

**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO-MATEMATI KI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

**Naseljavanje makrozoobentosa na prirodne i umjetne podloge**

**Macroinvertebrate colonization on natural and artificial substrates**

**Seminarski rad**

Denis Bu an

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Sciences)

Mentor: Doc. dr. sc. Marko Miliša

Zagreb, 2014.

## Sadržaj:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>2</b>
1.1. MAKROZOOBENTOS .....	2
1.2. LOTI KI SUSTAVI.....	2
<b>2. NASELJAVANJE MAKROZOBENTOSA.....</b>	<b>4</b>
2.1. NASELJAVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIRODI.....	4
2.2. EKSPERIMENTALNO NASELJAVANJE MAKROZOOBENTOSA - NASELJAVANJE NA UMJETNE PODLOGE .....	5
<b>3. METODE UZORKOVANJA POMO U UMJETNIH PODLOGA .....</b>	<b>7</b>
3.1. PREDNOSTI UMJETNIH PODLOGA .....	7
3.2. NEDOSTACI UMJETNIH PODLOGA .....	8
3.3. VRSTE UMJETNIH PODLOGA .....	9
<b>4. ZAKLJU AK .....</b>	<b>10</b>
<b>5. LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>6. SAŽETAK .....</b>	<b>13</b>
<b>7. SUMMARY .....</b>	<b>13</b>

# 1. UVOD

## 1.1. MAKROZOOBENTOS

Pod pojmom makrozoobentos podrazumijevamo beskralježnjake koji žive na dnu vodenih tijela i koje možemo vidjeti golim okom. Imaju važnu ulogu u praćenju kakvoće okoliša jer se koriste kao indikatori. Zajednica makrozoobentosa osjetljiva je na okolišne uvjete te se promjene u okolišu odražavaju u sastavu bentoskih biocenoza. U ekstremnim slučajevima poput isušivanja, smrzavanja ili velikih protoka, biocenoze mogu i potpuno nestati. Čim se povoljni okolišni uvjeti obnove, počinje proces naseljavanja. U kolebanju okolišnih uvjeta značajan može biti i antropogeni utjecaj. Na primjer poljoprivreda može značajno utjecati na kemizam podzemnih voda, a tako i kvalitetu izvorske vode. Kanaliziranje ili prebranjivanje vodotoka utječe na tok i na strukturu dna (zamuljivanje ili ispiranje). Ova i slična zagađivanja mogu za posljedicu imati nestanak ili značajan poremećaj u strukturi biocenoza, kao i gore navedene prirodne promjene.

Ujednaenost i slaba raznolikost zajednica su svojstvena izvorskim područjima. S druge pak strane, zbog izuzetno stalnih okolišnih uvjeta, vrste su na tom području izuzetno stenovalentne te je u izvorima izražen endemizam (Smith i Wood, 2002).

## 1.2. LOKALNI SUSTAVI

Localni sustavi (tekuća i kopnena voda), su oni u kojima se voda pod utjecajem sile teže kreće od izvora prema ušću. Tekuća se najviše u dijelom napajaju iz padalina, ali i iz podzemnih voda i ledenjaka.

Razlikujemo gornji, srednji i donji tok. U gornji tok uključeno je i izvorišno područje koje se od ostatka toka razlikuje stalnim temperaturnim uvjetima. Brzina strujanja je u gornjem toku relativno velika. Podloga je u gornjem toku najčešće kamena uz dominaciju većih estica (makro i mega ~lital - estice veće od 20 cm) dok se sav sitniji materijal ispiri i odnosi nizvodno. U srednjem toku se smanjuje brzina strujanja vode te u supstratu počinju dominirati i manje estice (mezo i mikro ~lital - estice veće od 2 cm i manje od 20 cm). Donji tok karakteriziraju meandri kod kojih erozija djeluje različito na pojedine točke korita. Najviše su izložene konkavne obale koje se proširuju. Prilikom povišenja vodostaja voda protječe kraćim

putem a meandri postaju jezera. Smanjenjem strujanja u donjem toku po inju se taložiti i sitnije estice kao što su pijesak i mulj te je eš a i bolje razvijena vodena vegetacija. Loti ki sustavi na kraju svog toka završavaju uš em (Hering i sur. 2004).

