

# Trofička obilježja i kakvoća vode u akumulacijskim jezerima rijeke Drave u Međimurju i aspekti njihove zaštite, referentne godine 1999. i 2003.

Darinka Kiš-Novak

*Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek u Čakovcu  
Ul. dr. Ante Starčevića 55, 40000 Čakovec; e-mail: darinka.kis-novak@ufzg.hr*

Primljeno / Received: 2021-10-07; Prihvaćeno / Accepted: 2021-11-22

Izgradnjom akumulacijskih jezera za potrebe hidroelektrana HE Čakovec i HE Dubrava, rijeka Drava na prostoru Međimurja poprima novi hidrološki režim. Na rijeci Dravi prouzročene su promjene svih životnih uvjeta, abiotičkih i biotičkih, a povećao se i negativan učinak na okoliš i čovjeka. U radu su prikazane neke metode rada i istraživanja na akumulacijskim jezerima rijeke Drave u Međimurju tijekom referentnih godina 1999. i 2003. Na temelju kompleksnoga istraživanja makrozoobentosa, koja uključuju sezonska praćenja ukupnoga stanja biocenoza i kvalitete voda, cilj istraživanja bio je odrediti trofička obilježja i kakvoću vode praćenjem kvantitativnoga i kvalitativnoga sastava populacije makrozoobentosa metodom Pantle-Buckova indeksa saprobnosti (S). Prostor akumulacijskih jezera, nadzemnih voda u rijeci Dravi nakon izgradnje linearnoga sustava hidrocentrala, danas zalazi i u područje rezervata biosfere, regionalnoga parka, spomenika prirode, značajnoga krajobraza, park-šume i spomenika parkovne arhitekture. Godine 2021. taj prostor je i službeno postao dio Petodržavnog rezervata biosfere.

---

\* Članak je referiran na znanstvenom skupu *Hrvatski prirodoslovci* 30, Čakovec, 16. prosinca 2021.

\* The paper was referred at the scientific meeting *Croatian naturalists* 30, Čakovec, Croatia, December 16, 2021.

## **Trophic characteristics and water quality in storage lakes of the Drava River in Međimurje and the aspects of their protection during the reference years 1999 and 2003**

**Darinka Kiš-Novak**

*Faculty of Teacher Education, University of Zagreb – Department in Čakovec*

*Ul. dr. Ante Starčevića 55, HR-40000 Čakovec, Croatia;*

*e-mail: darinka.kis-novak@ufzg.hr*

With the construction of storage lakes for the needs of hydroelectric power plants HE Čakovec and HE Dubrava, the river Drava in the area of Međimurje takes on a new hydrological regime. Changes in all living conditions, abiotic and biotic, have been caused on the Drava River, and the negative impact on the environment and humans has increased. The paper presents some methods of work and research on the storage lakes of the Drava River in Međimurje during the reference years 1999 and 2003. Based on a complex study of macrozoobenthos, which includes seasonal monitoring of the overall state of biocenosis and water quality, the aim of the study was to determine trophic characteristics and water quality by monitoring the quantitative and qualitative composition of macrozoobenthos population using Pantle-Buck saprobity index (S). The area of storage lakes, surface waters in the Drava River after the construction of a linear system of hydropower plants, today enters the area of biosphere reserves, regional parks, natural monuments, significant landscapes, park-forests and monuments of park architecture. In 2021, the area officially became part of a Five-state biosphere reserve.

**Ključne riječi:** rijeka Drava  
– biocenoza  
– indeks saprobnosti  
– rezervat biosfere  
– trofička obilježja

**Keywords:** Drava River  
– biocenosis  
– biosphere reserve  
– saprobity index  
– trophic characteristics

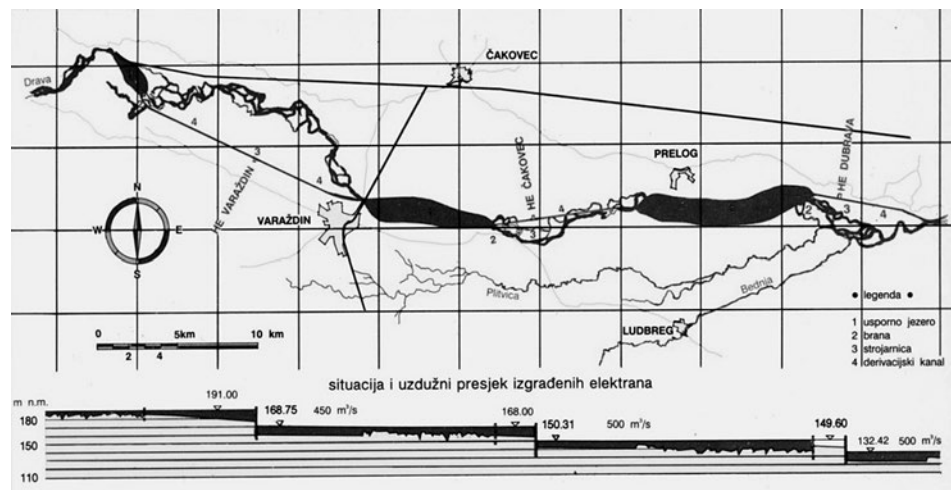
### **1. Uvod / 1. Introduction**

U sjeverozapadnoj Hrvatskoj, kao hidrografskoj makroregiji, brza rijeka Drava s obiljem vode, bogata šljunkom i pijeskom, s brojnim račvanjima, rukavcima, meandrima i sprudovima predstavlja najveću koncentraciju tekućica na površini kopna.

Njezina je duljina u Hrvatskoj 323 km i na njoj su dosad izgrađene tri hidroelektrane, označene kao proizvodno područje hidroelektrana Sjever (PP HE Sjever) (1, 2). Na samom ulazu rijeke Drave na područje Republike Hrvatske (manjim dijelom i u Republici Sloveniji), na dionici rijeke Drave Ormož – Varaždin, Varaždinska županija, izgrađena je najstarija višenamjenska hidroelektrana dravskoga slijeva, HE Varaždin (3). Derivacijskog je tipa s akumulacijom (dio vode se prikuplja, akumulira) kako bi se mogao koristiti za dnevno uređenje dotoka, ukupne snage 94 MW, a u pogonu je od 1975. HE Varaždin je najuzvodnija elektrana koja koristi potencijal rijeke Drave za proizvodnju električne energije. Druga u nizu je hidroelektrana HE Čakovec (slika 1), na dionici rijeke Drave Varaždin – Hrženica. Derivacijskoga je tipa (strojarnica je izmještena dalje od brane) s akumulacijom za dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka. HE Čakovec je prva hidroelektrana u Republici Hrvatskoj s cijevnim turbinama u strojarnici, ukupne snage 76 MW, također višenamjensko postrojenje koje je u pogonu od 1982., a obuhvaća područje Međimurske i Varaždinske županije. Npr. duljina obodnih nasipa je 17,7 km, uglavnom betonirane obale. Treća, u sklopu proizvodnog područja HE Sjever, je hidroelektrana HE Dubrava (4), na dionici rijeke Drave Hrženica – Donja Dubrava. Kao derivacijski tip elektrane s akumulacijom za dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka, HE Dubrava je višenamjenska protočno-derivacijska hidroelektrana dravskoga slijeva, posljednja hidroelektrana na dionici Drave od slovenske granice do utoka rijeke Mure, ali i posljednja hidroelektrana od 23, od kojih je 12 u Austriji, 8 u Sloveniji i 3 u Hrvatskoj na dionici rijeke Drave od Austrije do utoka rijeke Mure koja je jedini veći prtok.

HE Dubrava je u pogonu od 1989., a osim Međimurske i Varaždinske, obuhvaća i Koprivničko-križevačku županiju. Njezino akumulacijsko jezero ima najveći volumen, duljina desnoga obodnog nasipa je 11,5 km, a lijevoga 10,7 km. Općenito, hidroelektrane na rijeci Dravi u Hrvatskoj su niskotlačne (za niske padove, do približno 40 metara), derivacijske i s akumulacijama za potpuno dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka. Sve tri hidroelektrane imaju mali agregat, tj. proizvodnu jedinicu biološkog minimuma smještenu na brani. HE Čakovec i HE Dubrava imaju po dva takva agregata na lijevom drenažnom jarku (kanal koji sakuplja i odvodi uglavnom podzemnu i manjim dijelom nadzemnu vodu). Drugim riječima, novi hidrološki režim rijeke Drave prouzročio je promjenu svih životnih uvjeta u rijeci, abiotičkih i biotičkih, a prirodna dionica rijeke tzv. stara Drava između akumulacijskih jezera HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava izgubila je sadašnju ulogu prirodne retencije za prihvaćanje, usporavanje i raspoređivanje poplavnih voda rijeke Drave, što otvara mogućnost plavljenja nizvodnih područja. Rijeka Drava je područje izuzetnih prirodnih vrijednosti na regionalnoj, nacionalnoj i europskoj razini. Unutar granica Republike Hrvatske nalazi se središnji dio toga riječnog sustava. Osobito snažna povezanost lju-

di i rijeke dovela je na tom području do uspostave posebnog načina življenja uz rijeku s brojnim rekreativnim i tradicijskim aktivnostima. Hidroelektrane na rijeci Dravi u Hrvatskoj derivacijskoga su tipa i sastoje se od akumulacijskog jezera –akumulacijâ, drenažnih jaraka, tj. kanala, dovodnih i odvodnih kanala, brane i strojarnice (slika 1).



