulitov (Novak, 1965).

V dolini Osapske reke pod Ospom je dno rahlo valovito in presekano s strugami in jarki, ki odvajajo visoke vode v reko. Pri Ospu je dolina v nadmorski

višini 25 m, pri državni meji pa že v višini okrog 18 m. Nanos v dolini sestavljata flišni in apnen, slabo zaobljen grušč, ki je močno zaglinjen, ter plast gline in pesčene gline. Več apnenega grušča je v obrobju pod strmimi bregovi južno od Ospa, kjer je nanos debel le še okrog 16 m. V območju Osapske reke so tudi številni požiralniki in jame (Novak, 1965).

Porečje Osapske reke je močno povečano s pritoki z leve in desne, ki pa se izlivajo v reko šele na italijanskem ozemlju. Od severa pritekajo krajši občasni potočki izpod Mackovelj in s hrbta, ki loči reko od Glinščice, od juga pa potok Raboješca, ki izvira izpod Tinjana, teče proti zahodu in se med Plavjami in Škofijami obrne proti severu (Novak, 1965).

Rečnemu omrežju, ki ima hudourniški značaj, je kljub skromni vodnatosti uspelo ustvariti dokaj obsežne nanose flišnih sedimentov. Reka ima mediteranski pluvialni rečni režim, z viškom pretokov v decembru, novembru in februarju in nižkom v poletnih mesecih. Osapska reka ima vodo čez vse leto, le ob hudih sušah presahne v zgornjem toku (Ogrin, 1991).

MATERIAL IN METODE

Pod pojmom makroinvertebrati smo v našem primeru obravnavali živali, ki so ostale na situ z okenci 0.25 mm. Torej gre tudi za živali, ki so lahko tudi manjše, kot jih določa definicija za makroinvertebrate po Tachet *et al.* (1980). Ta definicija namreč pravi, da so makroinvertebrati vodni nevretenčarji, katerih velikost (na koncu larvalnega obdobja ali v stadiju imaga) je redko manjša od milimetra.

Vzorčevali smo na petih odzemnih točkah v Osapski reki pri kraju Mlinarji približno 15 metrov od mostu proti toku. Korerje smo zabili na odseku, kjer reka prehaja iz plitvega in počasi tekočega dela v predel z nekoliko hitrejšim tokom. Na odzemnem mestu so rečno dno sestavljali večji in manjši prodniki ter pesek. Pri določanju odzemnih točk smo pazili, da je bila voda na odzemnih točkah prisotna ves čas od postavljanja korerjev do odvzema vzorcev. Na odzemnih točkah smo dne 27.6.1992 zabili pet korerjev in elektrode, vzorce pa smo vzeli dne 12.7.1994. Po elektropozicioniranju makroinvertebratov smo v korerje natočili tekoči dušik. Korerje s primrznjenim sedimentom smo s pomočjo dvigala izruvali iz rečnega dna. Zmrznjen sediment smo potem razsekali na posamezne plasti, izmerili njihovo prostornino in shranili v 4%-ni raztopini formaldehida. Podroben opis metode je v članku "Vertikalna razporeditev invertebratov v Osapski reki - I. mikroinvertebrati" (Krušnik & Hasenbichel, 1995) in diplomski nalogi "Vertikalna razporeditev makroinvertebratov v Osapski reki" (Korošec, 1995).

V laboratoriju smo vsebino posameznega kozarca pazljivo sprali v banjico. Zaradi lažjega opazovanja pod lupo smo s tremi siti razdelili vsebino kozarca na tri

različno velike frakcije. Posamezne frakcije smo pregledali pod lupo z ustrezno povečavo. Vse makroinvertebrate smo izločili in jih shranili v 70% alkoholu. Živali smo določili, največkrat do družin (familia), le redko do rodov (genus) in vrst (species), ter prešteli. Pri določanju smo uporabljali ključe za določanje: Belfiore (1983), Bertrand (1954), Bole (1969), Consiglio (1980), Elliot *et al.* (1988), Kerovec (1986), Sansoni (1988), Sivec & Rejic (1981), Sket *et al.* (1968) in Tachet *et al.* (1980).

Vse podatke o številu organizmov iz posameznih vzorcev smo vpisali v računalnik. Pri računanju smo uporabljali program Excel, pri risanju vertikalne razporeditve organizmov pa program Grapher.

Število organizmov v vzorcih smo morali preračunati na en dm^3 , da smo lahko primerjali različno velike vzorce iz posameznih globin (Krušnik & Hasenbichel, 1995).

Zaradi asimetrične razporeditve števila živali smo vrednosti transformirali z logaritmsko transformacijo in za posamezne živalske skupine in za vse makroinvertebrate izračunali srednje vrednosti in 95% interval zaupanja (na slikah je prikazan kot daljica na stolpcu).

