

1.1.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA BIOLOGIJU I PATOLOGIJU RIBA I PČELA
10000 ZAGREB, Heinzelova 55, tel. 01 23 90 153

EKOLOŠKA STUDIJA RIJEKE BOSUT NA PODRUČJU GRADA VINKOVACA

Na samom početku važno je napomenuti da je ova Studija rađena 1999. godine i da je današnja situacija vezana na ekološko stanje rijeke Bosut kao i biocenoza u njoj zasigurno znatno drugih karakteristika nego prije 21 godinu. No, na temelju rezultata dobivenih i opisanih u spomenutoj Studiji, stanje biocenoze, fizikalno-kemijskih karakteristika kakvoće vode, te sedimenta rijeke Bosut, je već tada na samom području grada Vinkovaca bila više nego alarmantna i već tada je predloženo, da bi istraživanja trebala obuhvatiti sva godišnja doba (ljetno, jesen, zima, proljeće) radi sagledavanja konačnog i cjelovitog stanja. No, preporuke sanacije date su na osnovi istraživanja stanja u jesenskom razdoblju.

Rijeka Bosut je na području grada Vinkovaca gotovo ustajali vodotok i recipijent komunalnih otpadnih voda, te industrijskih postrojenja, koje su se u to vrijeme bez pročišćavanja upuštale u vodotok. Prisutnost većih količina nataložene organske mase na dno rijeke uzrok je dugotrajnih anoksija (poglavito ljetni i ranojesenski razdoblja) i rezultata anaerobne bakterijske razgradnje organske mase s posljedično stvaranja amonijaka. Dakle, ovakova stanja imaju za posljedicu nemogućnost opstanka faune dna, a s time i cjelokupno uravnotežene biocenoze. Kao dokaz tome je pojedinačni nalaz visokootpornih zoobentosnih organizama na hipoksije i organska onečišćenja, tako da se rijeka Bosut na području grada Vinkovaca može svrstati u IV. skupinu (Uredba o klasifikaciji voda iz 1998. godine). Prilog ovome je i dokaz nedostatka ihtiofaune na dotičnom lokalitetu.

Osim utvrđenih nepovoljnih karakteristika rijeke Bosut u samom gradu Vinkovci, ona je u svom čitavom toku troma i spora rijeka plitkog i relativno širokog korita, te rijeka bez izvorišta. Rijeka se snabdijeva vodom iz velikog slivnog područja s kojeg se za kišnog razdoblja u gornji i srednji tok rijeke slijeva velika količina vode opterećena otpadnim tvarima s obradivih poljoprivrednih površina i šuma, farmi i industrijskih postrojenja, a što ima velike negativne posljedice za sušnog razdoblja, tako da na potezu između Gradišta i Cerne, te u svom srednjem toku Bosut poprima obilježje bare.

S obzirom na utvrđeno činjenično stanje u rijeci Bosut, a osobito ono na potezu samog grada Vinkovaca dana su u tom trenutku jedino moguća rješenja:

1. Nekomolirani rast visokog vodenog bilja i fitoplanktona regulirati nasadom biljojednih i planktonofagnih vrstama riba u vode Bosuta (svakako pod stručnim nadzorom ihtiologa).
2. Po pojavi zelene mase (nisko i visoko vodeno bilje) isto mehanički odstranjivati iz vode.
3. Obogaćenje dna korita rijeke Bosut na području grada (aeracija vode pri samom dnu).

4. Razraditi mogućnost povećanog protoka vode rijeke Bosut (poglavito za sušnog razdoblja) upumpavanjem vode iz rijeke Save.
5. Tamo gdje je to moguće spriječiti direktno ispuštanje otpadnih voda u rijeku Bosut.
6. Za konačno rješenje stanja vodotoka rijeke Bosut na području grada Vinkovaca, potrebno je provesti detaljna istraživanja koja bi obuhvatila sva godišnja doba, a posebno ekstremne temperature i hidrološke uvjete s naznakom na cjelokupni sastav biocenoze.

Zagreb, 14. travnja 2010.

Prof. dr. sc. Zdravko Petrincec

Tablica 1 : Rezultati analiza vodotoka Bosut i DGV**

pokazatelj	Uzorak 1. Bosut - uzvodno od Vinkovaca (drveni most na Sopotu)	Uzorak 2. Bosut - u gradu Vinkovcima (most kod hotela)	Uzorak 3. Bosut - nizvodno od Vinkovaca (preko puta cipne stanice PIK - a Vinkovci; nizvodno od Uredaja)	DGV**
datum i vrijeme uzorkovanja	09.01.2010. u 16 ⁰⁵	09.01.2010. u 16 ¹⁵	09.01.2010. u 16 ³⁰	
hidrometeorološke prilike	oblačno	oblačno	oblačno	
vidljiva otpadna tvar	ne	ne	ne	
boja	zeleno - smeđa	zeleno - smeđa	cmo - smeđa	
miris	ne	ne	ne	
temperatura zraka °C	8,5	8,5	8,0	
temperatura vode °C	4,0	5,0	5,0	6,3 - 6,0 9,0 - 9,3
pH vrijednost	8,01	8,03	7,91	
Karbonati (mg CaCO ₃ / l)	0,0	0,0	0,0	
Bikarbonati (mg CaCO ₃ / l)	341,81	317,04	292,27	700 - 1000
električna vodljivost (µScm ⁻¹)	823	777	758	6 - 4
otopljeni kisik (mgO ₂ / l)	8,43	1,73	1,73	8 - 15
KPK - Mn (mgO ₂ / l)	10,28	13,49	30,56	
KPK - Cr (mgO ₂ / l)	44,72	77,24	105,69	4 - 8
BPKs (mgO ₂ / l)	6,68	9,96	27,31	0,25 - 0,60
Amonij (mg N / l)	4,576	4,324	3,641	0,03 - 0,10
Nitriti (mg N / l)	0,082	0,022	0,019	1,5 - 4,0
Nitriti (mg N / l)	2,547	1,037	0,550	3,0 - 10,0
Ukupni dušik (mg N / l)	8,638	6,928	5,369	0,25 - 0,60
Ukupni fosfor (mg P / l)	0,428	0,517	0,564	
Ukupna suspendirana tvar (mg / l)	16,4	23,6	22,8	