SLIKA 1. Hidroelektrane dravskoga slijeva, Hrvatska vodoprivreda (Elektroprojekt, TIZ Zrinski d. d., Čakovec, 1994.) (2)

FIGURE 1. Hydroelectric power plants of the Drava basin, Hrvatska vodoprivreda (Elektroprojekt, TIZ Zrinski d. d., Čakovec, 1994) (2)

Akumulacije čine umjetna jezera sa specifičnim geografskim, hidrološkim i ekološkim obilježjima jer se antropogenim utjecajem stvara niz novih staništa. Općenito, broj umjetnih jezera je u porastu i sve jače utječu na okoliš. Prostor obuhvaćen hidroenergetskim objektima posve je promijenio krajobraz i prouzročio velike ekološke promjene u prostoru, posebno rijeke Drave. Dogodilo se drastično zadiranje u područje velike hidrogeografske raščlanjenosti rijeke. Prvo su tijekom gradnje posječene šume u priobalnom pojasu, a punjenjem akumulacijâ potopljeno je dravsko korito sa svim rukavcima, sprudovima, otocima, mrtvicama, trščacima, a meandri na rubovima prostora su odsječeni. Nastala je velika, jednolična vodena površina znatne dubine, uglavnom omeđena strmim betonskim obalama.

Višenamjenski hidrotehnički objekti izazvali su promjene vodnog režima, smanjili su protok na procijenjeni biološki minimum kojega prate velike oscilacije vodostaja; smanjili su erozivnu snagu rijeke te spriječili prijenos sedimenata niz rijeku. Istodobno su izgrađeni objekti utjecali i na režim podzemnih voda, a preprjeka su i za migraciju ribljih vrsta uzduž riječnoga toka.

Ukupne biološke i ekološke osobitosti na području rijeke Drave drastično su se promijenile. Nestalo je prirodne riječne dinamike (divlja, „dere“ obale). Drava je ukroćena, ukalupljena, veći dio vode preusmjeren je u umjetno iskopane derivacijske kanale hidroelektrana, a promijenjeni prirodni vodni režim rijeke utječe na njezinu biotu (ukupnost svega života), biotu njezinih pritoka i priobalja. Znatno je smanjena ukupna površina prirodnih staništa (biotopa, habitata) – šuma, trščaka, sprudova, bāra, močvara, riječnih otoka i obala prirodne dionice rijeke Drave, tzv. stare Drave, što se odražava na njezinu biološku raznolikost. Legalne i ilegalne, ekološki neprihvatljive eksploatacije šljunka (gradnja autoceste) kao i regulacije korita (zahvati u korito i u širi prostor prirodne riječne inundacije te plavljenje i izlivanje vode) utječu na još veću destrukciju, promjenu priobalnih staništa i smanjenje pripadajućih vrsta (2).

## **2. Makrozoobentos – makroskopski beskraljješnjaci / 2. *Macrozoobenthos* – *macroscopic invertebrates***

Pojam makrozoobentos označuje raznoliku skupinu makroskopskih beskraljješnjaka koji su vezani za dno kopnenih voda (pričvršćeni su za dno, ukapaju se i sl.), a vidljivi su golim okom ili lupom. To su poikilotermni organizmi (temperetura tijela ovisi o tempereturi okoliša), aerobionti (za životne procese trebaju kisik) ili fakultativni anaerobionti. Hrane se biljkama (fitofagi), životinjama (predatori) ili detritusom (saprofagi – detritofagi), a vrlo često su i sami hrana ribama, ali i nekim skupinama beskraljješnjaka. S obzirom na način prehrane dijelimo ih na: strugače (hrane se algama iz obraštaja), usitnjivače (koriste velike čestice organske tvari), sakupljače (uzimaju sitni organski materijal s dna ili procjeđuju vodu), procjeđivače (filtratore) i grabežljivce (hrane se drugim životinjama). Zajedno s biljnim organizmima s kojima tvore raznovrsne životne zajednice dna ili bentos, makroskopski beskraljješnjaci su kontinuirano pod izravnim utjecajem različitih ekoloških čimbenika staništa o kojima ovise njihov sastav, dinamika, gustoća i zonalan raspored uz uzdužni profil tekućice.

Makroskopski beskraljješnjaci se kvantitativno i kvalitativno prikupljaju s pomoću različitih pomagala poput bentoskih mreža, Surberovih mreža, grabila, bagera itd. Također, moguće ih je relativno brzo odrediti do određenoga taksonomskoga nivoa (u pravilu ne do vrste) zbog njihove veličine koja omogućuje promatranje i golim okom kao i zbog postojanja brojnih priručnika. Zbog relativno dugoga životnog vijeka i ograničene pokretljivosti, veće ili manje promjene ekoloških uvjeta u okolišu, kao što su promjene fizikalnih svojstava vode (npr. brzine strujanja vode, temperature, svjetla), kemijskoga sastava vode (npr. količina otopljenih soli, kisika

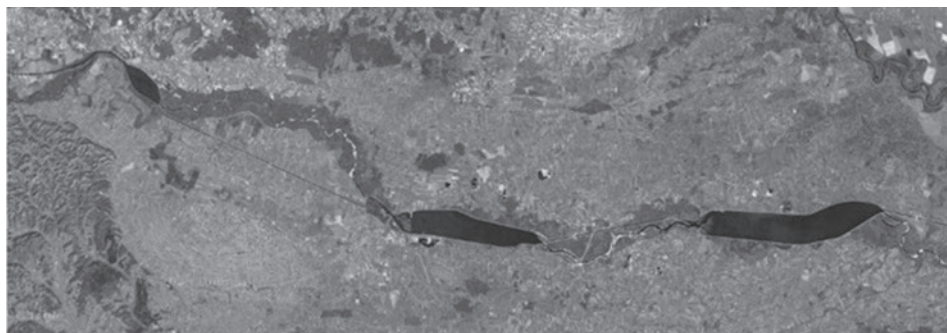
i ugljik-(IV)-oksida), sezonske i dnevne promjene režima protoka vode, a naročito pojave onečišćenja, dovode do znatnih promjena u biocenozi makroskopskih beskralješnjaka. Te se promjene očituju u nestanku ili pojavi pojedinih vrsta u biocenozi, u povećanju ili smanjenju broja vrsta ili svojti u biocenozi, čime se povećava ili smanjuje raznolikost populacija, a u iznimno ekstremnim slučajevima dolazi i do nestanka čitavih populacija.

Analiza kvalitativne i kvantitativne strukture zajednicâ ima mnoge prednosti u odnosu na uobičajene analize fizikalno-kemijskih čimbenika pri određivanju stupnja trofije ili motrenja jezerskih ekoloških sustava (5). Struktura zajednice makrozoobentosa koristi se kao jedna od mjera ekološkoga stanja jezera još od početaka postojanja limnologije kao znanosti (2, 5). Proces eutrofikacije uzrokuje homogenizaciju staništa (kroz povećanu sedimentaciju čestica organske tvari) te pogoršanje kakvoće vode (2, 5). Ti procesi uzrokuju razgradnju zajednice makrozoobentosa, što se odražava na smanjenju vrsta, njihove raznolikosti i rasprostranjenosti. (2, 5).

Akumulacijska jezera HE Čakovec i HE Dubrava su umjetno ujezereni dijelovi rijeke Drave različite starosti. Već taj podatak upućuje na očekivanu različitost u strukturi i sastavu makrozoobentosa, što odražava kakvoću vode koja uvjetuje stupanj trofije (i sastav makrozoobentosa) (2). Jedan od znanstvenih doprinosa su nove spoznaje o uvjetovanosti sastava i brojnosti populacija makroskopskih beskralješnjaka u ovisnosti o fizikalno-kemijskim, saprobiološkim i hidrološkim obilježjima vode istraživanih akumulacija. Znanstvene spoznaje rezultat su uvjetovanosti strukture i sastava makrozoobentosa starošću pojedinih akumulacija, te utvrđivanje promjena koje su se dogodile između dva istraživana razdoblja. Tako se dobivaju i novi podatci o mogućnostima korištenja populacijâ makrozoobentosa kao pokazatelja kakvoće i trofije voda.