## 2. NASELJAVANJE MAKROZOBENTOSA

### 2.1. NASELJAVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIRODI

Prirodni fizički poremećaji važan su čimbenik u ekološkoj dinamici lotičkih zajednica jer mogu dovesti do migracija organizama te mogu doći u novo stanište. Kretanja naseljavanja mogu biti vodoravna i okomita.

Vodoravno kretanje naziva se drift i većinom se u tekućicama radi o nizvodnom i pasivnom transportu organizama (Fenoglio i sur., 2002). Drift uključuje i aktivna kretanja makrozoobentosa, a omogućuje organizmima da pobjegnu iz staništa koje im ne odgovara u ona s povoljnijim uvjetima. Do pasivnog drifta dolazi najčešće pod utjecajem brzine strujanja vode. Aktivni drift je povezan s biotičkim čimbenicima, kao što su količina hrane i kompeticija (Serti Peri i sur., 2011). Organizmi se u potrazi za boljim stanišnim uvjetima mogu gibati i uzvodno.

Okomita gibanja važan su etološki mehanizam za izbjegavanje predatorskog pritiska, ali i drugih nepovoljnih uvjeta. Tako dublji slojevi supstrata postaju refugiji, a time i izvor ponovnog naseljavanja (Dole-Olivier i sur., 1997). U pravilu se u dubljim slojevima nalaze mlade jedinke koje ne bi mogle izdržati predatorski niti kompeticijski pritisak površinskih slojeva, osim toga velike jedinke u pravilu i ne mogu zauzeti sitne intersticijske prostore (Miliša i sur., 2010). Drift i transport organske tvari utječu na dinamiku bentoskih zajednica. Smanjenjem protoka i vodene sile počinje taloženje estica suspendiranog materijala.

Rezultati istraživanja su pokazali da se makrozoobentos brzo ponovo javlja u područjima pogođenim prirodnim i antropogenim ekstremnim poremećajima. Fenoglio i sur. (2002) navode kako naseljavanje ovisi o: pokretljivosti jedinki, vrsti podloge, sezoni, životnom ciklusu, pritisku grabežljivaca, kompeticiji i količini hrane.

Na pogođenim staništima prije se primjerice, zabilježiti povratak kukaca nego puževa i školjkaša. Kukci, se ponovo naseljavaju i iz okolnih populacija (čak i iz udaljenih vodotoka) jer odrasli kukci mogu letom prevaliti veću udaljenost i položiti jaja na pogođenim staništima. Mekušci pak ovise gotovo potpuno o doplavljanju iz uzvodnih staništa.

Tako će mnogo češće naseljavanje biti ako se nepovoljni uvjeti dogode nakon što je makrozoobentos završio rasplodni dio ciklusa. U hladnijem dijelu godine potreban je puno duže razdoblje da dođe do oporavka u odnosu na ljetu.

## 2.2. EKSPERIMENTALNO NASELJAVANJE MAKROZOOBENTOSA - NASELJAVANJE NA UMJETNE PODLOGE

Serti Peri i sur. (2011) su proveli istraživanje na Plitvi kim jezerima o dinamici drifta tijekom godine. Driftom se iz populacije otplavljuje suvišak jedinki i kompeticija se smanjuje, njime se životinje rasprostiru na šira područja te je manja gustoća i veća vjerojatnost preživljavanja. Drift zahvaća i biljke. Naime, mahovine u određenom životnom razdoblju postignu dimenzije da stvaraju prevelik otpor vodi koja ih upućuju i odnosi, a s njima i niz organizama koji na mahovini žive. Mahovina u takvom slučaju predstavlja zaštitu koji žive oko nje. Oslobođeni prostor, koji je doživio neki poremećaj, naseljavaju mlade mahovine i nove populacije makrozoobentosa. Neki organizmi poput *Oligochaeta* su pronađeni na rizoidima mahovina. I drugi beskralježnjaci se pri vrste za podlogu ili za plutajuće estice koje su odnesene pod utjecajem vodene sile (Coleoptera, Simuliidae) te ti objekti postaju vektori drifta (Serti Peri i sur. 2011). Neki predstavnici makrozoobentosa su bolji plivači i (Ephemeroptera) te aktivno ulaze u struju ne bi li našli bolje uvjete nizvodno.