DGV** Dopusitene granične vrijednosti pokazatelja za vrstu voda prema zakonskim propisima

1.2.

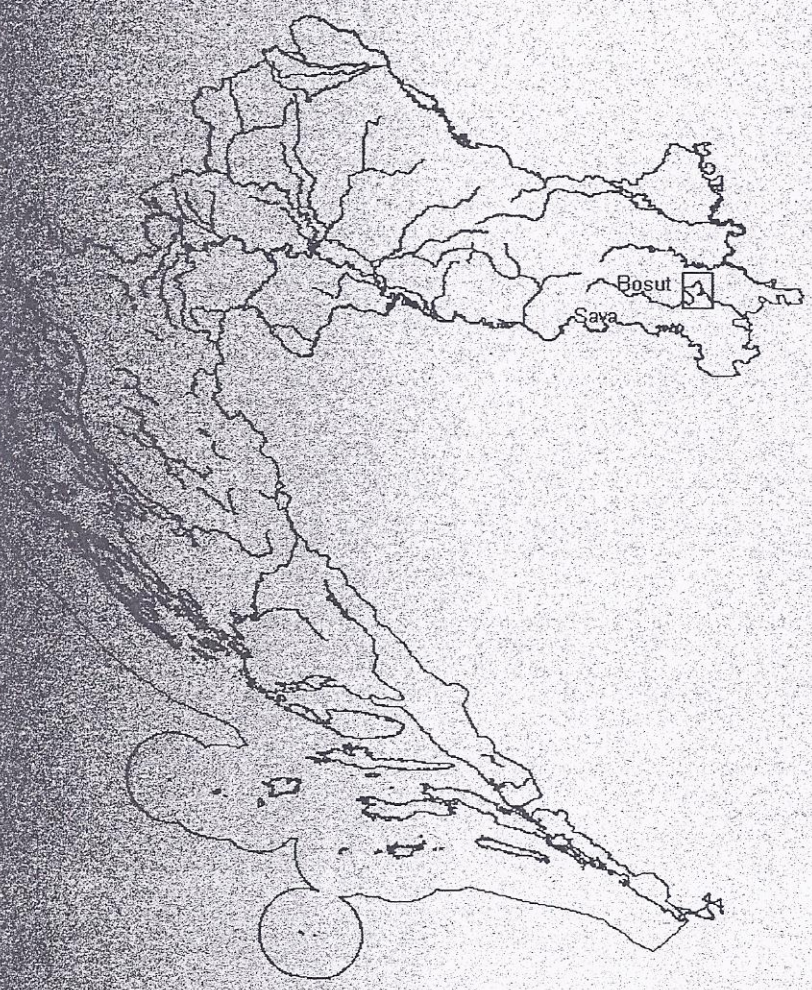
20.1.2010.

1.3.

**VETERINARSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZA BIOLOGIJU I PATOLOGIJU RIBA I PČELA**

**POSREDOVAČKA STUDIJA RIJEKE BOSUT NA
PROSTORU GRADA VINKOVACA**

POSREDOVAČ: HRVATSKE VODE ZAGREB

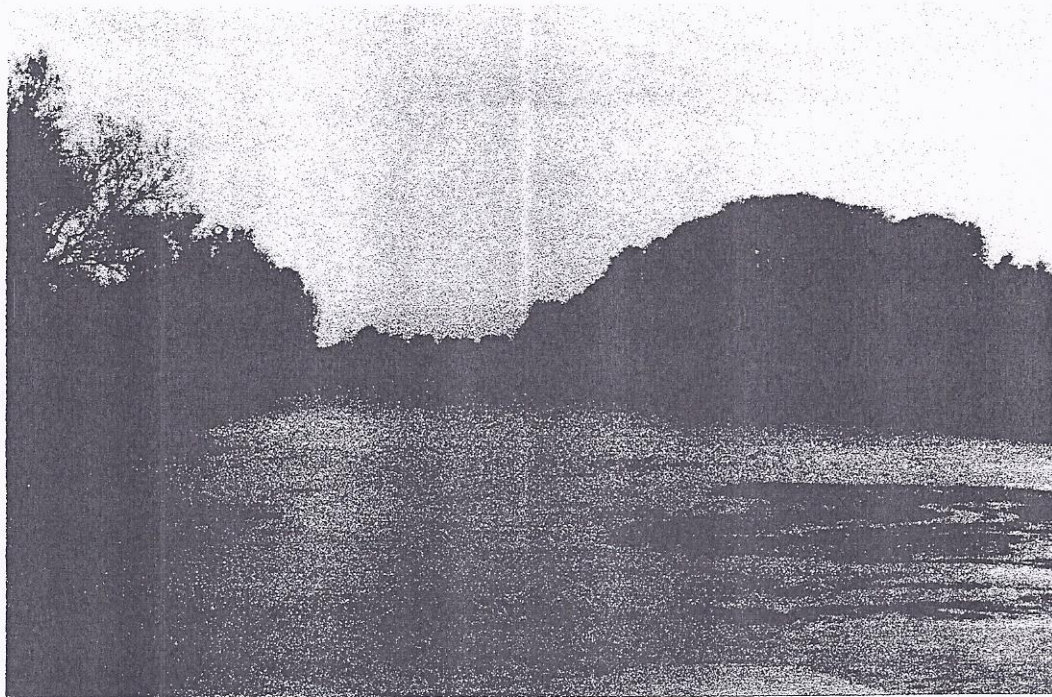


Zagreb, 1999.

**VETERINARSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA BIOLOGIJU I PATOLOGIJU RIBA I PČELA**

**EKOLOŠKA STUDIJA RIJEKE BOSUT
NA PODRUČJU GRADA VINKOVACA**

INVESTITOR: HRVATSKE VODE ZAGREB



VODITELJ STUDIJE: PROF.DR.SC. ZDRAVKO PETRINEC

SURADNICI: Prof.dr.sc. Milorad Mrakovčić

Prof.dr.sc. Mladen Kerovec

Prof.dr.sc. Emil Srebočan

Prof.dr.sc. Jelena Pompe-Gotal

Doc.dr.sc. Anđelka Plenković-Moraj

Dr.sc. Ivančica Ternjej

Dr.sc. Zlatko Mihaljević

Mr.sc. Jasna Razlog-Grlica

Mr.sc. Daniela Schneider

Zagreb, 1999.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Geografski položaj	1
2. OSNOVNI FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI, POKAZATELJI KAKVOĆE VODE U RIJECI BOSUT	5
2.1. Materijal i metode	5
2.2. Rezultati	5
2.3. Zaključci	11
3. BIOCENOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	12
3.1. Kvalitativna i kvantitativna struktura fitoplanktona	12
3.1.1. Materijal i metode	12
3.1.2. Rezultati	12
3.2. Kvalitativna i kvantitativna struktura zooplanktona	21
3.2.1. Materijali i metode	21
3.2.2. Rezultati	22
3.2.3. Zaključci	31
3.3. Kvalitativna i kvantitativna struktura zoobentosa	32
3.3.1. Materijal i metode	33
3.3.2. Rezultati	33
3.3.3. Zaključci	35
4. POKROVNOST I RAZNOLIKOST ZAJEDNICE MAKROFITA	39
4.1. Materijal i metode	39
4.2. Rezultati	41
4.2.1. Popis vrsta	41
4.2.2. Ekološka klasifikacija biljaka	41
4.2.3. Zastupljenost vrsta po postajama i učestalost	42
4.2.4. Pokrovnost biljaka	43
4.2.5. Biomasa	43
4.3. Zaključci	45
5. IHTIOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	46
5.1. Kvalitativni sastav ribljeg fonda	46
5.2. Kvantitativni sastav ribljeg fonda	48
5.3. Ihtioprodukcija	50
5.4. Obilježja ključnih vrsta riba na području istraživanja	51
5.5. Struktura zajednice riba i njeni utjecaji na kakvoću vode	54
5.6. Mjere za stvaranje optimalne ihtiostrukture u hidrosistemu	56
5.7. Poribljavanje vodotoka Bosut	57
6. TOKSIKOLOŠKI PARAMETRI	72
6.1. Rasprava i zaključci	72
7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	73
7.1. Fizikalno-kemijska obilježja	74
7.2. Kakvoća vode temeljem biocenološke analize	76
7.3. Kakvoća vode temeljem rezultata ihtioloških istraživanja	80
8. PRIJEDLOG MJERA ZA POBOLJŠANJE KAKVOĆE VODE I STUPNJA TROFIJE RIJEKE BOSUT NA PODRUČJU VINKOVACA	82
8.1. Mjere za trajno očuvanje poželjne ihtiostrukture	82
8.2. Vrste i opseg znanstvenih praćenja koja je potrebno provoditi na području Bosuta	82
9. ZAKLJUČCI I PREPORUKE	83

1. UVOD

1.1. Geografski položaj

Vinkovci i rijeka Bosut nalaze se u najizrazitijoj nizinskoj regiji istočne Hrvatske. U zapadnom dijelu vijenac gora zatvara Požešku kotlinu, sužavajući na uski pojas prisavsku i pridravsku nizinu. Prema istoku, rubne se nizine proširuju i spajaju u jednoličnu Istočnohrvatsku ravnicu (Sić, 1975).

Bosutska nizina, u kojoj su smješteni grad Vinkovci i rijeka Bosut, prirodno je dobro omeđen i izdvojen dio Istočnohrvatske ravnice. To je niski, močvarama prošarani i znatnim dijelom šumama bogat kraj. Najvlažnije i povremeno poplavljene su središnje udubine, prema kojima je usmjeren i čitav vodni sustav Biđa - Bosuta.

Ravničarski krajevi uz Savu, Dravu i Dunav i njihove pritoke pokriveni su recentnim naplavinama i debelim nanosima kvartarne starosti. Tu nalazimo sedimentni kompleks vrlo širokog raspona postanka. Vodene prilike u toliko litološki različitim stijenama podložne su velikim oscilacijama. Prvi vodonosni sloj najčešće nije pogodan za piće, pa se za potrebe opskrbe stanovništva vodom redovito iskorištavaju dublji slojevi.