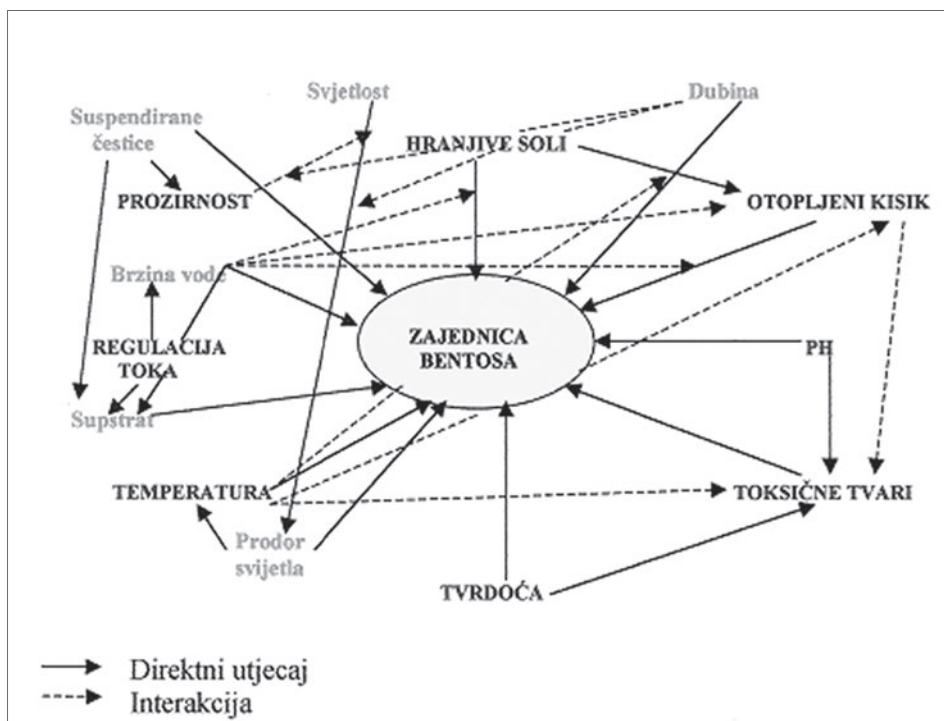
Sve biološke metode za određivanje kvalitete vode temelje se na činjenici da se dospijećem organskih tvari u vodu značajno pogoršavaju njene ekološke karakteristike. 6) Odnosno, biološke metode temelje se na utvrđivanju promjena koje nastanu u biocenozi kao posljedica onečišćenja, a manifestiraju se kao prisutnost ili nestanak pojedinih vrsta u zajednici, tj. dolazi do promjena u sastavu; smanjenje broja svojti (taksa) ili vrsta u zajednici, tj. dolazi do smanjenja njezine raznolikosti kao i promjene brojnosti (udjela) pojedinih vrsta u zajednici.

Pojam bentos označuje zajednicu organizama koja živi na ili u supstratu, a iz metodoloških razloga prema veličini konstituenata te zajednice razlikuje se mikrobentos i makrobentos. Unutar mikrobentosa razlučujemo obraštaj (eng. periphyton) i sediment. Područje istraživanja prikazano je na slikama 2, 4 i 5. Ekološki čimbenici koji utječu na zajednicu bentosa prikazani su na slici 3.



SLIKA 2. Područje istraživanja hidroenergetskih sustava rijeke Drave  
(HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava) (2)

FIGURE 2. *Research area of Drava River hydropower systems  
(HE Varaždin, HE Čakovec and HE Dubrava) (2)*

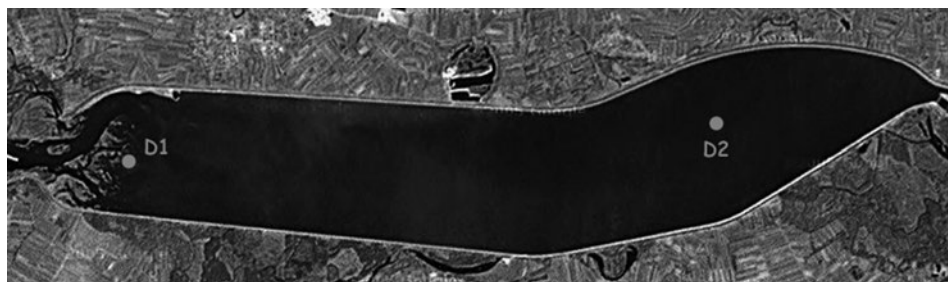


SLIKA 3. Ekološki čimbenici koji utječu na zajednicu bentosa (2)

FIGURE 3. *Environmental factors affecting the benthos community(2)*



SLIKA 4. Postaje istraživanja u sustavu HE Čakovec, postaja uzimanja uzoraka vode (2)  
FIGURE 4. Research stations in the system of HE Čakovec, water sampling station (2)



SLIKA 5. Postaje istraživanja u sustavu HE Dubrava, postaja uzimanja uzoraka vode (2)  
FIGURE 5. Research stations in the system of HE Dubrava, water sampling station (2)

U ovom su radu korišteni rezultati istraživanja makrozoobentosa hidroenergetskih sustava, tj. akumulacija Varaždin, Čakovec i Dubrava godine 1999. i 2003. Istraživanja su provedena u skladu s predloženim mjerama kontrole vode iz studije o utjecaju na okoliš hidroelektrana (HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava), a obuhvatila su fizikalno-kemijske, bakteriološke, biološko-biocenološke i ihtiološke analize. Studija je napravljena na temelju rezultata vlastitih istraživanja Zoologijskoga zavoda Biološkoga odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (biološke i ihtiološke determinacije i proticajni režim rijeke Drave u sustavu hidroelektrane) i Izvješća Zavoda za javno zdravstvo županije Varaždinske – Odjel kemijski laboratorij Varaždin (fizikalno-kemijske i bakteriološke značajke). Istraživanja su nastavak tehničkih promatranja i motrenja, a cilj im je praćenje sukcesija cenoza u novonastalim ekološkim sustavima nakon izgradnje ustava, odnosno održavanje kakvoće nadzemnih voda u rijeci Dravi nakon izgradnje linearnoga sustava hidrocentrala.

### 3. Procjena kakvoće vode temeljem analize zajednice makrozoobentosa saprobiološkom metodom / 3. *Water quality assessment based on macrozoobenthos community analysis by saprobiological method*

Procjena kakvoće vode određivana je izračunavanjem indeksa saprobnosti (S) prema Pantle i Bucku (P-B indeks) (11). Uporabljani su kvantitativni uzorci makrozoobentosa u kojima su određivane sve indikatorske svojte. Svakoj je svojti dodijeljena indikatorska vrijednost (s) prema literaturnim podatcima (10–12), a indikatorske vrijednosti za pojedine vrste određenog stupnja onečišćenja uzete su iz literature (13).

Zajednice dna reagiraju na obilježja vode koja kontinuirano protječe, tako da svaka promjena ima za posljedicu promjenu u strukturi i brojnosti zajednice. Može se koristiti i za akumulacijska jezera (7–9). Kalkulacija P-B indeksa zasniva se na listama indikatorskih vrsta organizama po Weglu (13) i Liebmannu (10). Za procjenu kvalitete voda na oglednim profilima sastavljaju se tablice s popisom nađenih vrsta u kojima su elaborirani kvantitativni uzorci (kvantitativni uzorci su brojnost jedinki sustavno sabrani na lokacijama uzorkovanja i neizostavan su dio istraživanja statističkim, matematičkim ili računalnim tehnikama).

Izračunate su vrijednosti indeksa saprobnosti (S) između 1 i 4, a dobivene su prema formuli:

$$S = \sum s \times h / \sum h$$

(s = indikatorska vrijednost; h = brojnost indikatora).

Tijekom istraživanja procjenjuje se i relativna brojnost svake svojte (h) u odnosu na druge indikatorske svojte prema skali s više stupnjeva, 1-2-3-4-5 oznaka koje pokazuju:

- 1 – učestalost broja jedinki od 1 do 500
- 2 – učestalost broja jedinki od 501 do 2 000
- 3 – učestalost broja jedinki od 2001 do 5 000
- 4 – učestalost broja jedinki od 5001 do 10 000
- 5 – učestalost broja jedinki od 10 001 i više,

što omogućuje određivanje finijih razlika u relativnoj brojnosti pojedinih svojti.

Oznaka i naziv Sp je indeks saprobnosti temeljem procjene učestalosti, odnosno, procjena relativne brojnosti; oznaka Sb je indeks saprobnosti temeljem broja jedinki, odnosno, stvarna brojnost pojedinih indikatorskih svojti, a oznaka kS je kumula-

tivni indeks saprobnosti (kumulativni indeks saprobnosti, Ks, je srednja vrijednost indeksa saprobnosti temeljem procjene učestalosti, kSp, i temeljem broja jedinki, kSb).

Indeksi kSp i kSb izračunaju se za svaku postaju i za svako istraživano razdoblje, a vrijednosti se zaokružuju na dvije decimale. Vrijednosti umnoška indikatorske vrijednosti (s) prema literaturnim podacima (12, 10) relativne brojnosti svake svojte (h) iskazuju se stvarnim dobivenim vrijednostima.

### **3.1. Vrijeme istraživanja i mjesta uzorkovanja / 3.1. *Research time and sampling sites***

Sabiranje uzoraka vode provedeno je sezonski, a obuhvatilo je mjeseci travanj, lipanj, kolovoz i listopad 1999. te srpanj, rujana i studeni 2003. Na slici 1 prikazan je sustav akumulacijskih jezera rijeke Drave, postaje uzimanja uzoraka vode za potrebe ovoga rada na područjima istraživanja hidroenergetskog sustava HE Čakovec prikazane su na slici 3, a za HE Dubrava na slici 4. Slika 2 prikazuje izravni utjecaj i interakciju ekoloških čimbenika koji utječu na zajednicu bentosa.