Matthaei i sur. (1996) su istražili mehanizme ponovnog naseljavanja makrozoobentosa. Došli su do rezultata da je drift glavni način naseljavanja predstavnika porodice Simuliidae jer ne mogu plivati, a kretanjem prelaze vrlo male udaljenosti.

Mali poremećaj može dovesti do promjene u vrlo prilagođenoj benti koja fauna. U takvoj zajednici dominira ona skupina koja je sposobna naseliti novu podlogu. Neke skupine imaju mogućnost oporaviti se čak i unutar tri dana primjerice, *Leuctra* spp. i Chironomidae. Naravno, što je površina na kojoj se dogodio poremećaj veća bit će i duže razdoblje ponovnog naseljavanja. Imbenik koji također može povećati brzinu oporavka je temperatura. Tijekom ljeta u toplijim potocima na površini od 1 m<sup>2</sup> oporavak traje 8 dana, a zimi i do 71 dan (Matthaei i sur., 1996). Kako bi se podaci što manje razlikovali potrebno je provoditi istraživanja u približno istim uvjetima. U isto doba godine, na istom području. Naseljavanje makrozoobentosa na umjetnim podlogama može biti jednakog intenziteta pod uvjetom da su postavljene u sličnim staništima.

Prilikom ponovnog naseljavanja, makrozoobentos će brže naseliti prostore na kojima se već nalazi određena zajednica. Te zajednice se sastoje od mikroorganizama koji čine biofilm (alge, bakterije, praživotinje), a mogu se formirati na živim i neživim podlogama. Trepeljikaši imaju glavnu ulogu u lotičkim sustavima te mogu postići veliku biomasu. Sudjeluju u razgradnji lišća i purifikaciji lotičkih ekosustava te provode ugljik i energiju među i makrofauni. Naseljavanje dna u vodotocima je prednost trepetljikaša jer se smanjuje

nizvodni transport, a količina hrane je i do nekoliko puta veća u odnosu na okolna područja (Risse-Buhl i Küsel, 2009). Kemijski potencijal neke tvari A je parcijalna derivacija Gibbsove energije (oslobodena ili apsorbirana energija) s obzirom na količinu tvari A (Generali, 2014). Upravo zbog kemijskog potencijala uspijevaju brzo naseliti neku površinu zajedno s određenim bakterijama. Trepeljikaši, koji su dio biofilma, stvaraju vrtložicu u struji hrane oko sebe. Broj trepetljikaša u biofilmu je mali ako je brzina toka velika. Strujanje vode redovito uzrokuje poremećaje, pomiče sediment i dovodi do abrazije biofilma. Zato je važno brzo ponovno naseljavanje i obnavljanje biofilma za cijeli ekosustav kako bi se povećala količina hrane (Risse-Buhl i Küsel, 2009).

### **3. METODE UZORKOVANJA POMOĆ U UMJETNIH PODLOGA**

#### **3.1. PREDNOSTI UMJETNIH PODLOGA**

Umjetne podloge su se počele upotrebljavati jer se uvidjelo da se klasičnim uzorkovanjem makrozoobentosa kao što su mreže i grabila ne može dobiti potpuni i točan uzorak. Rosenberg i Resh (1982) su definirali umjetne podloge kao dio terenske opreme koje oponašaju uvjete vodenog okoliša u kojem se nalaze, na podlogu se naseli makrozoobentos i može se izvaditi nakon određene razdoblja.

Jedna od prednosti umjetnih podloga je što omogućava uzorkovanje na mjestima gdje se ne može uzorkovati drugim metodama. To su staništa s tvrdom ili izuzetno pomicnom podlogom, duboka voda ili velike stijene. Umjetne podloge također mogu i olakšati uzorkovanje jer se uglavnom mogu postaviti i uzeti bez obzira na vremenske uvjete i stanje vodotoka. Isto tako su i sigurniji na in jer se u velikim rijekama mogu skupiti s broda ili ronjenjem.