Bosutska nizina sastavljena je isključivo od mladih kvartarnih sedimenta. Među njima su najraširenije naslage močvarnog i pretaložnog prapora, obično dosta glinovite, a ponekad i pjeskovite, koje nalazimo duž toka Bosuta i južnije na obalama Save.

U razvijenoj mreži tekućica na ovom prostoru najvažniji je Bosut, koji s najvećim pritokom Biđom ima dužinu 186 km i porječje od 3 025 km², što znatno premašuje površinu nizine. Biđ-Bosut, a isto tako i ostali važni tokovi poput Berave, Studve i Spačve imaju mali pad te vijugav i plitak tok, što je pogodovalo njihovom izlivanju za visokih voda i stvaranju prirodnih rastoka. Glavninu voda Biđ-Bosut nekada je izvorno primao od gorskih tokova s Dilja, a pritjecale su mu i vode Save koja je akumulacijom izdigla korito, što je utjecalo na povremeno izlivanje i stalno infiltriranje njezinih voda u zaobalje. Izgradnjom savskih nasipa, osobito tijekom druge polovice 19. st. i prve polovice 20. st., prestale su izravne poplave Save, ali su i nakon toga sezonski plavljene unutrašnje udoline, osobito za istovremenih visokih vodostaja Save i Bosuta, kada je dolazilo do uspora bosutskih voda. Taj je problem najvećim dijelom riješen uređenjem brane i crpne stanice na ušću Bosuta (1934. god.) koja je pojačana poslije drugog svjetskog rata te izgradnjom tzv. lateralnog kanala kojim su diljski pritoci Biđ-Bosuta najkraćim putem skrenuti prema Savi. Nakon tih radova poplavnost unutrašnjih dijelova kraja osjetno je smanjena. Vodozaštitnim zahvatima znatnije

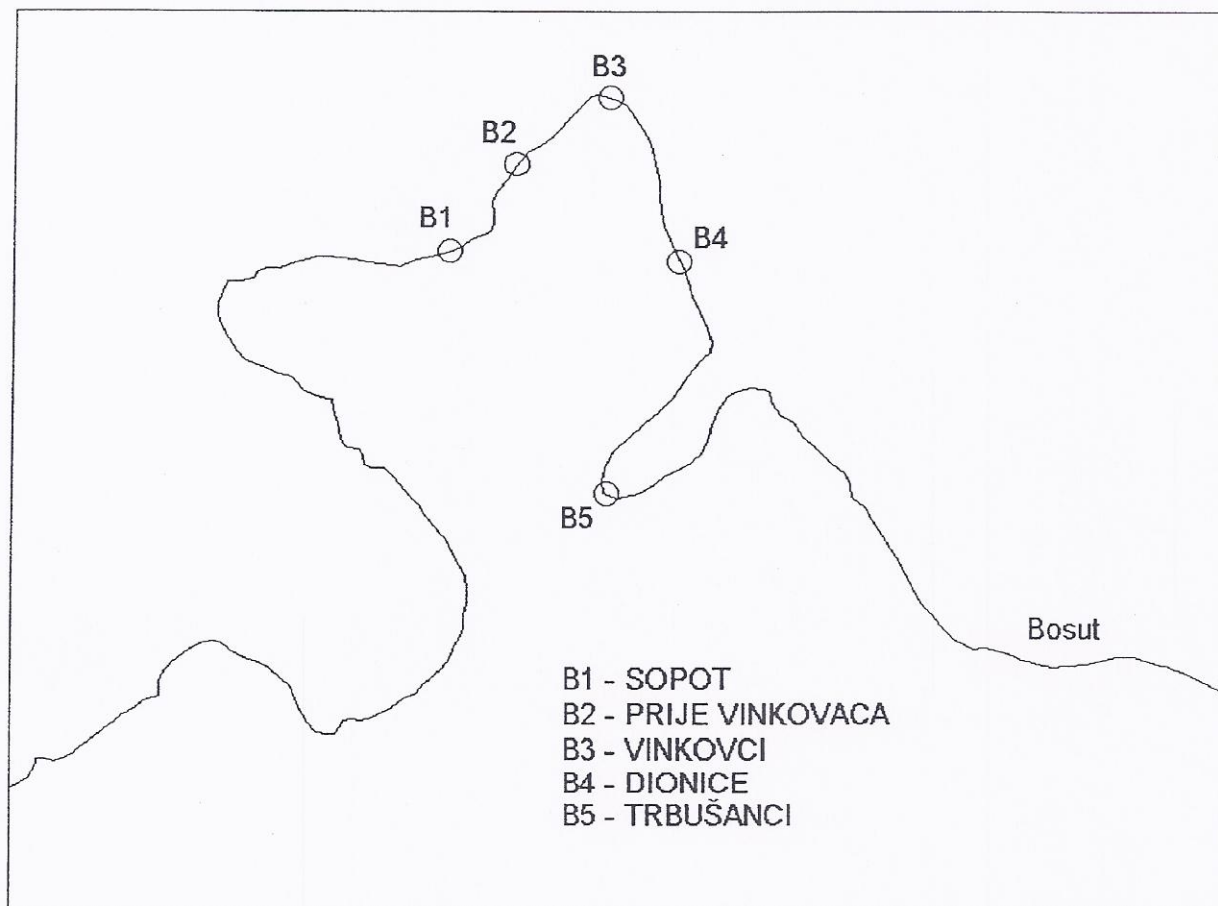
su izmijenjeni raniji nepovoljni odnosi, ali je i dalje ostao neriješen problem kompleksnog iskorištavanja voda. Opskrba vodom za piće u tom je kraju uvijek bila problem pa su se mnogo kopali arteški bunari.