Mjesta sabiranja uzoraka na području istraživanja hidroenergetskih sustava:

- Postaja Č-1: rep akumulacijskoga jezera HE Čakovec – oko 700 m nizvodno od željezničkoga mosta Varaždin
- Postaja Č-1A: akumulacijsko jezero HE Čakovec, u blizini rekreacijskoga centra
- Postaja Č-2: akumulacijsko jezero HE Čakovec – oko 500 m uzvodno od ustave na profilu 1-7
- Postaja D-1: rep akumulacijskoga jezera HE Dubrava – nakon spajanja biološkoga minimuma i odvodnoga derivacijskoga kanala HE Čakovec, stacionaža 10 + 350
- Postaja D-2: akumulacijsko jezero HE Dubrava, stacionaža 0 + 600 – površina, – sredina, – dno.

Sabiranje uzoraka za fizičko-kemijsku, biološko-biocenološku, ihtiološku i saprobiološku analizu obavljeno je prema opće prihvaćenim pravilima struke. Rezultati se mogu usporediti s prošlogodišnjima jer se metoda rada nije mijenjala, a detaljnije je opisana uz tumačenje rezultata istraživanja pojedinih zajednica.

Dno tekućica, stanište biljnoga i životinjskoga svijeta, obilježava velika raznolikost i promjenjivost, do koje može doći zbog izravne ovisnosti o sljedećim čimbenicima (slika 2):

- 1) fizikalnim svojstvima vode (temperatura, količina suspendiranih čestica, svjetlo)
- 2) kemijskom sastavu vode (nutrijenti, otopljen kisik, organska tvar)

- 3) sezonskim i dnevnim promjenama režima protoka,
- 4) karakteru dna i obala,
- 5) kakvoći vode (vrsta i količina različitih onečišćenja).

Tehnika uzorkovanja je relativno dobro razvijena, a dostupni su i brojni priručnici za determinaciju pojedinih skupina. U fauni dna dolaze uglavnom ograničeno pokretni i sesilni organizmi, koji relativno dugo žive te se mogu koristiti kao pokazatelji kakvoće voda na pojedinoj postaji, kroz dulje vremensko razdoblje. Nadalje, makrofauna dna relativno je brojna u svim tipovima kopnenih voda, a poznate su i reakcije pojedinih vrsta ili skupina na različita onečišćenja te stupanj njihove tolerancije.

Svojom biomasom i funkcijom u hranidbenoj piramidi, makroskopski beskralješnjaci čine značajnu stepenicu kao konzumenti I. i II. reda, a o njima ovisi prehrana viših članova hranidbenih lanaca (npr. ribe).

### **3.2. Sabiranje uzoraka makrozoobentosa / 3.2. *A collection of macrozoobenthos samples***

Sabiranje uzoraka na terenu za biološku analizu obavljeno je sezonski i prema opće prihvaćenim pravilima struke, krajem mjeseca travnja, lipnja, kolovoza i listopada tijekom 1999. te početkom srpnja, rujna i studenoga 2003. Istraživanje makrozoobentosa provedeno je, dakle, četiri puta godišnje, na svim definiranim postajama akumulacija HE Čakovec (tri postaje: Č-1, Č-1A i Č-3) i HE Dubrava (dvije postaje: D-1 i D-2). Izuzetak je akumulacija HE Dubrava, odnosno, postaja D-2 godine 1999. u mjesecu lipnju i postaja na akumulaciji Čakovec Č-1A 2003. u mjesecu srpnju zbog promjene vodostaja. Rezultati se mogu usporediti s ranijim istraživanjima jer se metoda rada nije mijenjala.

Uzorci su sabrani grabilima (Eckman i Peterson) zahvatne površine 1 i 2 dm<sup>2</sup>, posebno konstruiranom bentos mrežom, tzv. kracer. Kracer je trokutasta bentos mreža s donjim ravnim metalnim dijelom širine 18 cm za struganje sedimenta i mrežom veličine oko 200 μm. Na pojedinim postajama kracer je provlačen po dnu oko 50 cm tako da je zahvaćen sediment do dubine od 4 – 5 cm. Makrofauna je odvajana od sedimenta prosijavanjem kroz bentos mrežu promjera okašca od 500 μm te konzervirana u 4 %-tnom formaldehidu (metanal). Danas se za konzerviranje uzoraka više ne upotrebljava formaldehid već alkohol veće koncentracije (visoki maseni udjel alkohola / %). Kasnije je u laboratoriju provedeno razvrstavanje makrofaune prema skupinama te determinacija do najnižih mogućih sistematskih kategorija. Broj jedinki preračunat je na površinu od 1 m<sup>2</sup>.

Za grafički prikaz svojti po postajama uporabljene su ove pripadajuće kratice koje nisu međunarodno normirane:

**Č-1, 1999. godine**

<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
<i>Caе</i>	<i>Caenis sp.</i>
<i>Cer</i>	Ceratopogonidae
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Cop</i>	Copepoda
<i>Hyd</i>	Hydroptila sp.
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Oph</i>	<i>Ophidonais serpentina</i>
<i>Oul</i>	<i>Oulimnius sp.</i>
<i>Pot</i>	<i>Potamothrix hammoniensis</i>
<i>Psa-b</i>	<i>Psammoryctes barbata</i>
<i>Psa-m</i>	<i>Psammoryctes moravicus</i>
<i>Sph</i>	Sphaeridae
<i>Sty</i>	<i>Stylodrilus heringianus</i>
<i>Tub</i>	<i>Tubifex tubifex</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

**Č-1A, 1999. godine**

<i>Bit</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
<i>Cer</i>	Ceratopogonidae
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Glo</i>	<i>Glossiphonia complanata</i>
<i>Hel</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Oph</i>	<i>Ophidonais serpentina</i>
<i>Phy</i>	<i>Physa acuta</i>
<i>Pot</i>	<i>Potamothrix hammoniensis</i>
<i>Psa-b</i>	<i>Psammoryctes barbata</i>
<i>Sia</i>	<i>Sialis lutaria</i>
<i>Sph</i>	Sphaeridae
<i>Sty</i>	<i>Stylaria lacustris</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

Č-2, 1999. godine

<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
Chi	Chironomidae
Cop	Copepoda
DIP	DIPTERA
<i>Hel</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Pot</i>	<i>Potamothenix hammoniensis</i>
<i>Psa-b</i>	<i>Psammoryctes barbata</i>
Sph	Sphaeriidae

Č-1, 2003. godine

<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
Chi	Chironomidae - larvae
Hir-j	HIRUDINEA - juv.
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Pisc</i>	<i>Piscicola</i> sp.
<i>Pisi</i>	<i>Pisidium amnicum</i>
<i>Pot-b</i>	<i>Potamothenix bavaricus</i>
<i>Pot-h</i>	<i>Potamothenix hammoniensis</i>
<i>Rad</i>	<i>Radix peregra</i>
<i>Sph</i>	<i>Sphaerium corneum</i>
<i>Uni</i>	<i>Unio</i> sp.
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

Č-1A, 2003. godine

<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
Chi-l	Chironomidae – larvae
Chi-p	Chironomidae – pupae
<i>Glo</i>	<i>Glosiphonia complanata</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Pis</i>	<i>Pisidium amnicum</i>

Č-2, 2003. godine

<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
<i>Chi-l</i>	Chironomidae - larvae
<i>Eph</i>	<i>Ephemera vulgata</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Pis</i>	<i>Pisidium amnicum</i>
<i>Pot.sp.-j</i>	<i>Potamothenix</i> sp. - juv.
<i>Pot-b</i>	<i>Potamothenix bavaricus</i>
<i>Psa</i>	<i>Psammoryctides barbatus</i>
<i>Sph</i>	<i>Sphaerium corneum</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