Korištenjem umjetnih podloga postavljaju se standardi uzorkovanja. Isključuje se subjektivnost pri izboru staništa na kojem će se vršiti uzorkovanje. Izbor mikrostaništa na kojem će se izvršiti uzorkovanje izravnim metodama je vrlo važno jer sastav zajednice ima mozaik obilježja odnosno može osjetno varirati na malom prostoru. Prilikom uzorkovanja izravnim metodama neminovno je da se zbog pristupa nosti i sli njih subjektivnih razloga izbor kompromitirati i neće biti posve nasumičan te će se razlikovati svakim izlaskom na istraživanu postaju. Standardizacija nalaže da se uzorkovanje umjetnim podlogama provodi u sličnim staništima. Također redosljed skupljanja umjetnih podloga je nasumičan jer ovisi o naseljavanju organizama, dok se kod direktnih metoda mora uložiti jednak trud u svaki uzorak kako bi se dobio valjani uzorak. Postavljanjem određenih umjetnih podloga u određena staništa mogu se dobiti puno bolji podaci za istraživanje daljnjeg utjecaja na to stanište.

Budući da umjetne podloge zahtijevaju manju vještinu rada nego ostale metode to donosi i potencijalnu ekonomsku uštedu i mogućnost angažmana nestručnjaka.

Vrlo su povoljne za korištenje jer skupljaju puno manje krhotina od ostalih metoda pa je čišćenje i sortiranje puno brže i jednostavnije. Nadalje, male su, lagane i vrlo jeftine, a površinu koju obuhvaćaju nije problem izračunati.



Nema sumnje da je prednost uzorkovanja pomoću umjetnih podloga i smanjenje uništavanja staništa. Istraživanja moraju biti prilagođena kako bi se izbjeglo smanjivanje populacije pogotovo rijetkih populacija ili onih koje žive na neobičnim staništima (Rosenberg i Resh, 1982).

### 3.2. NEDOSTACI UMJETNIH PODLOGA

Jedan od ozbiljnih nedostataka s kojima se znanstvenici susreću u prilikom korištenja umjetnih podloga je to što nije potpuno poznata dinamika naseljavanja organizama. Ekologija slatkovodnih beskralježnjaka je u zadnje vrijeme dobila veliku pažnju upravo zbog ovog problema. Rosenberg i Resh (1982) su istraživanjima došli do tri aspekta koja stvaraju probleme pri određivanju dinamike naseljavanja:

- (1) Izbor umjetne podloge koja će najbolje odgovarati prirodnoj podlozi.
- (2) Vrijeme izloženosti umjetnih podloga koje je potrebno za optimalno naseljavanje odnosno postizanje ravnoteže.
- (3) Sezonska razlika u podacima.

U zimskom razdoblju je naseljavanje puno slabijeg intenziteta nego u ljetnom pa je tako i biomasa obično niža zimi nego ljeti. Razlike u mjerenjima mogu biti smanjenje tako što bi se istraživanje odvijalo svake godine u približno istom razdoblju.

Na istim umjetnim podlogama bit će prikupljena različita fauna u područjima koja su ista i zagađena.

Relativno dugo razdoblje uzorkovanja je potreban kod uporabe umjetnih podloga. Što je duže umjetna podloga *in situ* to su manji štetni utjecaji.

Problem s kojim se svi istraživači susreću je gubitak faune prilikom izvlačenja uzorka. I kod umjetnih i kod prirodnih podloga je jednaka situacija.

Gubitak uzoraka je napravio probleme u mnogim istraživanjima. Umjetne podloge su osjetljive na promjenu vodostaja. Visoke vode ih mogu odnijeti, a niske ih mogu ostaviti na suhom. Sedimentacija također može uzrokovati probleme, ali i antropogeni utjecaj ima veliku ulogu. Kako bi se izbjegli gubici valja dobro poznavati hidrologiju vode u kojoj se provodi istraživanje i izbjegavati područja kojim ljudi prolaze. Postavljanje dodatnih umjetnih podloga može nadomjestiti gubitke (Rosenberg i Resh, 1982).

Prilikom korištenja umjetnih podloga mora se na mjesto postavljanja izlaziti minimalno dva puta, kada se podloge postavljaju i kada se skupljaju. Poželjno je napraviti i dodatni

posjet kako bi se provjerilo stanje. Postavljanje podloga zahtjeva njihov transport što može predstavljati problem.