Danas je sve veći problem doći do dovoljnih količina industrijskih voda, prvenstveno za potrebe Vinkovaca. Taj je problem djelomično riješen izgradnjom brane na Bosutu (1953. god.) nizvodno od Vinkovaca. Zbog kontinentalnog pluvijalnog režima i jakog ishlapljivanja, ljeti je u Bosutu uvijek bilo malo vode, a izgradnjom latelarnog kanala pritjecanje se još više smanjilo. Značajni komasacijski radovi i osvajanje novih oraničnih površina jednako su istakli nužnost zaštite od podzemnih voda i potrebu natapanja.

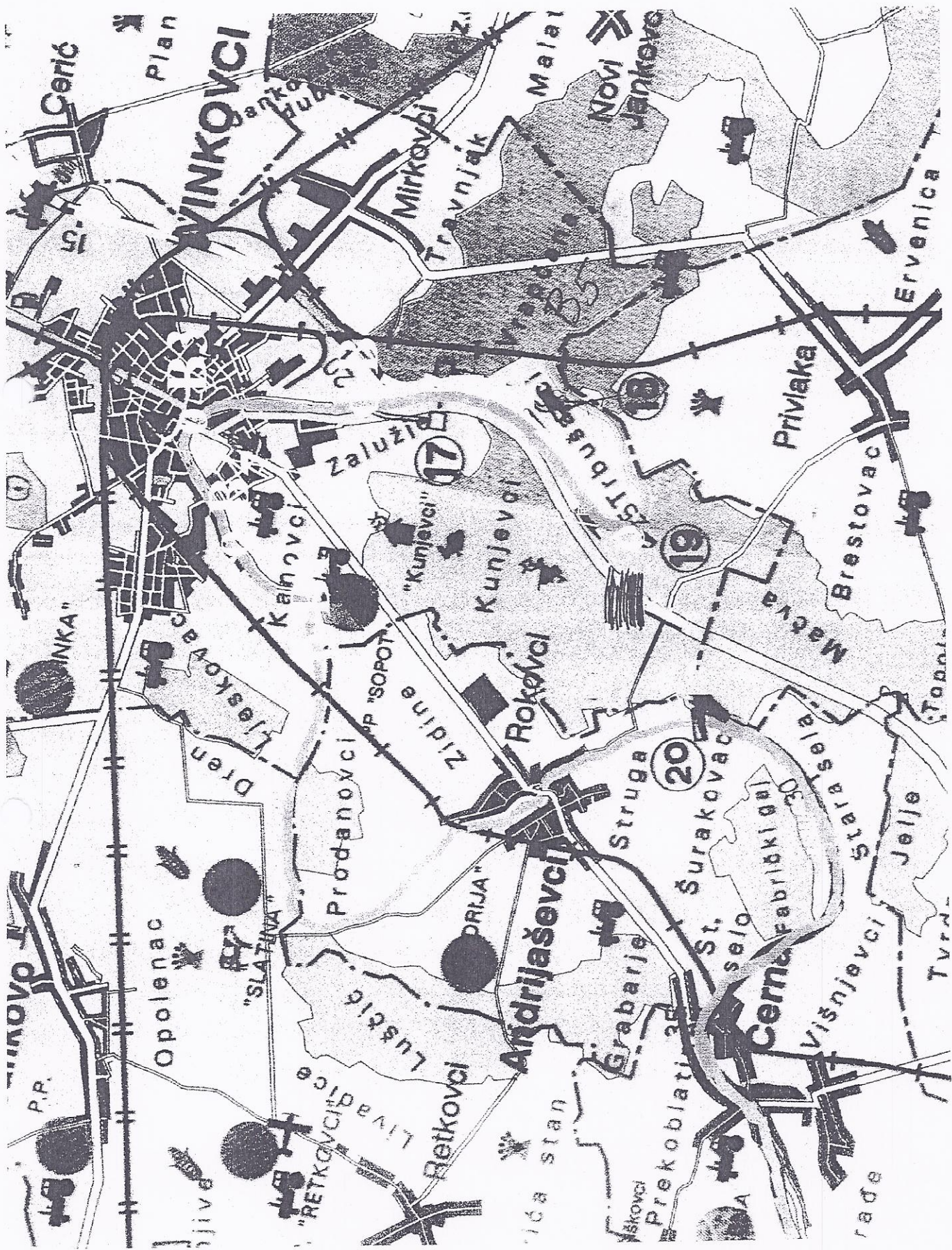
Nakon svih navedenih zahvata ovo područje je tijekom zadnjih pedesetak godina, zbog hidromelioracijskih radova, promijenilo svoju prirodnu osnovu. Grad Vinkovci, poput većine gradova, nema uređaj za pročišćavanje, nego se otpadne kanalizacijske vode izljevaju u rijeku Bosut neposredno iza grada.

U biološko-ekološkim istraživanjima vodotoka rijeke Bosut sudjelovali su i u okviru svojih specijalnosti obradili: osnovne fizikalno-kemijske parametre, pokazatelje kakvoće vode (prof.dr.sc. Mladen Kerovec, dr.sc. Ivančica Ternjej), kvantitativnu i kvalitativnu strukturu fitoplanktona (doc.dr. Anđelka Plenković-Moraj), kvantitativnu i kvalitativnu strukturu zooplanktona (dr.sc. Ivančica Ternjej), kvantitativnu i kvalitativnu strukturu zoobentosa (dr.sc. Zlatko Mihaljević), pokrovnost i raznolikost makrofita (mr.sc. Jasna Razlog-Grlica), te ihtioprodukciju (prof.dr.sc. Milorad Mrakovčić i mr.sc. Daniela Schneider).