D-1, 1999. godine

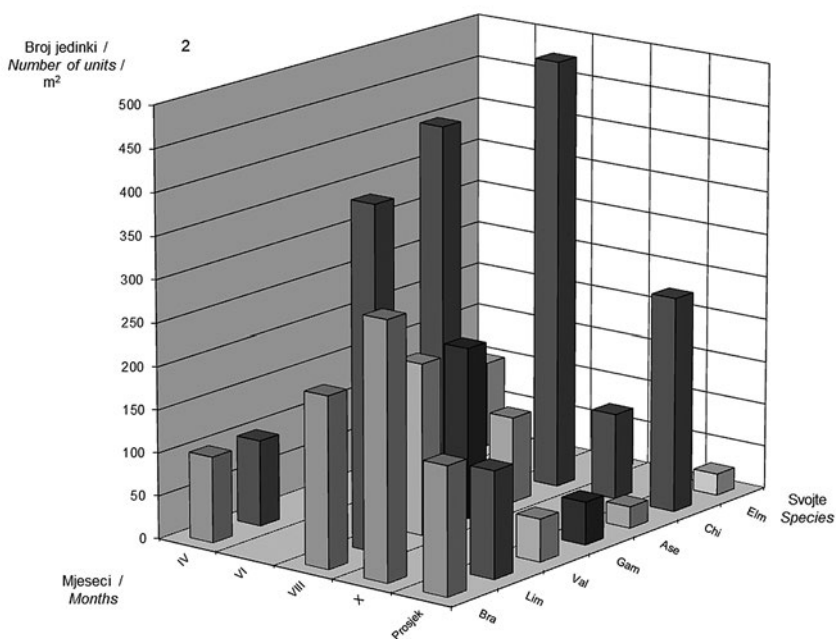
<i>Ase</i>	<i>Asellus aquaticus</i>
<i>Bae</i>	<i>Baetis</i> sp.
<i>Bit</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
<i>Cae</i>	<i>Caenis</i> sp.
<i>Cer</i>	Ceratopogonidae
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Cop</i>	CRUSTACEA-Copepoda
<i>Ecn</i>	<i>Ecnomus tenellus</i>
<i>Enc</i>	Enchytraeidae g. sp.
<i>Eph</i>	<i>Ephemera</i> sp.
<i>Gam</i>	<i>Gammarus roeseli</i>
<i>Hom</i>	<i>Homochaeta naidina</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Lym</i>	<i>Lymnea peregra</i>
<i>Mic</i>	<i>Micronecta</i> sp.
<i>Mys</i>	<i>Mystacides</i> sp.
<i>Nai-e</i>	<i>Nais elinguis</i>
<i>Nai-e</i>	<i>Nais bretscheri</i>
<i>Nai-pa</i>	<i>Nais pardalis</i>
<i>Nai-ps</i>	<i>Nais pseudobtusa</i>
<i>Neu</i>	<i>Neureclipsis bimaculata</i>
<i>Pot</i>	<i>Potamothenix hammoniensis</i>
<i>Psa</i>	<i>Psammoryctes barbata</i>
<i>Psy</i>	<i>Psychomyia pussilla</i>
<i>Sph</i>	Sphaeridae
<i>Sty</i>	<i>Stylaria lacustris</i>

<i>Sty</i>	<i>Stylodrilus heringianus</i>
<i>Syn</i>	<i>Synurella ambulans</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

**D-2, 1999. godine**

<i>Ase</i>	<i>Asellus aquaticus</i>
<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowewrby</i>
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Dre</i>	<i>Dreissenia polymorpha</i>
<i>Elm</i>	<i>Elmis sp.</i>
<i>Gam</i>	<i>Gammarus roeseli</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

Sastav makrozoobentosa akumulacijskoga jezera HE Dubrava, postaja D-2, godine 1999. prikazuje slika 6 korištenjem navedenih kratica.



**SLIKA 6. Sastav makrozoobentosa akumulacijskog jezera HE Dubrava, postaja D-2 godine 1999.**

**FIGURE 6. Composition of macrozoobenthos of the storage lake of HE Dubrava, station D-2 in 1999.**

**D-1, 2003. godine**

<i>Ase</i>	<i>Asellus aquaticus</i>
<i>Bae</i>	<i>Baetis</i> sp.
<i>Bit</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowerby</i>
<i>Caе</i>	<i>Caenis</i> gr. <i>Macrura</i>
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Chi-p</i>	Chironomidae – pupae
<i>Cyr</i>	<i>Cyrrnus trimaculatus</i>
<i>Dre</i>	<i>Dreissenia polymorpha</i> ***
<i>Eph</i>	<i>Ephemera vulgata</i>
<i>Gam</i>	<i>Gammarus roeseli</i>
<i>Glo</i>	<i>Glossiphonia complanata</i>
<i>Hel</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Lum-g.sp.</i>	Lumbricidae g.sp.
<i>Lum-v</i>	<i>Lumbriculus variegatus</i>
<i>Mic</i>	<i>Micronecta</i> sp.
<i>Mys</i>	<i>Mystacides longicornis</i>
<i>Nai-b</i>	<i>Nais barbata</i>
<i>Nai-br</i>	<i>Nais bretscheri</i>
<i>Nai-p</i>	<i>Nais pardalis</i>
<i>Nai-s</i>	<i>Nais simplex</i>
<i>Oph</i>	<i>Ophidonais serpentina</i>
<i>Pis</i>	<i>Piscicola geometra</i>
<i>Psa</i>	<i>Psammoryctides barbatus</i>
<i>Psy</i>	<i>Psychomyia pusilla</i>
<i>Rad</i>	<i>Radix</i> sp.
<i>Sim</i>	Simulidae
<i>Sty</i>	<i>Stylaria lacustris</i>
<i>Val</i>	<i>Valvata piscinalis</i>

**D-2, 2003. godine**

<i>Ase</i>	<i>Asellus aquaticus</i>
<i>Bra</i>	<i>Branchyura sowerby</i>
<i>Chi</i>	Chironomidae
<i>Dre</i>	<i>Dreissenia polymorpha</i>
<i>Lim</i>	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
<i>Psa</i>	<i>Psammoryctides barbatus</i>

### 3.3. Rad u laboratoriju / 3.3. *Laboratory work*

Prikupljeni i sabrani uzorci preneseni su na daljnju analizu u laboratorij Zoološkoga zavoda Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu. Obrada uzoraka sastojala se od izdvajanja, prebrojavanja, svrstavanja organizama po skupinama, a nakon toga determinacije faune dna do najviše moguće sistematske kategorije.

U laboratoriju su uzorci isprani pod mlazom hladne vode, te su iz njih s pomoću lupe povećanja do 120 puta izdvojeni svi makroskopski beskralješnjaci, sortirani i spremljeni po skupinama u zasebne kivete (plastična posudica kružnoga ili kvadratnoga presjeka u koju se smješta uzorak). Zatim su predstavnici pojedinih skupina determinirani do najnižih sistematskih razina i prebrojani (2). Kasnije je u laboratoriju provedeno razvrstavanje makrofaune po skupinama te determinacija do najnižih mogućih sistematskih kategorija (2). Broj jedinki preračunat je na površinu od 1m<sup>2</sup>.

### 3.4. Primijenjene statističke metode / 3.4. *Applied statistical methods*

Struktura zajednice makrozoobentosa opisana je neparametričkim modelima (indeksima). Raznolikost vrsta makrozoobentosa na pojedinom staništu može se definirati brojem različitih vrsta, brojnošću i strukturom, a sve te sastavnice uključene su u indekse raznolikosti. U načelu je riječ o odnosu broja vrsta i ukupne brojnosti te se s tim dvama parametrima nastoji definirati karakteristike zajednice. Ti indeksi ne podrazumijevaju nikakvu teorijsku raspodjelu. Danas je u uporabi cijeli niz indeksa raznolikosti. Budući da svaki od njih ima neku određenu vrijednost i da za sada ne postoje standardi za objašnjenje zajednice, korišteni su indeksi koji se najčešće primjenjuju u novijoj literaturi iz područja predmetnih istraživanja (2).

Biološki pokazatelj prema P-B indeksu saprobnosti su indikatorske vrste organizama prema Weglu (15), a dopuštene granične vrijednosti pokazatelja za pojedine vrste voda dane su u tablici 1.

TABLICA 1. **Dopuštene granične vrijednosti pokazatelja za pojedine vrste voda**  
 TABLE 1. *Permissible limit values of indicators for certain types of water iza cijelih brojeva dolazi zarez*

Pokazatelji / <i>Indicators</i>	Biološki P-B indeks Saprobnosti / <i>Biological P-B saprobity index</i>
I. vrsta / <i>type I</i>	1,0 – 1,8
II. vrsta / <i>type II</i>	2,3 – 2,7
III. vrsta / <i>type III</i>	1,8 – 2,3
IV. vrsta / <i>type IV</i>	2,7 – 3,2
V. vrsta / <i>type V</i>	3,2 – 4,0

#### 4. Akumulacija HE Dubrava kao primjer brojnosti pojedinih vrsta / 4. HE Dubrava accumulation as an example of the number of individual species

Na repu akumulacijskog jezera HE Dubrava (postaja D-1) nađeni su predstavnici Bivalvia, Oligochaeta, Gastropoda, Hirudinae, Amphipoda, Isopoda, Heteroptera, Ephemeroptera, Diptera i Trichoptera. Brojnošću se posebno ističu Chironomidae koji su najbrojniji predstavnici makrozoobentosa na postaji D-1 tijekom mjeseca srpnja i studenoga. Nizvodno na postaji D-2, gdje je utvrđena relativno najmanja gustoća makrozoobentosa (ako se isključi školjkaš *Dreissenia polymorpha*), brojem jedinki prevladavaju ličinke Chironomidae i Oligochaeta. Tablica 2 prikazuje sastav makrozoobentosa akumulacijskoga jezera HE Dubrava na postajama D-1 i D-2 godine 2003.

Prosječna godišnja gustoća makrozoobentosa na postaji D-1 izražena brojem jedinki iznosi 3 770 jedinki/m<sup>2</sup>. Na postaji D-2 zabilježena je nešto manja prosječna brojnost makrozoobentosa (1 367 jedinki/m<sup>2</sup>, bez *Dreissenia polymorpha*).