### 3.3. VRSTE UMJETNIH PODLOGA

Razlikujemo dvije vrste umjetnih podloga prema sli nosti sa staništem u koji se stavljaju (Rosenberg i Resh, 1982):

1. Reprezentativne umjetne podloge su sli ne kao i prirodno dno potoka, npr. kamenje koje se nalazi u posudi (RAS eng. *representative artificial substrates*).
2. Standardizirane umjetne podloge se razlikuju od prirodne podloge staništa gdje su smještene (SAS eng. *standardized artificial substrates*).

Flannagan i Rosenberg (1982) su naveli vrste umjetnih podloga koje se upotrebljavaju za uzorkovanje makrozoobentosa kronološki poredani od najstarijih do najmla ih:

1. Spremnici razli itog punjenja.
2. Tanjuri.
3. Plo e.
4. Opeka i blokovi (Sl. 1.).
5. Plasti ne folije, trake, užad.
6. Ugra ene podloge.
7. Prirodne organske podloge.
8. Ostale podloge.



**Slika 1.** Granitne kocke (preuzeto s [http://cdn-images.9cloud.us/48/granite\\_cubes\\_643060430.jpg](http://cdn-images.9cloud.us/48/granite_cubes_643060430.jpg)).

## 4. ZAKLJUČAK

U slučaju ekstremnih poremećaja u staništu (isušivanja ili smrzavanja) makrozoobentos može potpuno nestati, a nakon obnove okolišnih uvjeta dolazi do ponovnog naseljavanja.

Kretanje organizama u lotičkim zajednicama je od presudne važnosti u procesu naseljavanja jer otvara nove ekološke niše (i staništa) za jedinice.

Drift, koji uključuje pasivna i aktivna nizvodna kretanja, omogućuje organizmima da se premjeste iz nepovoljnih staništa u nova i povoljnija. Također, vrlo je važno i okomito kretanje kojim se izbjegavaju predatorstvo i kompeticija te omogućava mladim jedinkama da nasele prostore u intersticijski dna.

Drift zahvaća i vegetaciju. Primjerice mahovine mogu narasti do dimenzija kojima stvaraju velik otpor vodi. Sila strujanja ih odnosi nizvodno kao i organizme koji žive na njjoj (Coleoptera, Simuliidae, Oligochaeta...). Tako oslobođen prostor naseljavaju nove mahovine i zajednice makrozoobentosa. Organizmi poput Ephemeroptera su bolji plivači i te aktivno ulaze u struju vode u potrazi za boljim uvjetima nizvodno.

Makrozoobentos se u pravilu brzo oporavlja u pogodnim područjima. Kukci imaju veliki rekolonizacijski potencijal jer napuštaju vodu u odraslom stadiju te mogu ponovno položiti jaja u poremećenim područjima. Trajna vodena fauna ovisi gotovo isključivo o driftu.

Nema sumnje da su umjetne podloge vrlo korisne u uzorkovanju na područjima na kojima je teško pristupiti direktnim metodama poput staništa s tvrdom ili pomičnom podlogom. Nedostatak s kojim se susreću istraživači je gubitak faune prilikom izvlačenja podloga, ali i sam gubitak podloga pri čemu antropogeni utjecaj ima veliku ulogu što može dovesti do pogreške u rezultatima. Nedostaci korištenja umjetnih podloga mogu se izbjeći pažljivim osmišljavanjem eksperimenta.

Iako su umjetne podloge relativno novi način uzorkovanja, značajne prednosti im osiguravaju upotrebu. Ipak postoje neki problemi (manjkavosti), ali daljnjim istraživanjima mnogi problemi će biti smanjeni na zanemarivu razinu, a rezultati će postati točniji.