Terenska istraživanja na rijeci Bosut provedena su tijekom listopada i studenog 1999.g. na pet postaja. Postaja B1 smještena je u području Sopota, prije ulaza rijeke Bosut u Vinkovce. Postaje B2, B3 i B4 nalaze se na području grada Vinkovaca i to redom na ulazu u grad, u središtu grada ispred hotela Slavonija te na izlazu iz grada u području zvanom Dionice. U području Trbušanci, neposredno kod brane oštećene u Domovinskom ratu, smještena je postaja B5.



Raspored istraživanih postaja na rijeci Bosut



Slika 1: Raspored istraživanja postaja na rijeci Bosut

2. OSNOVNI FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI, POKAZATELJI KAKVOĆE VODE U RIJECI BOSUT

2.1. Materijal i metode

U okviru istraživanja fizikalno-kemijskih svojstava vode rijeke Bosut na terenu su mjereni slijedeći parametri: količina kisika u vodi, zasićenje kisikom i temperatura (oksimetrom), pH vrijednost (pH-metrom), ukupno otopljene soli i elektroprovodljivost (konduktometrom). Ostala svojstva vode određivana su u laboratoriju. Analize dušikovih spojeva (NH_4 , NO_2 , NO_3) i fosfora (P) provedene su standardnim metodama pomoću fotometra. Biološka potrošnja kisika u pet dana (BPK_5) mjerena je također u laboratoriju na 20°C . Količina klorofila α mjerena je spektrofotometrijski uz prethodnu ekstrakciju u alkoholu. Rezultati su prikazani u tablicama za svako od istraživanih razdoblja, a za čimbenike koji su važni za kategorizaciju kakvoće voda izračunate su srednje vrijednosti oba mjerenja.

2.2. Rezultati

Bosut je u čitavom svom toku, troma i spora rijeka plitkog i relativno širokog korita. Prema prethodnim istraživanjima (Tedeschi i sur. 1997) kakvoća vode Bosuta je pod utjecajem otpadnih voda naselja i industrijskih postrojenja, koje se direktno, bez prethodne obrade, upuštaju u vodotok, otpadaka iz šuma na području sliva i voda što se slijevaju s obradivih oraničnih površina na kojima se primjenjuju suvremene agrotehničke mjere.

Obale Bosuta obrasle su vrbom i amorfom, dok je u vodi razvijena podvodna vegetacija i alge. Tijekom naših istraživanja u listopadu, na površini vode u ogromnoj je količini bila prisutna vodena leća. Voda je bila smeđe boje. Fizikalno-kemijski parametri mjereni tijekom listopada i studenog 1999. prikazani su u tablicama 1 i 2.

Tablica 1: Fizikalno-kemijski parametri iz listopada 1999.

	B1	B2	B3	B4	B5
kisik (mg/l)	6,20	5,70	12,30	13,70	8,30
zasićenje kisikom (%)	62,00	60,00	129,00	145,00	83,00
temperatura (°C)	15,80	17,90	17,70	18,00	15,80
pH	8,22	8,08	8,40	8,31	7,90
otopljene soli (mg/l)	295,00	291,00	325,00	295,00	335,00
provodljivost (μS/cm)	539,00	561,00	627,00	561,00	612,00
NH ₄ (mg N/l) <i>amonijak</i>	0,53	0,57	0,32	10,00	0,34
NO ₂ (mg N/l) <i>nitrit</i>	0,10	0,13	0,10	0,20	0,12
NO ₃ (mg N/l) <i>nitrat</i>	1,80	8,00	4,50	0,40	4,80
P (mg/l)	0,33	0,41	0,52	0,99	1,20
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	35,00	15,00	40,00	25,00	50,00
Klorofil a (μg/l)	10,96	8,22	6,50	27,40	24,90

Tablica 2: Fizikalno-kemijski parametri vode iz studenog 1999.

	B1	B2	B3	B4	B5
kisik (mg/l)	6,50	6,80	7,30	5,80	8,50
zasićenje kisikom (%)	50,00	52,00	55,00	44,00	66,00
temperatura (°C)	3,90	3,60	3,40	3,90	3,90
pH	8,00	8,02	8,10	8,15	8,00
otopljene soli (mg/l)	341,00	343,00	336,00	349,00	311,00
provodljivost (μS/cm)	449,00	446,00	435,00	459,00	409,00
NH ₄ (mg N/l)	0,49	6,30	8,90	9,41	0,09
NO ₂ (mg N/l)	0,13	0,52	0,19	0,13	0,13
NO ₃ (mg N/l)	7,04	1,49	0,35	0,92	6,86
P (mg/l)	0,26	0,68	1,19	1,08	0,25
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	10,00	10,00	5,00	10,00	0,00
Klorofil a (μg/l)	1,09	0,54	1,64	0,82	1,20