U akumulaciji Dubrava, na postaji D-2 zabilježena je mala raznolikost makrozoobentosa (svega tri različite skupine), uz relativno malu gustoću populacija. Na postaji D-1 (rep akumulacije Dubrava) je veća raznolikost faune dna (devet skupina). Najveća brojnost, tj. gustoća makrozoobentosa bila je u studenom (5 610 jedinki/m<sup>2</sup>), a najmanja u srpnju, kada je zabilježeno 1 690 jedinki/m<sup>2</sup>. Brojnošću se ovdje ističu skupine Diptera, Ephemeroptera i Oligochaeta.

Akumulacijsko jezero HE Dubrava (tablica 2) obilježava i najveća raznolikost makrozoobentosa jer je na postaji D-1 (rekreacijski centar) utvrđeno ukupno 29 svojti makroskopskih beskralješnjaka. To je posljedica raznolikosti mikrostaništa te povoljnih ekoloških uvjeta. Osim predstavnika Hironomida, u listopadu se brojnošću posebice ističe vrsta *Micronecta sp.*, iz skupine Heteroptera. Sve ostale svojte imaju relativno manji broj primjeraka. Na postaji D-2, koja je smještena na dubini od 10 – 12 m utvrđeno je ukupno znatno manje, samo pet svojti, a guste populacije ima školjkaš *Dreissenia polymorpha* (tablica 2).

Iz tablice 2 vidljivo je da je na postaji D-1 krajem ljeta od rakušaca prisutna vrsta *Gammarus roeseli* (slika 7), autohtona vrsta prepoznatljiva po bodljama na stražnjem dijelu tijela. Na istoj postaji prisutan je i vodencvijet, rod *Baetis* (slika 8), koji većinu života provodi u ličinačkom stadiju. Odrasli oblici žive kratko, od 1 – 2 sata do nekoliko dana, po čemu je i cijeli red ili rod dobio naziv Ephemeroptera.

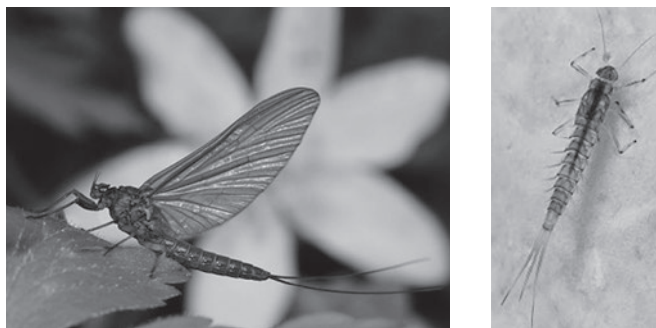
TABLICA 2. Brojnost pojedinih svojti makrofaune dna po postajama akumulacijskog jezera HE Dubrava (broj jedinki/m<sup>2</sup>) godine 2003.TABLE 2. Number of individual species of bottom macrofauna by stations in the storage lake of HE Dubrava (number of units / m<sup>2</sup>) in 2003

Postaje / Stations  Mjeseci / Months	D-1				D-2			
	VII.	IX.	XI.	Prosjek / Average	VII.	IX.	XI.	Prosjek / Average
GASTROPODA								
<i>Bithynia tentaculata</i>	10			3				
<i>Valvata piscinalis</i>		20	30	17				
<i>Radix</i> sp.		10	20	10				
BIVALVIA								
<i>Dreissenia polymorpha</i> *								
OLIGOCHAETA								
<i>Branchyura sowerby</i>	120	20	20	53	800	1 200	700	900
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	140	240	160	180	200	100	400	233
<i>Psammoryctides barbatus</i>		10		3			200	67
<i>Nais barbata</i>			120	40				
<i>Nais bretscheri</i>			50	17				
<i>Nais pardalis</i>			20	7				
<i>Nais simplex</i>			70	23				
<i>Ophidonais serpentina</i>		10	60	23				
<i>Stylaria lacustris</i>		10	60	23				
<i>Lumbriculus variegatus</i>			20	7				
Lumbricidae g.sp.	80			27				
HIRUDINEA								
<i>Glossiphonia complanata</i>	10			3				
<i>Helobdella stagnalis</i>	20			7				
<i>Piscicola geometra</i>	10			3				
AMPHIPODA								
<i>Gammarus roeseli</i>	400	40		147				
ISOPODA								
<i>Asellus aquaticus</i>		10		3		100		33

HETEROPTERA								
<i>Micronecta</i> sp.		70	950	340				
EPHEMEROPTERA								
<i>Baetis</i> sp.		500	1 000	500				
<i>Caenis</i> gr. <i>macrura</i>	600	230		277				
<i>Ephemera vulgata</i>	10	20		10				
DIPTERA								
Chironomidae		2 600	3 000	1 867	300	100		133
- pupae	100	150		83				
Simuliidae		40		13				
TRICHOPTERA								
<i>Cyrtus trimaculatus</i>	190	30	10	77				
<i>Mystacides longicornis</i>			10	3				
<i>Psychomyia pusilla</i>			10	3				
Ukupno / Total: – broj jedinki / number of units	1 690	4 010	5 610	3 770	1 300	1 500	1 300	1 367
– broj svojti / number of species	12	17	17	29	3	4	3	5



SLIKA 7. Autohtona vrsta rakušca *Gammarus roeseli* /  
FIGURE 7. Indigenous shellfish species *Gammarus roeseli*



SLIKA 8. Vodencvijet, rod *Baetis* sp.  
 FIGURE 8. *Watercress, genus Baetis* sp.

#### 4. Kakvoća vode temeljem vrijednosti indeksa saprobnosti / 4. *Water quality based on saprobity index values*

Računanjem indeksa saprobnosti (S) prema Pantle i Bucku (1955.) koristeći kvantitativne uzorke makrozoobentosa u kojima su određene sve indikatorske svojte, vrijednosti indeksa saprobnosti temeljem procjene učestalosti, odnosno, procjene relativne brojnosti (Sp); vrijednosti indeksa saprobnosti temeljem broja jedinki odnosno, stvarne brojnosti pojedinih indikatorskih svojti (Sb) kao i vrijednosti kumulativnog indeksa saprobnosti (kS) koji predstavlja srednju vrijednost indeksa saprobnosti temeljem procjene učestalosti (kSp) i temeljem broja jedinki (kSb) na postajama Dubrava D-1 i D-2 godine 1999. i 2003. međusobno su različite (tablica 3).

TABLICA 3. Vrijednosti indeksa saprobnosti (Sp; Sb) i kumulativnih S (kSp; kSb) na postajama Dubrava D-1 i D-2 godine 1999. i 2003.

TABLE 3. *Values of saprobity index (Sp; Sb) and cumulative S (kSp; Sb) at Dubrava stations D-1 and D-2 in 1999 and 2003.*

Mjeseci / <i>Months</i>	IV.		VI. – VII.		VIII. – IX.		X. – XI.		Kumulativni kS <i>Cumulative kS</i>	
	Sp	Sb	Sp	Sb	Sp	Sb	Sp	Sb	kSp	kSb
Dubrava (D-1) 1999.	2,70	3,13	2,27	2,15	2,31	2,32	2,18	2,21	2,27	2,37
Dubrava (D-1) 2003.	–	–	2,40	2,31	2,45	2,63	2,47	2,66	2,41	2,46
Dubrava (D-2) 1999.	2,30	2,30	–	–	2,42	2,56	2,10	2,10	2,25	2,44
Dubrava (D-2) 2003.	–	–	2,77	2,62	2,78	2,51	2,58	2,68	2,62	2,60

Općenito, vrijednosti Sp niže su u odnosu na vrijednosti Sb. Najviši je Sp dobio na postaji D-1 (2,70) u travnju godine 1999. Na istoj postaji iste godine dobio je i najviši Sb (3,13). Najniža vrijednost indeksa Sp i Sb iznosi 2,10 na postaji D-2 godine 1999. Vrijednost Sb najviša je na postaji D-1 i iznosi 3,13. Takav odnos vrijednosti dobio je i između kSp i kSb. Općenito, vrijednosti kSp su nešto niže od vrijednosti kSb. Vrijednosti kSp su niže tijekom godine 1999. u odnosu na 2003.

Najviša vrijednost kSp (2,62) dobivena je na postaji D-2 godine 2003., a najniža (2,25) na istoj postaji godine 1999. Općenito su vrijednosti indeksa saprobnosti niže na postajama godine 1999.