REZULTATI IN DISKUSIJA

Razporeditev makroinvertebratov

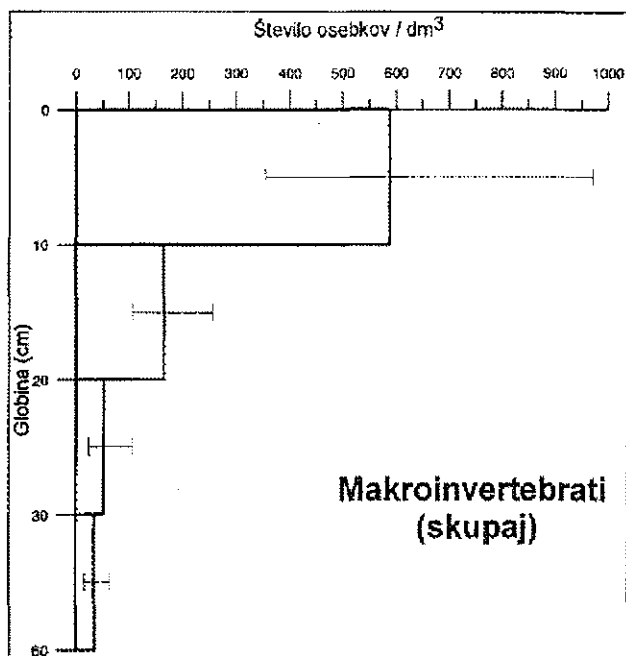
V rečnem dnu v globini od 0 do 10 cm je bilo največ makroinvertebratov, v povprečju 649 osebkov/ dm^3 . V tej globini so bile najštevilnejše larve iz družine Chironomidae, ki so predstavljale 22.4% vseh makroinvertebratov v tej globini. Sledili so jim hrošči iz družine Elminthidae (16.7%), nato larve mladoletnic iz družine Hydropsychidae (16.5%) in raki vrste *Gammarus fossarum* s 15.6%.

V naslednji globini, od 10 do 20 cm, se je količina makroinvertebratov zmanjšala na 178 osebkov/ dm^3 . Tudi tu je bilo največ larv iz družine Chironomidae, ki so predstavljale 23.6% vseh živali. Sledili so jim hrošči iz družine Elminthidae (22.1%) in raki vrste *Gammarus fossarum* (18.3%). Številnost mladoletnic iz družine Hydropsychidae se je zmanjšala na 1.0%.

V globini od 20 do 30 cm se je številnost makroinvertebratov zmanjšala na 67 osebkov/ dm^3 . Tudi v tej globini so prevladovali larve iz družine Chironomidae (38.5%); glist je bilo 17.3%; sledili so maloščetinci s 13.5%. Delež hroščev iz družine Elminthidae je bil 11.5%, delež rakov vrste *Gammarus fossarum* pa 4.0%.

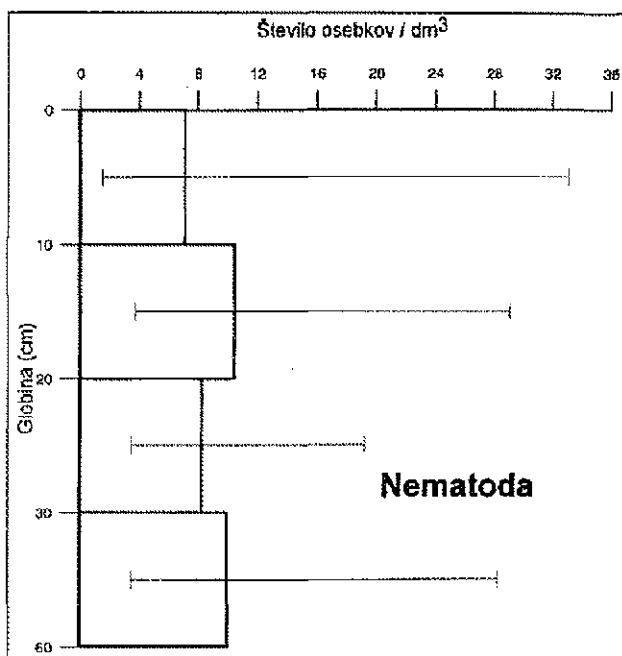
V globini od 30 do 60 cm smo našli le še 42 osebkov/ dm^3 . Največ je bilo glist, kar 33.8% vseh makroinvertebratov v tej plasti. Tudi tu so bile prisotne larve žuželk iz družine Chironomidae (21.0%) z maloščetinci (18.2%).

Razporeditev vseh makroinvertebratov prikazuje slika 1.



Slika 1: Vertikalna razporeditev makroinvertebratov v sedimentu Osapske reke.

Fig. 1: Vertical distribution of macroinvertebrates in the sediment of the Osp river.



Slika 2: Vertikalna razporeditev glist (Nematoda) v Osapski reki dne 12.7.1992.

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

Razporeditev posameznih skupin makroinvertebratov

Gliste (Nematoda)

V nasprotju z drugimi makroinvertebrati so gliste naseljevale vse raziskane globine v skoraj enakem številu osebkov/dm³. Zaradi velikega števila drugih makroinvertebratov so v zgornjem sloju rečnega dna, do 10 cm globoko, predstavljale le 2.4% makroinvertebratov.

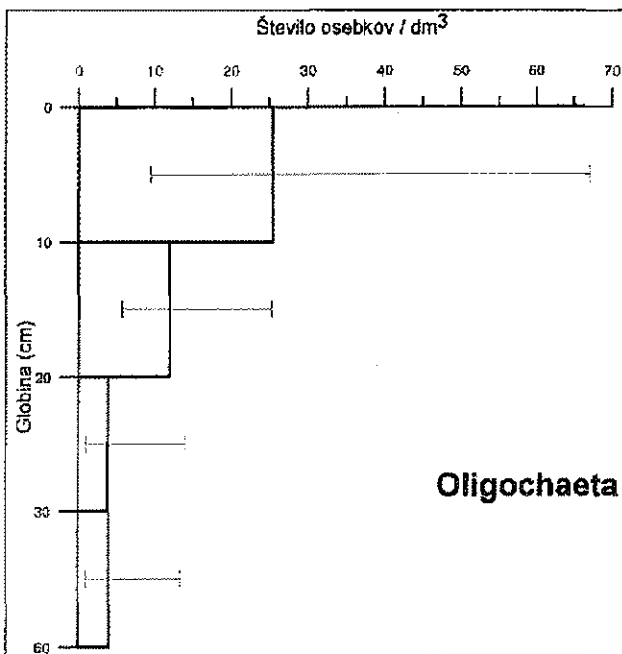
V nižjem sloju, od 10 do 20 cm globoko, so zaradi upada števila pripadnikov drugih skupin predstavljale 8.4% vseh makroinvertebratov, kljub temu da se je njihova številnost nekoliko zmanjšala.