SOPOT - B1

PRIJE VINKOVACA - B2

VINKOVCI - B3

DIONICE - B4

TRBUŠANCI - B5

Tijekom listopada koncentracija kisika u vodi i zasićenje kisikom na pojedinim postajama vrlo variraju. Ispred Vinkovaca zasićenje iznosi oko 60%, a u Vinkovcima i nepodredno iza njih utvrđeno je stanje hipersaturacije (129% i 145%). Ovako visoka saturacija može jedino biti posljedica velike količine podvodne vegetacije i fitoplanktona koji tijekom dana u procesu fotosinteze u vodu oslobađaju kisik. O produkciji fitoplanktona

govori nam koncentracija klorofila α , koja se kreće od 6,5 – 27,4 $\mu\text{g/l}$. Međutim, velika količina biljaka u vodi može tijekom noći izazvati upravo suprotno: noću životinje i biljke dišu i troše kisik, a ako ima mnogo biljaka, može nastupiti nestašica kisika, što izaziva pomor nekih vodenih životinja (primjerice riba ili životinja dna). Velika količina organske tvari u vodi (odumrlih biljnih i životinjskih ostataka) može također izazvati nestašice kisika, budući da je za razgradnju organskih tvari potreban upravo taj biogeni plin. Iz tablice 1 vidljivo je da je količina organskih tvari u vodi vrlo velika na svim postajama: BPK₅ je između 15 i 50 mg O₂/l. Prethodna istraživanja potvrđuju ove pretpostavke.

Prema studiji iz 1997. (Tedeschi i sur. 1997), rezultati kemijskih analiza pokazuju velike varijacije u koncentraciji otopljenog kisika: uzvodno od Vinkovaca od 1,8 do 15,5 mg/l, a nizvodno od 0,9 do 16,3 mg/l. U razdoblju kada koncentracija otopljenog kisika padne na minimum, u vodi je velika koncentracija organske tvari, amonijaka i suspendiranih čestica. Maksimalne izmjerene vrijednosti BPK₅ (biološka potrošnja kisika nakon pet dana) bile su 15,5 uzvodno i 158 mg O₂/l nizvodno, a amonijaka 2,61 i 13,1 mg N/l.

Tijekom naših istraživanja na postajama prije Vinkovaca (B1 i B2), te u Vinkovcima B3, količine amonijaka su relativno male, dok je koncentracija nitrata velika. Na tom dijelu toka dušikovi spojevi potpuno su razgrađeni. Međutim, na postaji B4 situacija je upravo suprotna: koncentracija amonijaka je velika, što pokazuje da je razgradnja organskih spojeva koji sadrže dušik ograničena malom količinom kisika. Dobiveni rezultati najvjerojatnije su posljedica ispuštanja većih količina otpadnih voda gradskog kolektora i industrije, te slijevanja voda s obradivih površina. Bosut nizvodno od Vinkovaca recipijent je otpadnih voda grada i industrijskih postrojenja, koje se direktno, bez pročišćavanja, upuštaju u vodotok. Valja napomenuti da je ovakvo loše stanje dodatno potaknuto malim protokom vode.

Tijekom studenog stanje u istraživanom dijelu toka Bosuta također je loše. Zasićenje kisikom manje je nego u listopadu, iako su temperature vode znatno niže. Koncentracije amonijaka povećale su se neposredno ispred i iza Vinkovaca, ali i u samim Vinkovcima. Primarna produkcija je smanjena (koncentracija klorofila manja od $2\mu\text{g/l}$), ali je količina organskih tvari, iskazana kao BPK₅, još uvijek velika. Može se pretpostaviti da je na tom dijelu toka razgradnja limitirana niskom temperaturom, a oksidacija dušikovih spojeva nedostatnom količinom kisika. Na postaji B5, iako se nalazi nizvodno od Vinkovaca, stanje je nešto bolje. Koncentracija kisika je veća, elektroprovodljivost, ukupna količina soli, te koncentracija amonijaka i fosfora su manje, dok je količina organskih tvari na analitičkoj nuli. Ovakve vrijednosti mogu se pripisati "ispiranju", uzrokovanom većim protokom vode na toj postaji tijekom studenog.

Granične vrijednosti fizikalno-kemijskih i bioloških parametara prema "Uredbi o klasifikaciji voda" ("Narodne novine", broj 77/98) prikazani su u tablicama 3 i 4.

TABLICA 3

POKAZATELJI	OLIGOTROFNO	MEZOTROFNO	UMJERENO EUTROFNO	EUTROFNO	HIPERTROFNO
Prozirnost (m)	>5	1-5	0,5-1	<0,5	<0,5
Klorofil <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)	<2,5	2,5-10	10-30	>30	*
Gustoća mrežnog fitoplanktona (stanica/l)	< 10^4	10^4 - 10^6	10^6 - 10^7	> 10^7	*
Ukupni fosfor (mg P/l)	<0,01	0,01-0,04	0,04-0,1	>0,1	>0,1

TABLICA 4.