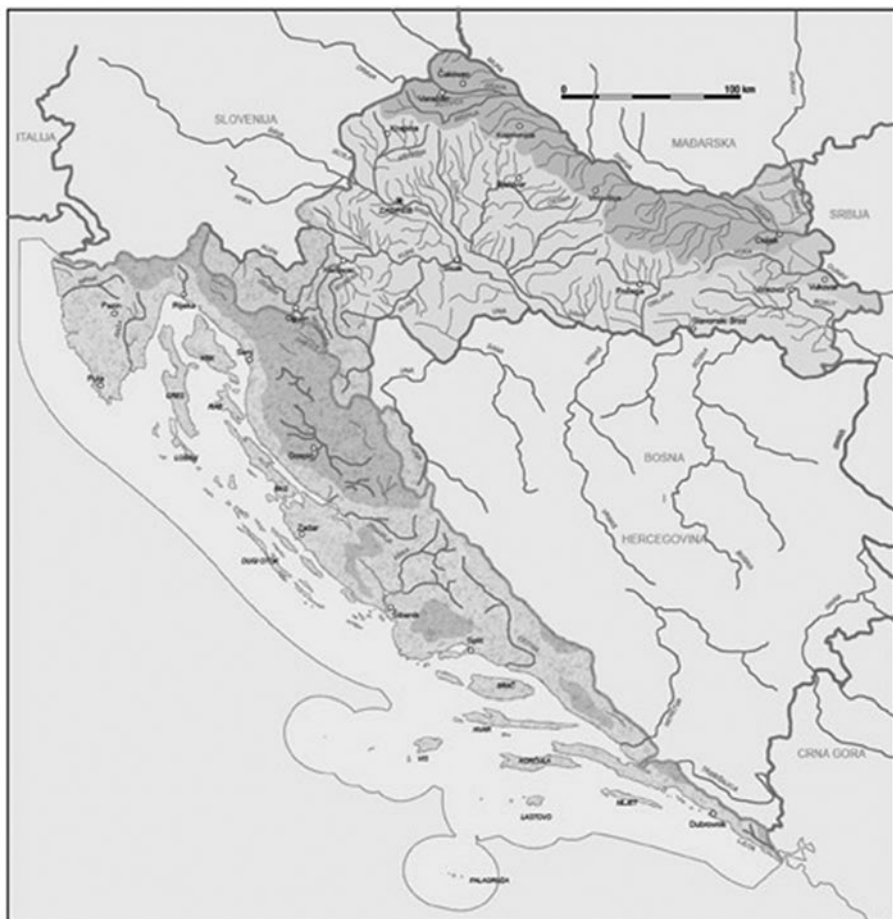
U četvrtom mjesecu 2003. na postaji D-1 i D-2 te 1999., mjeseci VI. – VII. nije uziman uzorak.

## **5. Aspekti zaštite područja istraživanja i rezervat biosfere /** ***5. Aspects of protection of research areas and biosphere reserve***

Zbog promjene klime, smjenjivanja glacijala i interglacijala u kvartaru, vode ne bujice donosile su velike količine klastičnoga materijala glacijalnoga podrijetla s područja Alpa i taložile ga na područje Dravske doline. Tijekom glacijacije vođeni tokovi, tj. rijeke su imale manje vode, što znači da im je erozijska snaga znatno oslabjela. Istodobno ogoljeli dijelovi tla bili su izloženi toplinskim kolebanjima, što je ubrzalo razgradnju stijena, a razdrobljen matični supstrat nošen je u doline i taložen. Količina vode u rijekama i njihova erozijska snaga povećava se u doba interglacijala. To je razdoblje kada se korito nastavlja erozijski snižavati, a na pristrancima (obala koja se blago spušta prema rijeci) se zadržavaju ostatci staroga korita u obliku terasa. Brojna su istraživanja potvrdila da u donjem dijelu toka rijeke Drave (od Ormoža do Đurđevca) postoje vrlo debele naslage šljunka i pijeska nastale riječnom sedimentacijom iz područja Alpa u doba pleistocenskih glacijala i interglacijala te u holocenu (2). Holocen kvartara čini geološku današnjicu, traje oko 11 500 godina, a sljedeće bitno obilježje kvartara je iznimna dinamičnost geoloških, klimatskih, hidrografskih i bioloških procesa ubrzanih antropogenim utjecajem (2).

Hrvatska je zemlja bogata vodom, što je vidljivo iz hidrogeološke skice Hrvatske na slici 9, koja se sastoji od dva dijela:

1. unutrašnjega, kontinentalnog, panonskog prostora u smjeru zapad – istok, i
2. vanjskoga, primorskog, jadranskog pojasa od sjeverozapada prema jugoistoku (2).



Granica sljevova



Krško područje

**SLIJEV CRNOG MORA**



Porječje Drave

Porječje Save

Porječje Dunava

**SLIJEV JADRANSKOG MORA**



Neposredan slijev

Zatvoren slijev u kršu

SLIKA 9. Hidrogeološka skica Hrvatske (18)  
*FIGURE 9. Hydrogeological sketch of Croatia (18)*

Najveće zalihe vode su u podzemlju. U panonskom dijelu to su vodonosnici u stijenama, međuzrnske poroznosti porječja rijeka Save i Drave. Voda se u Hrvatskoj koristi u različite svrhe, npr. za hidroelektrane, rekreaciju, navodnjavanje, vodoop-skrbu stanovništva i dr.

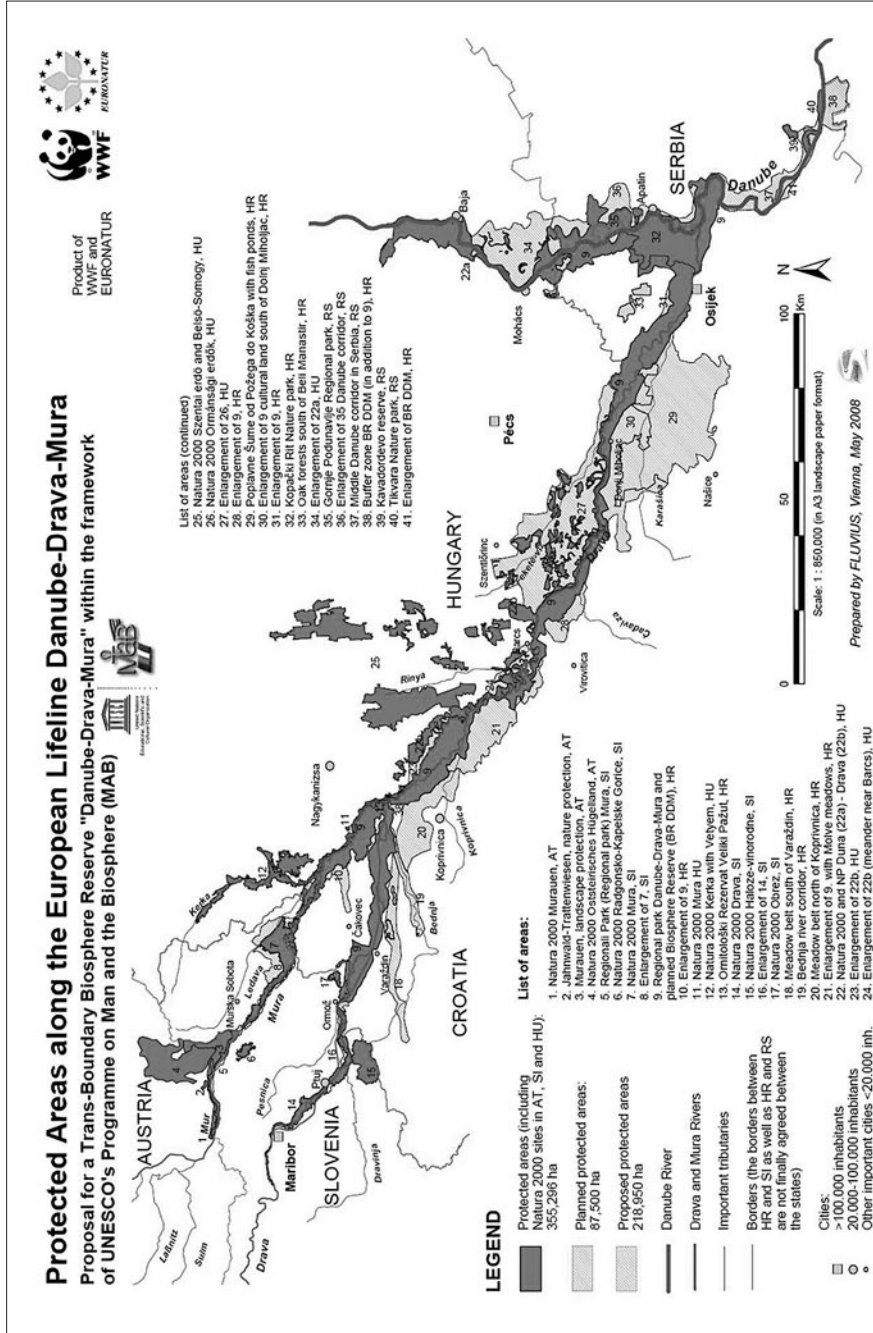
Istraživani je prostor dio Nature 2000, ekološke mreže sastavljene od područja važnih za očuvanje ugroženih vrsta i stanišnih tipova Europske unije. Istraživani prostor akumulacijâ rijeke Drave zalazi u područje rezervata biosfere, regionalnoga parka, spomenika prirode, značajnoga krajobraza, park-šumâ i spomenika parkovne arhitekture.

U sklopu 33. sjednice Međunarodnoga koordinacijskoga vijeća UNESCO-va programa „Čovjek i biosfera“, 15. rujna 2021. proglašen je prvi u svijetu Petodržavni rezervat biosfere Mura – Drava – Dunav, što je veliko postignuće za međunarodnu zaštitu toga područja.