Najmanj glist je bilo v sloju 20-30 cm, vendar pa so predstavljale 17.7% makroinvertebratov. Po številnosti so bile takoj za dvokrilci iz družine Chironomidae, ki jih je bilo tudi v tej globini največ.

V globini od 30 do 60 cm je število glist naraslo na 14 osebkov/dm³ in so bile najbolj abundantna skupina s 33.8% deležem.

Maloščetinci (Oligochaeta)

Maloščetinci so bili najštevilnejši v površinskem sloju rečnega dna do 10 cm globoko, ki so ga naseljevali s 36 osebk/dm³ in so tu predstavljali 5.5% vseh makroinvertebratov.



Slika 3: Vertikalna razporeditev maloščetincev (Oligochaeta) v Osapski reki dne 12.7.1992.

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

V sloju so 10 do 20 cm je bilo maloščetincev za dobro polovico manj kot v površinskem sloju in so predstavljali 8.1% makroinvertebratov. V večjih globinah je številnost teh živali še bolj padla.

Višji raki (Malacostraca)

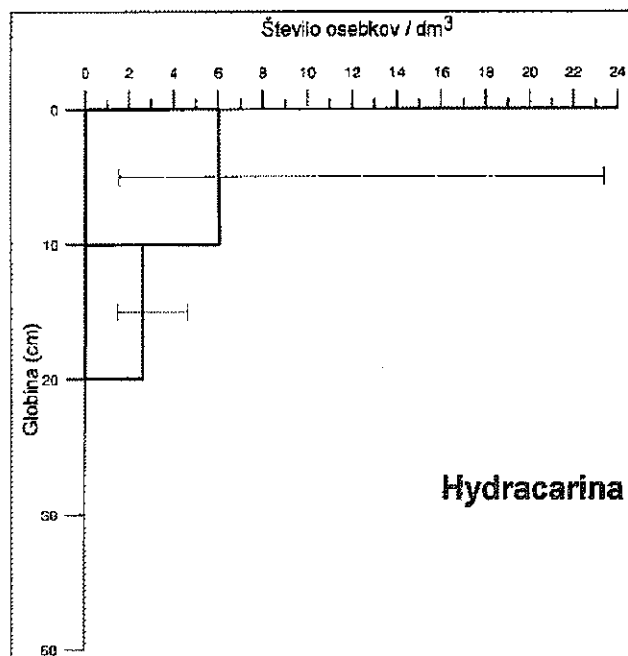
Med višjimi raki smo našli v Osapski reki vrsti *Astacus astacus* in *Gammarus fossarum*. Prvo smo našli samo v površinskem sloju rečnega dna, do 10 cm globoko, drugo pa v vseh globinah (slika 4).

Vrsta *Gammarus fossarum* je bila najštevilnejša v sloju od 0 do 10 cm in je predstavljala 15.6% makroinvertebratov.

Z naraščajočo globino se je številnost rakov vrste *Gammarus fossarum* hitro zmanjševala. V plasti od 10 do 20 cm se je zmanjšala na tretjino vrednosti, v nižjih plasteh pa še bolj.

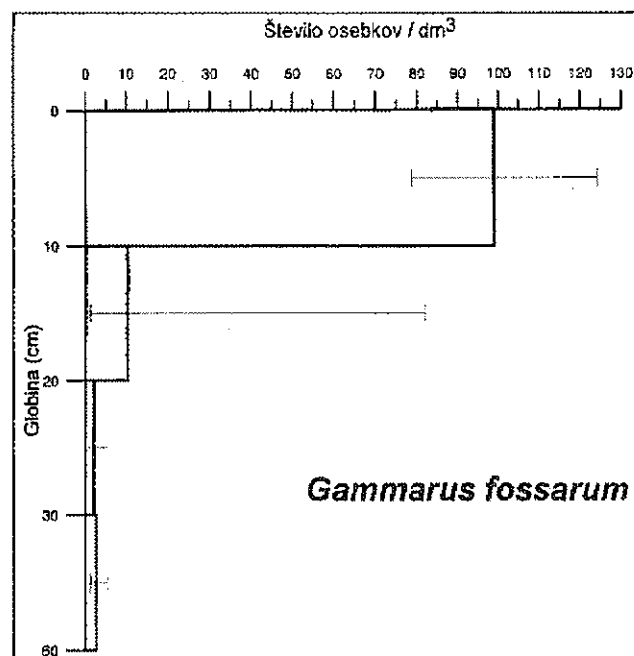
Vodne pršice (Hydracarina)

Vodne pršice, ki jih Tachet *et al.* (1980) ne uvrščajo med makroinvertebrate, smo našli v rečnem dnu le do 20 cm globoko. Večino smo našli v prvih 10 cm, povprečno 10 osebkov/dm³. V globini od 10 do 20 cm se je njihovo število zmanjšalo na tretjino.