## 5. LITERATURA

- Dole-Olivier M.-J. P., Marmonier & J.-L. Beffy, 1997. Response of invertebrates to lotic disturbance: is the hyporheic zone a patchy refugium? *Freshwater Biology* **37**, 257-276.
- Fenoglio S., Agosta P., Bo T., Cucco M., 2002. Field experiments on colonization and movements of stream invertebrates in an Apennine river (Visone, NW Italy). *Hydrobiologia* **474**, 125-130.
- Flannagan J.F., Rosenberg D.M., 1982. Types of artificial substrates used for sampling freshwater benthic macroinvertebrates. *Artificial substrates*, 237-266.
- Hering D., Moog O., Sandin L. & Verdonschot P. F. M., 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* **516**, 1-21.
- Matthaei C.D., Uehlinger U., Meyer E.I., Frutiger A., 1996. Recolonization by benthic invertebrates after experimental disturbance in a Swiss prealpine river. *Freshwater Biology* **35**, 233-248.
- Miliša M., Matoni kin Kep ija R., Radanovi I., Ostoji A., Habdija I., 2006. The impact of aquatic macrophyte (*Salix* sp. and *Cladium mariscus* (L.) Pohl.) removal on habitat conditions and macroinvertebrates of tufa barriers (Plitvice Lakes, Croatia). *Hydrobiologia*. **573**, 183-197.
- Risse-Buhl U., Küsel K., 2009. Colonization dynamics of biofilm-associated ciliate morphotypes at different flow velocities. *European Journal of Protistology* **45**, 64-76.
- Rosenberg D.M., Resh V.H., 1982. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. *Artificial substrates*, 175-236.
- Serti Peri M., Miliša M., Matoni kin Kep ija R., Primc-Habdija B., Habdija I., 2011. Seasonal and fine-scale spatial drift patterns in a tufa-depositing barrage hydrosystem. *Fundam. Appl. Limnol.* **178/2**, 131-145.

Smith H., Wood P.J., 2002. Flow permanence and macroinvertebrate community variability in limestone spring systems. *Hydrobiologia* **487**, 45-58.

[http://cdn-images.9cloud.us/48/granite\\_cubes\\_643060430.jpg](http://cdn-images.9cloud.us/48/granite_cubes_643060430.jpg), pristupljeno 1.9.2014.

<http://glossary.periodni.com>, pristupljeno 15.9.2014.

## 6. SAŽETAK

Makrozoobentos su organizmi vidljivi golim okom koji žive na dnu vodenih tijela. Imaju važnu ulogu u praenju kvalitete okoliša te se koriste kao indikatori. Zajednica je vrlo osjetljiva na okolišne uvjete, a u nepovoljnim uvjetima može doći i do potpunog nestanka. Potom se odvija proces ponovnog naseljavanja. Naseljavanje je obično brzo te slijedi nakon prirodnih fizičkih poremećaja, ali također slijedi i nakon kratkih stresnih događaja koje je izazvao čovjek. Vjerojatno najvažniji mehanizam ponovnog naseljavanja u potocima je drift. Drift uključuje pasivna i aktivna nizvodna kretanja i omogućuje organizmima da nasele povoljnija staništa tako što se smanjuje kompeticija. Tijekom ljeta, na površini od 1 m<sup>2</sup> oporavak nakon poremećaja traje 8 dana, a zimi može trajati i do 71 dan. Umjetne podloge su uvedene u loca istraživanja jer se klasičnim metodama uzorkovanja makrozoobentosa nisu mogle zadovoljiti potrebe istraživanja. Umjetne podloge su dio terenske opreme koje oponašaju uvjete vodenog okoliša u kojem se nalaze. Iako su umjetne podloge relativno novina u uzorkovanju, značajne prednosti im osiguravaju upotrebu. Ipak postoje neki problemi (manjkavosti), ali daljnjim istraživanjima mnogi problemi će biti smanjeni na zanemarivu razinu, a rezultati će postati točniji.

## 7. SUMMARY

Benthic macroinvertebrates are organisms visible to the naked eye that live on bottom of aquatic systems. They play important role in monitoring the quality of the environment and are used as indicators. The community is very sensitive on environmental conditions and adverse conditions can lead to the complete disappearance. Subsequently, the process of recolonization takes place. Recolonization is usually swift, following natural physical disorders but also following human induced short term stress events. Probably the most important mechanism of recolonization in streams is drift. Drift includes passive and active downstream migrations and allows organisms to inhabit more advantageous habitats by reducing competition. During the summer, recovery after disturbance on area of 1 m<sup>2</sup> lasts for 8 days, and winter can last up to 71 days. Artificial substrates were introduced in aquatic research because conventional sampling methods for macroinvertebrates were not able to fulfill all the research needs. Artificial substrates are part of field equipment that mimic the conditions of the aquatic environment in which they are located. Although artificial substrates are relatively new way of sampling, their significant advantages ensured their application.

Still, there are some issues (shortcomings) but with further research, many problems will be reduced to a negligible level and the results will become more accurate.