Regionalni park Mura – Drava prvi je regionalni park u Republici Hrvatskoj, proglašen 10. veljače 2011. Uredbom o proglašenju Regionalnoga parka Mura – Drava koju je donijela Vlada Republike Hrvatske. Sukladno Zakonu o zaštiti prirode, regionalni park je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora velike bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim obilježjima i krajobraznim vrijednostima karakterističnim za područje na kojem se nalazi. U regionalnom parku dopuštene su gospodarske i druge djelatnosti i zahvati kojima se ne ugrožavaju njegova bitna obilježja i uloga (19). Rad na uspostavljanju rezervata biosfere službeno je započeo godine 2011., kada su ministri zaštite okoliša pet susjednih zemalja potpisali deklaraciju o uspostavi prekograničnoga rezervata biosfere Mura – Drava – Dunav između Hrvatske i Mađarske kao jedinstveno zaštićeno područje, a UNESCO ga je proglasio u rujnu 2021. (Abuja, Nigerija) višedržavnim rezervatom biosfere koji se proteže Austrijom, Slovenijom, Hrvatskom, Mađarskom i Srbijom (slika 10). Tako je „Europska Amazona“ postala najveće zaštićeno riječno područje u Europi. Proteže se na gotovo milijun hektara (10 000 km<sup>2</sup>) i 700 kilometara riječnoga toka.

Područje rezervata biosfere obiluje rijetkim staništima poput velikih poplavnih šuma, pješćanih i šljunčanih sprudova, strmih obala, rukavaca i mrtvica. Upravo na tim staništima bilježe se najveće populacije orla štekavca u Europi i gnjezdilišta brojnih ugroženih vrsta ptica poput bregunica, male čigre i crne rode, staništa dabra i vidre te riba kao što je kečiga. Poplavne nizine ublažavaju poplave i posljedice klimatske krize, a ujedno su zone suživota prirode i čovjeka.

Rezervati biosfere ispunjavaju tri glavne funkcije: održavanje ekosustava, razvoj regionalnih socio-ekonomskih i ekoloških održivih uvjeta kao i poticanje obrazovanja, istraživanja i praćenja stanja u okolišu. Međunarodno su prepoznati od UN-ovih institucija, imenovani od nacionalnih vlada i ostaju u nadležnosti država u kojima se nalaze.



SLIKA10. Prvi u svijetu Petodržavni rezervat biosfere Mura – Drava – Dunav, tzv. „Europska Amazona“ proteže kroz Austriju, Sloveniju, Hrvatsku, Mađarsku i Srbiju (19)

FIGURE10. The world's first Five-state reserve of the Mura – Drava – Danube biosphere, the so-called „European Amazon“ flows through Austria, Slovenia, Croatia, Hungary and Serbia (19)

Proglašenje rezervata biosfere počelo je kao program UNESCO-a „Čovjek i biosfera“ godine 1970. (20) Proglašenjem toga prostora rezervatom biosfere, više ne bi smjelo biti izgleda za projekte poput izgradnje hidroelektrana, nepotrebne regulacije rijekâ ili vađenja sedimenta, a time i nestanka prirodnih i poluprirodnih slatkovodnih staništa.

## 6. Zaključak / 6. Conclusions

Razlike u uzorkovanju, tehnikama prosijavanja sedimenta (uporaba različitih promjera oka mreža za prosijavanje sedimenta) te različitim ciljevima istraživanja, stvaraju objektivne poteškoće pri usporedbi brojnosti faune dna.

Za procjenu kakvoće voda trebalo bi uzeti u obzir sve sastavnice zajednice (fito, mikrozoo, makrozoo i dr.) što znatno povećava opseg istraživanja, od prikupljanja uzoraka do njihove obrade, tj. determinacije. Najvažniji problem je u interpretaciji rezultata, koju bi svakako trebali obavljati školovani biolozi-ekolozi.

Temeljem dobivenih rezultata istraživanja sastava zajednice makrozoobentosa može se potvrditi njihovu veliku mogućnost primjene u procjeni kakvoće voda ne samo klasičnih tekućica, već i protočnih hidroakumulacija (poluprotočnih), poput ovih na rijeci Dravi.

Općenito, istraživanja faune dna nastavak su višegodišnjih analiza koje imaju za cilj praćenje razvoja zajednice i utvrđivanje eventualnih razlika u odnosu na istraživanja prethodnih godina. Zajednice u takvim, umjetno formiranim ekološkim sustavima prolaze kroz pojedine faze razvoja, čiji intenzitet ovisi o čitavom nizu ekoloških čimbenika.

Od godine 2021. istraživani prostor akumulacijâ rijeke Drave zalazi u područje rezervata biosfere, regionalnog parka, spomenika prirode, značajnog krajobraza, park-šuma i spomenika parkovne arhitekture. Zakonska zaštita (treba) omogućiti zaustavljanje daljnje devastacije rijeke Drave koja je poprimila drastične razmjere posljednjih pedesetak godina.

Očuvanje prirode i biološke raznolikosti jedan je od prioriteta svakoga društva danas i postulat, odnosno temeljna istina opstojnosti milijuna bića, a ne samo civilizacije kojoj pripadamo. Riječni tokovi Mure i Drave čine cjelovito područje koje se proteže unutar teritorija Republike Hrvatske, i kao prekogranični riječni ekološki sustav u susjednim državama te uzvodnim i nizvodnim zemljama slijeva. Rijeke Mura i Drava prirodni su oslonac i kulturni identitet prostora. Svi zajedno čine ovaj Planet toliko posebnim i različitim od svega što nam je za sada poznato u Sve-miru.

7. LITERATURA / 7. REFERENCES

1. <http://www.hep.hr/proizvodnja/osnovni/hidroelektrane/sjever/index.html>, pristupljeno 12. 10. 2021.
2. D. Kiš-Novak: *Makrozoobentos kao pokazatelj kakvoće vode akumulacija na rijeci Dravi*, Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Magistarska teza, Zagreb, 2007.
3. <http://www.hep.hr/proizvodnja/osnovni/hidroelektrane/sjever/cakovec.html>, pristupljeno 12. 10. 2021.
4. <http://www.hep.hr/proizvodnja/osnovni/hidroelektrane/sjever/dubrava.html>, pristupljeno 12. 10. 2021.
5. M. Mrakovčić, M. Kerovec, S. Mišetić, A. Plenković-Moraj, Z. Mihaljević, D. Schneider, P. Mustafić, I. Bukvić-Ternjej i D. Zanella: Fizikalno-kemijske, biološke i ihtiološke značajke nadzemnih voda hidroenergetskog sustava HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava u godini 2003., Zoologijski zavod, Biološki odsjek, Studija, Zagreb, 2004.
6. B. Habdija i M. Kerovec: *Biološka valorizacija voda – Metode i indikatorski sustav HRIS*, Biološki odsjek PMF-a, Zagreb, 2003., 82 str.
7. M. Kerovec: *Ekologija kopnenih voda*, Mala ekološka biblioteka, Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan, Zagreb, 1988., 74 str.
8. M. Kerovec: *Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka*, SNL, Zagreb, 1986., 127 str.
9. M. Kerovec, V. Tavčar and M. Meštrov: *Macrozoobenthos as an Indicator of the Level of the Trophy and Saprobity of Lake Jarun*, Acta hydrochim. hydrobiol., Department of Zoology, Faculty of Natural Sciences and Math., University of Zagreb, 17(1) (1989) 37–45.
10. H. Liebmann: *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie*, Band I. Oldenbourg, München, 1962.
11. R. Pantle und H. Buck: *Die biologische Überwachunger Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse*, Besondere Mitteilung und Deutschen Gewässerkundlichen 12 (1955) 135–140.
12. V. Sládeček: *System of Water Quality from the Biological Point of View*, Arch. Hydrobiol., Beih. 7 (1973) 218.
13. R. Wegl: *Indeks für die Limnosaprobität*. Beiträge zur Gewässerforschung, XIII, Band 26, 1983, S. 175.
14. *Zakon o vodama*, NN, broj 77/98. *Uredba o klasifikaciji voda*: 1755–1759.
15. *Zakon o vodama*, NN, broj 137/08. *Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o klasifikaciji voda*.
16. D. Kiš-Novak: *Ekološka obilježja aluvijalnih potoka na području Međimurja*. Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Doktorska teza, Zagreb, 2012.

17. D. Kiš-Novak: *Održivi razvoj i saprobiološke metode na primjeru makrozoobentosa*, U: *Cjeloživotno učenje za održivi razvoj* (V. Uzelac, L. Vujičić i Ž. Boneta, ur.), Svezak 3, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008., str. 197–202.
18. <https://prirodahrvatske.com/hidrografija/>, pristupljeno 11. 10. 2021.
19. <https://www.medjimurska-priroda.info/zasticena-podrucja/>, pristupljeno 11. 10. 2021.
20. <http://www.amazon-of-europe.com/hr/rezervat-biosfere/>, pristupljeno 11. 10. 2021.