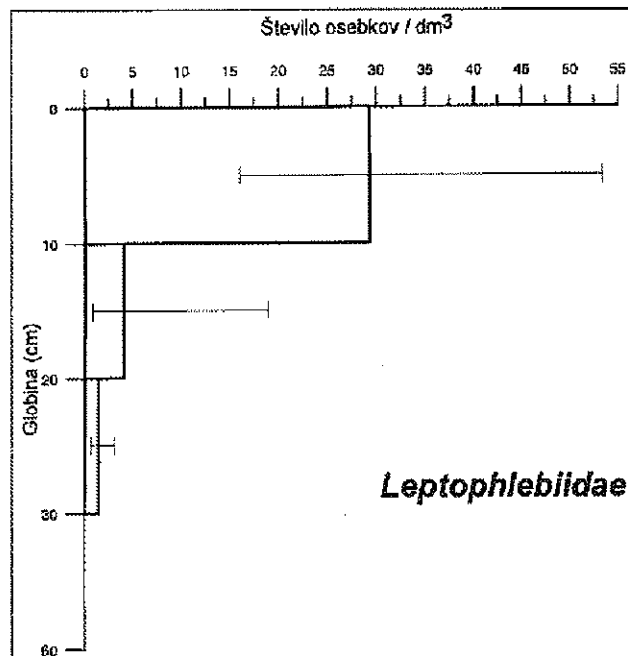
Slika 5: Vertikalna razporeditev vodnih pršic (*Hydracarina*) v Osapski reki dne 12.7.1992.

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



Slika 4: Vertikalna razporeditev postranic vrste *Gammarus fossarum* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig 4: Vertical distribution of amphipod species *Gammarus fossarum* in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 6: Vertikalna razporeditev larv enodnevnice iz družine *Leptophlebiidae* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 6: Vertical distribution of larvae of the family *Leptophlebiidae* on July 12, 1992.

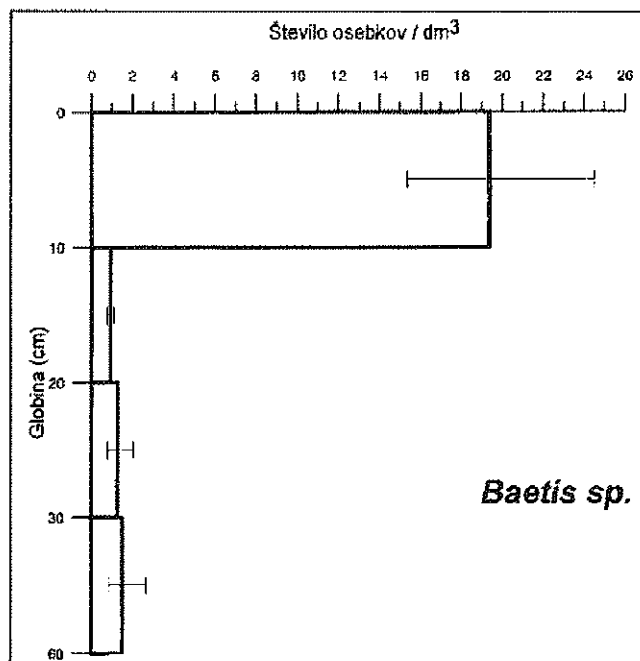
Enodnevnice (Ephemeroptera)

V Osapski reki smo v rečnem dnu v globini od 0 do 10 cm našli larve enodnevnice iz družin Leptophlebiidae, Baetidae in Heptageniidae. Najštevilnejša je bila družina Leptophlebiidae, ki je predstavljala 5.2% vseh makroinvertebratov iz te globine. V družini Baetidae je bil najpogostejši rod *Baetis* (3.1%); v manjšem številu so se pojavljale tudi ličinke iz rodu *Centroptilum*. Iz družine Heptageniidae je bil prisoten le rod *Ecdyonurus* (0.4%).

V globini od 10 do 20 cm sta bili prisotni le še družini Leptophlebiidae in Baetidae. Številnejša je družina Leptophlebiidae, ki predstavlja 4.8% živalstva te globine. Obe družini sta bili prisotni tudi v globini od 20 do 30 cm, vendar v manjšem številu. V tej globini je bila družina Leptophlebiidae številnejša in je predstavljala 2.0 % makroinvertebratov.

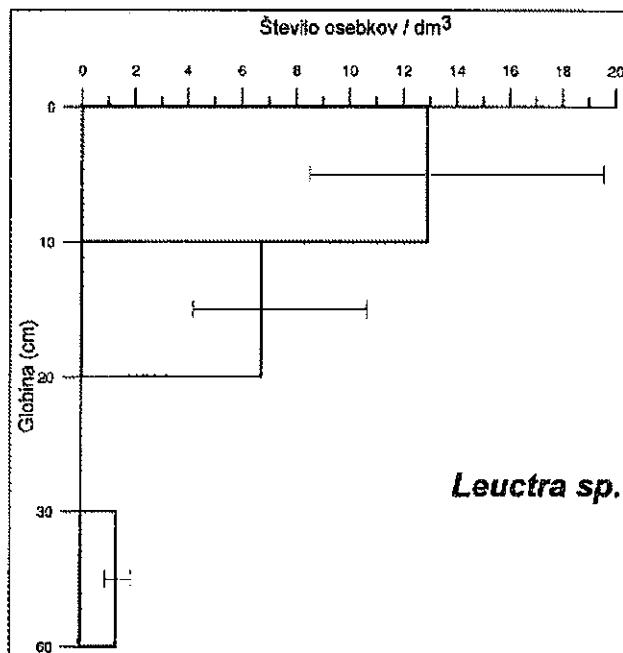
Tudi v globini od 30 do 60 cm smo našli pripadnike rodu *Baetis*, ki je predstavljal 2.9% makroinvertebratov.

Na sliki 6 vidimo, da številnost pripadnikov družine Leptophlebiidae z globino pada. Enodnevnice iz omenjene družine pretežno naseljujejo zgornji sloj rečnega dna, globlje pa se pojavljajo le posamezni osebk. Rod *Baetis*, kot je vidno iz slike 7, naseljuje pretežno zgornji sloj 0-10 cm.



Slika 7: Vertikalna razporeditev larv enodnevnice iz rodu *Baetis* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 7: Vertical distribution of larvae of the genus *Baetis* on July 12, 1992.



Slika 8: Vertikalna razporeditev larv vrbnice iz rodu *Leuctra* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 8: Vertical distribution of larvae of the genus *Leuctra* in the Osp river on July 12, 1992.

Vrbnice (Plecoptera)

Vrbnice sta v površinskem sloju dna oziroma do 10 cm globoko zastopala rodova *Leuctra* in *Perla*. Številnejši je bil rod *Leuctra*, ki je predstavljal 2% makroinvertebratov te globine. Rod *Perla* je bil manj številen; našli smo le 3 osebk/dm³.

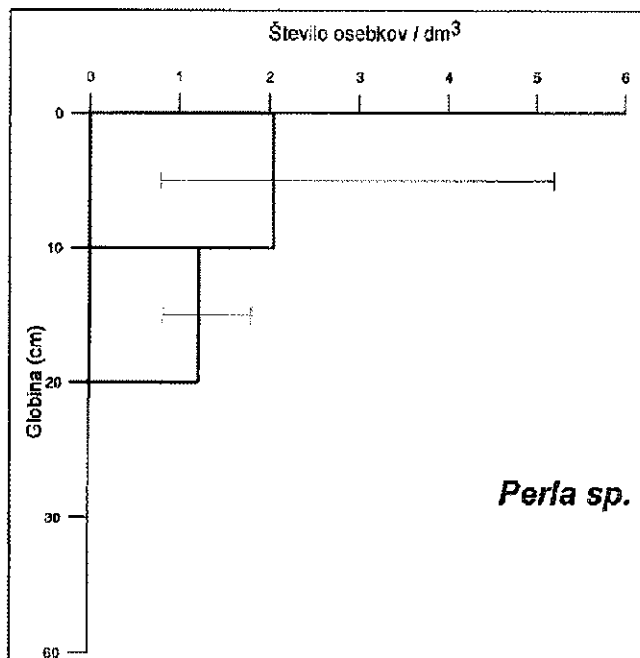
V globini od 10 do 20 cm sta bila prisotna še oba rodova, vendar z manjšim številom pripadnikov: rod *Leuctra* s 7 osebkov/dm³ in rod *Perla* z 1 osebk/dm³.

Globlje v rečnem dnu vrbnice v globini od 20 do 30 cm ni bilo. V globini od 30 do 60 cm pa smo našli le 1 osebk/dm³ iz rodu *Leuctra*.

Iz slik 8 in 9 lahko vidimo, da vrbnice naseljujejo večinoma vrhno plast rečnega dna.

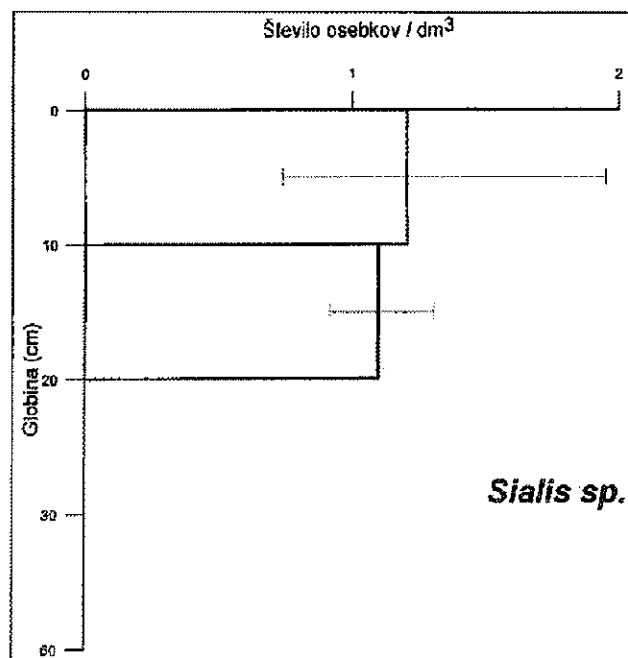
Mladoletnice (Trichoptera)

Larve mladoletnic, predvsem iz družine Hydropsychidae, so v površinskem sloju dna do 10 cm globoko zelo številne in so predstavljale 16.5% makroinvertebratov. V tej globini so bile prisotne tudi maloštevilne larve iz družin Philopotamidae, Polycentropodidae in Psychomyiidae. V nižjih slojih je bilo mladoletnic zelo malo. Globlje v rečnem dnu v globini od 10 do 20 cm je bilo bistveno manj larv iz družine Hydropsychidae in so predstavljale le 0.9% makroinvertebratov. Od tu naprej je bilo njihovo število bistveno manjše (slika 10).



Slika 9: Vertikalna razporeditev larv vrbnic iz rodu *Perla* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 9: Vertical distribution of larvae of the genus *Perla* in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 11: Vertikalna razporeditev larv mrežekrilcev iz rodu *Sialis* v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 11: Vertical distribution of the genus *Sialis* in the Osp river on July 12, 1992.

Mrežekrilci (Megaloptera)

V rečnem dnu smo v globini do 10 cm našli majhno število larv rodu *Sialis*, v naslednjem sloju, od 10 do 20 cm globoko, pa še manj. V globljih plasteh jih nismo našli (slika 11).

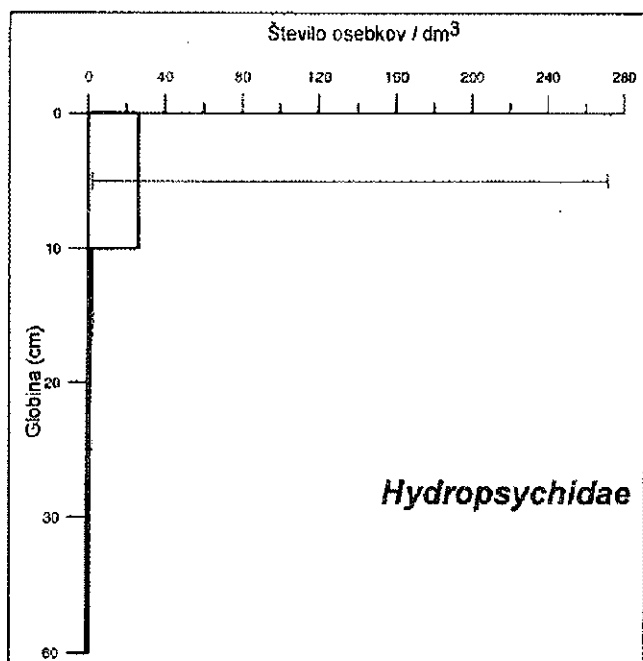
Dvokrilci (Diptera)

Med larvami dvokrilcev so bile v globini do 10 cm najštevilnejše iz družine Chironomidae, ki predstavljajo 22.4% makroinvertebratov tega sloja. Prisotne so bile tudi larve iz družin Ceratopogonidae, Empididae in Tipulidae, vendar v majhnem številu.

Tudi v globini od 10 do 20 cm so larve iz družine Chironomidae najštevilnejša skupina živali in predstavljajo 23.6% makroinvertebratov tega sloja. Larv iz družine Ceratopogonidae je manj kot v površinskem sloju (3 osebk/dm³). Prisotni so bili pripadniki tudi družine Limoniidae, ki je v zgornjem sloju nismo našli.

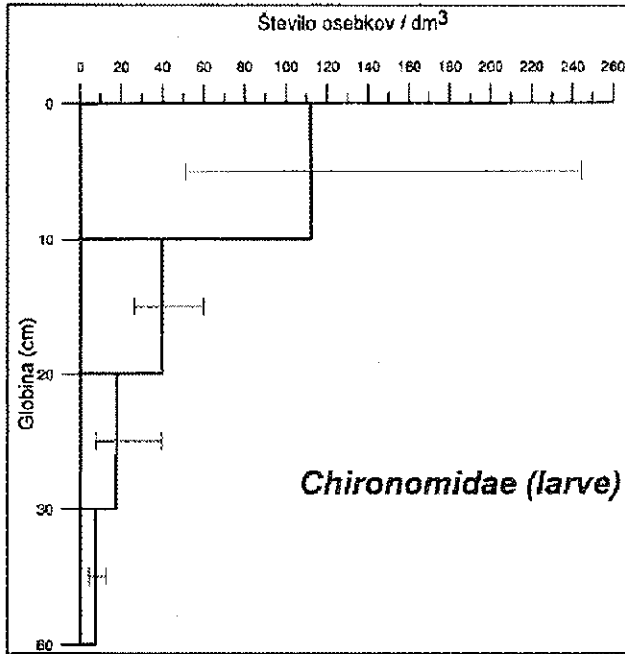
Tudi v globini od 20 do 30 cm so bile najštevilnejše larve iz družine Chironomidae in so predstavljale 38.5% makroinvertebratov v tej plasti. Prisotni so bili tudi pripadniki družine Ceratopogonidae. Število pripadnikov družine Limoniidae je v tej globini naraslo (slika 13).

Globlje v plasti od 30 do 60 cm so se še vedno pojavljale larve iz družine Chironomidae. Prisotne so bile tudi larve iz družine Ceratopogonidae.

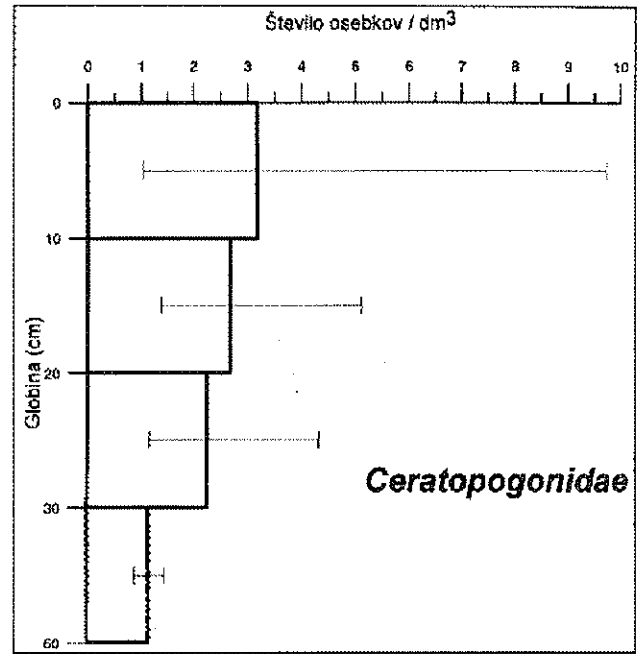


Slika 10: Vertikalna razporeditev larv mladoletnic iz družine Hydropsychidae v Osapski reki dne 12.7.1992.

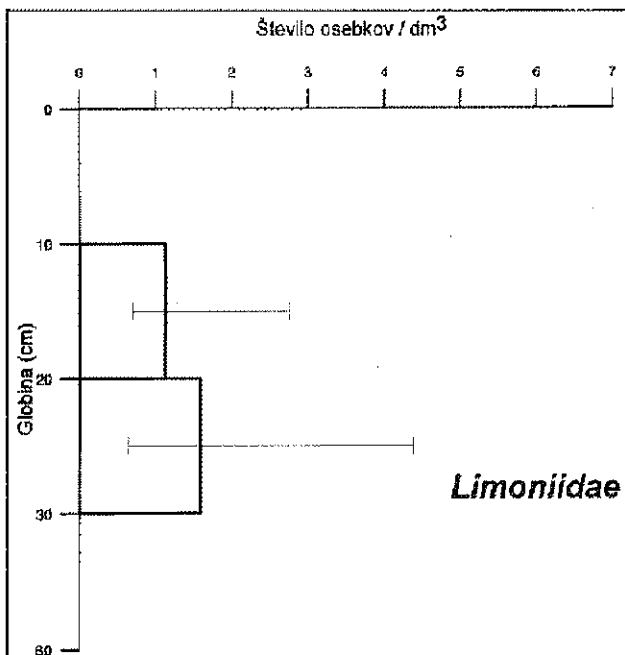
Fig. 10: Vertical distribution of the family Hydropsychidae in the Osp river on July 12, 1992.



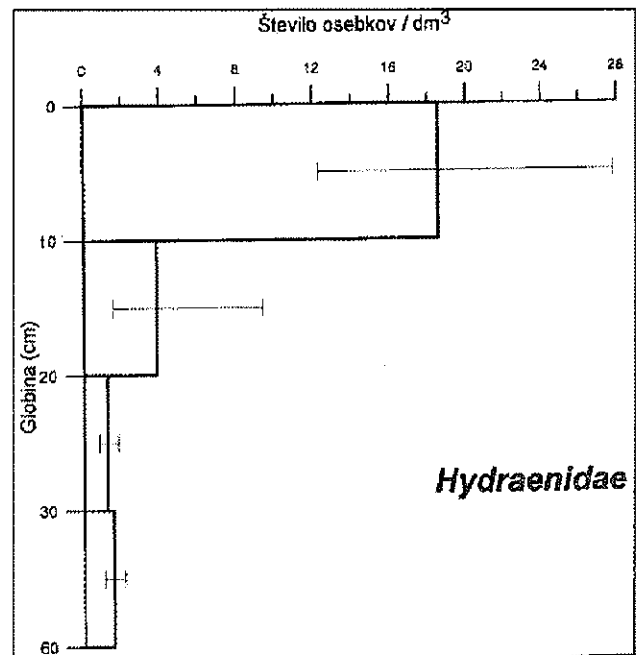
Slika 12: Vertikalna razporeditev larv dvokrilcev iz družine Chironomidae v Osapski reki dne 12.7.1992.
Fig. 12: Vertical distribution of the family Chironomidae in the Osp river on July 12, 1992.



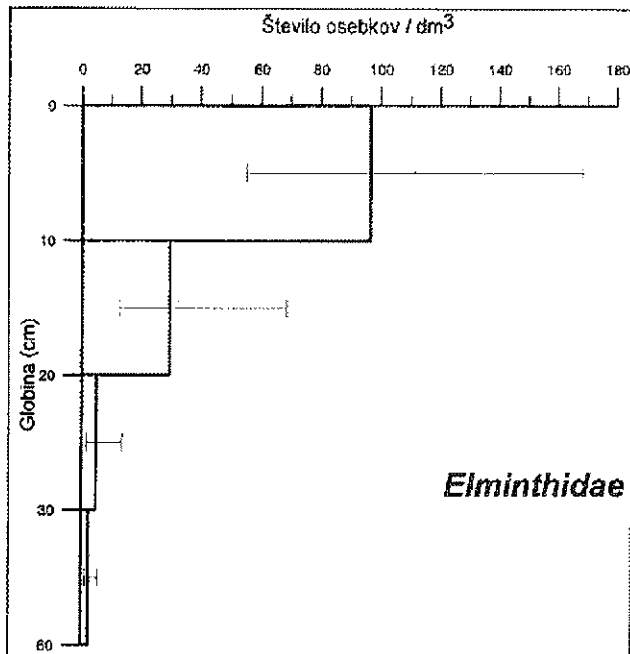
Slika 14: Vertikalna razporeditev larv dvokrilcev iz družine Ceratopogonidae v Osapski reki dne 12.7.1992.
Fig. 14: Vertical distribution of larvae of the family Ceratopogonidae in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 13: Vertikalna razporeditev larv dvokrilcev iz družine Limoniidae v Osapski reki dne 12.7.1992.
Fig. 13: Vertical distribution of larvae of the family Limoniidae of the Osp river on July 12, 1992.



Slika 15: Vertikalna razporeditev broščev iz družine Hydraenidae v Osapski reki dne 12.7.1992.
Fig. 15: Vertical distribution of beetles of the family Hydraenidae in the Osp river on July 12, 1992.



Slika 16: Vertikalna razporeditev hroščev iz družine Elminthidae v Osapski reki dne 12.7.1992.

Fig. 16: Vertical distribution of beetles the family Elminthidae in the Osp river on July 12, 1992.

Hrošči (Coleoptera)

Za hrošče je bilo značilno, da so bili prisotni v vseh globinah in da je njihovo število z globino padalo.

V globini od 0 do 10 cm je bila med hrošči daleč najštevilnejša družina Elminthidae s 109 osebkov/dm³ in je predstavljala 16.7% makroinvertebratov. V tej globini so bili prisotni tudi hrošči iz družine Hydraenidae (3.0%) in iz družine Helodidae (0.2%).

V globini od 10 do 20 cm se je število hroščev družine Elminthidae zmanjšalo približno na tretjino in so predstavljali 22.1% makroinvertebratov. Prisotni so bili še hrošči iz družine Hydraenidae s 5 osebkov/dm³.

V globini od 20 do 30 cm se je številnost obeh družin še zmanjšala. Družina Elminthidae je tu predstavljala 11.5% makroinvertebratov, družina Hydraenidae pa le 0.8%.

Tudi v globini od 30 do 60 cm so se pojavljali pripadniki obeh družin, vendar v bistveno manjšem številu.

ZAKLJUČKI

V dnu Osapske reke je bilo do 10 cm globoko daleč največ makroinvertebratov, v povprečju 649 osebkov/dm³ oziroma 69.4% celotnega števila. V naslednji globini, od 10 do 20 cm, se je količina makroinvertebratov zmanjšala na 178 osebkov/dm³ (19.0%), v globini od 20 do 30 cm pa na 67 osebkov/dm³ (8.0%). Najmanj makroinvertebratov smo našli v globini od 30 do 60 cm, in sicer 42 osebkov/dm³ oziroma 4.5%. V prvih treh raziskanih globinah, 0-10 cm, 10-20 cm in 20-30 cm, so bile najbolj abundantne larve dvokrilcev iz družine Chironomidae, v zadnjem sloju (v globini 30-60 cm) pa gliste (Nematoda).

Tako razporeditev smo pričakovali, saj je bila tudi pri raziskavah v rečnem sedimentu štirih kanadskih rek (Williams & Hynes, 1974), v potoku Oberer Seebach v Avstriji (Bretschko, 1981), v rečnem sedimentu reke Donave v Avstriji (Bretschko, 1992) in v Švici na reki Warm Singine (Kowarc, 1994) količina makroinvertebratov največja v površinskem sloju do 10 cm globoko in je padala z naraščanjem globine.

Večina makroinvertebratskih skupin v Osapski reki je najbolj množično naseljevala vrhno plast rečnega dna, z naraščajočo globino pa se je število njihovih pripadnikov močno zmanjšalo. Nekoliko drugačno razporeditev smo našli pri glistah (Nematoda), ki so enakomerno naseljevale vse raziskane plasti rečnega dna, in pri maloštevilnih larvah dvokrilcev iz družine Limoniidae, ki so naseljevale dno od 10 do 30 cm globoko.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se prof. dr. Gernotu Bretschku in njegovim sodelavcem iz raziskovalne organizacije "Institut für Limnologie" iz Lunza (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, nei paraggi della località di Mlinarji, abbiamo effettuato delle ricerche riguardanti la distribuzione faunistica nel rio Ospo. I campioni sono stati raccolti secondo il metodo "freezing core", previo intorpidimento degli animali con corrente elettrica alternata secondo il metodo Bretschko e Klemens (1986). Abbiamo assodato che i macroinvertebrati popolano

- lo strato da 0 a 10 cm con 649 individui/dm³, ovvero con il 69,4%
- lo strato da 10 a 20 cm con 178 individui/dm³, ovvero con il 19,0%
- lo strato da 20 a 30 cm con 67 individui/dm³, ovvero con l'8,0%
- lo strato da 30 a 60 cm con 42 individui/dm³, ovvero con il 4,5%.

Il maggior numero di macroinvertebrati è concentrato nello strato superiore del letto del fiume, fino a 10 centimetri di profondità. Con l'aumento della profondità diminuisce il numero degli individui. Nei primi tre strati presi in esame: 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, prevalgono larve di ditteri della famiglia Chironomidae, mentre nell'ultimo strato, dai 30 ai 60 centimetri di profondità, prevale una popolazione di nematodi.

La maggior parte dei gruppi di macroinvertebrati di Rio Ospo popola lo strato superiore del letto del fiume, mentre con l'aumento della profondità il numero degli individui diminuisce drasticamente.

Una distribuzione leggermente diversa è stata riscontrata per i nematodi, che popolano in maniera uniforme tutti gli strati esaminati del letto del fiume, e per le poco numerose larve di ditteri della famiglia Limoniidae, che vivono sul fondo, dai 10 ai 30 centimetri di profondità.

REFERENCE

- Belfiore, C. 1983. Efemeroteri. 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, Hymenoptères. Encyclopédie entomologique XXXI, Paul Lechevalier, Paris, 547 s.
- Bole, J. 1969. Ključi za določevanje živali, IV. Mehkužci - Mollusca. Ljubljana, Institut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije, 115 s.
- Bretschko, G. 1981. Vertical distribution of zoobenthos in an alpine brook of the RITRODAT-Lunz study area. Verh. int. Verein. Limnol. 21, 873-876.
- Bretschko, G. & W.F.Klemens. 1986. Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. Stygologia 2, 297-316 s.
- Bretschko, G. 1992. The sedimentfauna in the uppermost parts of the impoundment "Altenwörth" (Danube, stream km 2005 and 2007)*. Arch. Hydrobiol. Suppl. 84, s. 131-168.
- Consiglio, C. 1980. Plecotteri. Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, Museo Civico di Storia Naturale di Verona, n. 9 - AQ/1/77, 68 s.
- Elliott, J. M., U. H. Humpesch & 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 beskralješnjaka naših potoka i reka. SNL (Sveučilišna naklada Liber-Zagreb), 127 s.
- Korošec, M. 1995. Vertikalna razporeditev makroinvertebratov v Osapski reki. Diplomaska naloga, BF, Oddelek za biologijo, Ljubljana.
- Kowarc, A. 1994. Impact of sills on the structure of bedsediments and the colonization of a second order prealpine stream. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25, 1599-1604.
- Krušnik, C. & M. Hasenbichel. 1995. Vertikalna razporeditev invertebratov v Osapski reki - I. mikroinvertebrati. Annales
- Novak, Đ. 1965. Hidrologija območja Osapske reke. Vestnik zavoda za geološka, geofizička istraživanja, Beograd, s. 81-89.
- Ogrin, Đ. 1991. Pokrajina med Slavnikom in Kubejsko Vardo - pokrajinsko ekološka členitev. Annales 1/91, 19-32.
- 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. & M. Rejic. 1981. Enodnevnice - Ephemeroptera. Raziskovanje celinskih voda v Sloveniji - Navodila za naravoslovne krožke, Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije, 23 s.

Sket B., K. Tarman K., S. Brelih & R. Rakovec. 1968. Ključi za določevanje živali, III. Mnogočlenarji - Polymeria. Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljub-

ljani, Društvo biologov Slovenije, 83 s.

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

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