SKUPINE POKAZATELJA	POKAZATELJI mjerna jedinica	I	II	III	IV	V
		VRSTA	VRSTA	VRSTA	VRSTA	VRSTA
FIZIKALNO- KEMIJSKI A	pH	8,5-6,5	6,5-6,3 8,5-9,0	6,3-6,0 9,0-9,3	6,0-5,3 9,3-9,5	<5,3 >9,5
	Alkalitet* mg CaCO ₃ /l	>200	200-100	100-20	20-10	<10
	Elektrovodljivost μS/cm	<500	500-700	700-1000	1000-2000	>2000
REŽIM KISIKA B	Otopljeni kisik** mg O ₂ /l	>7	7-6	6-4	4-3	<3
	Zasićenje kisikom*** %					
	tekućice	80-110	70-80 110-120	50-70 120-140	20-50 140-150	<20 >150
	Stajaćice (epilimij)	90-110	70-90 110-120	50-70 120-130	30-50 130-150	<30 >150
	stajaćice (hipolimij)	90-70	70-50	50-30	30-10	<10
	KPK - Mn mg O ₂ /l	<4	4-8	8-15	15-30	>30
BPK ₅ mg O ₂ /l	<2	2-4	4-8	8-15	>15	
HRANJIVE TVARI C	Amonij mg N/l	<0,10	0,10-0,25	0,25-0,60	0,60-1,50	>1,50
	Nitriti mg N/l	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,20	>0,20
	Nitrati mg N/l**	<0,5	0,5-1,5	1,5-4,0	4,0-10,0	>10,0
	Ukupni dušik mg N/l	<1,0	1,0-3,0	3,0-10,0	10,0-20,0	>20,0
	Ukupni fosfor mg P/l					
tekućice	<0,10	0,10-0,25	0,25-0,60	0,60-1,5	>1,5	
stajaćice	<0,01	0,01-0,025	0,025-0,06	0,06-0,15	>0,15	
MIKROBIOLOŠKI D	Broj koliformnih bak. UK/l	<5x10 ²	5x10 ² - 5x10 ³	5x10 ³ - 10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶	>10 ⁶
	Broj fekalnih koliforma FK/l	<2x10 ²	2x10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
	Broj aerobnih bakterija BK/ml	<10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁵ - 7,5x10 ⁵	>7,5x10 ⁵
BIOLOŠKI E	P-B indeks saprobnosti (S)**	1,0-1,8	1,8-2,3	2,3-2,7	2,7-3,2	3,2-4,0
	Biotički indeks**	<10	8-9	6-7	4-5	>4
	Stupanj trofije**	Oligotrofno	mezotrofno	Umjereno eutrofno	eutrofno	hipertrofno

OPASKA

Mjerodavne vrijednosti pokazatelja koja je na granici dopuštene vrijednosti za određenu vrstu vode pripisuje se lošijoj vrsti vode

* ne odnosi se na krške vode

** ne odnosi se na podzemne vode

Pokazatelji u zatamnjanim redovima će se obvezno ispitivati nakon 2000. godine.

Na temelju tih vrijednosti napravljena je i kategorizacija istraživnog dijela toka Bosuta. Za procjenu su uzete u obzir srednje vrijednosti mjerenja u listopadu i studenom, koje su prikazane u tablici 5. U tablicama 6 i 7 prikazana je kategorizacija na temelju stvarnih vrijednosti izmjerenih u listopadu i studenom.

Tablica 5. Kategorizacija na temelju medijanskih vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara vode

	B1	B2	B3	B4	B5
kisik (mg/l)	6,35 II	6,25 II	9,80 I	9,75 I	8,40 I
zasićenje kisikom (%)	56,00 III	56,00 III	92,00 I	94,50 I	74,50 II
PH	8,11 I	8,05 I	8,25 I	8,23 I	7,95 I
Provodljivost (μ S/cm)	494,00 I	503,50 II	531,00 II	510,00 II	510,50 II
NH ₄ (mg N/l)	0,51 III	3,44 V	4,61 V	9,71 V	0,22 II
NO ₂ (mg N/l)	0,12 IV	0,33 V	0,15 IV	0,17 IV	0,13 IV
NO ₃ (mg N/l)	4,42 IV	4,75 IV	2,43 III	0,66 II	5,83 IV
P (mg/l)	0,30 III	0,55 III	0,86 IV	1,04 IV	0,73 IV
BPK ₅ (mg/l)	22,50 V	12,50 IV	22,50 V	17,50 V	25,00 V
Klorofil a (μ g/l)	6,03 II	4,38 II	4,07 II	14,11 III	13,05 III

Tablica 6: Kakvoća vode u listopadu 1999.

	B1	B2	B3	B4	B5
kisik (mg/l)	II	II	I	I	I
zasićenje kisikom (%)	III	III	III	IV	I
PH	I	I	I	I	I
Provodljivost (μ S/cm)	II	II	II	II	II
NH ₄ (mg N/l)	IV	IV	III	V	III
NO ₂ (mg N/l)	IV	IV	IV	V	IV
NO ₃ (mg N/l)	III	IV	IV	I	IV
P (mg/l)	II	II	II	IV	IV
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	V	V	V	V	V
Klorofil a (μ g/l)	III	II	II	III	III

Tablica 7: Kakvoća vode u studenom 1999.

	B1	B2	B3	B4	B5
Kisik (mg/l)	II	II	I	IV	I
Zasićenje kisikom (%)	IV	III	III	IV	III
PH	I	I	I	I	I
Provodljivost (uS/cm)	I	I	I	I	I
NH ₄ (mg N/l)	III	V	V	V	I
NO ₂ (mg N/l)	IV	V	IV	VI	IV
NO ₃ (mg N/l)	IV	II	I	II	IV
P (mg/l)	III	IV	IV	IV	III
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	IV	IV	III	IV	IV
Klorofil a (ug/l)	I	I	I	I	I

2.3. Zaključci

1. Duž cijelog dijela istraživanog toka Bosuta izmjerene vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara ukazuju na vrlo visok stupanj trofije.
2. Postaja B2 (prije Vinkovaca), B3 (Vinkovci) i B4 (ispod Vinkovaca) imaju lošiju kakvoću nego B1 i B5.
3. Dobiveni rezultati najvjerojatnije su posljedica ispuštanja većih količina otpadnih voda gradskog kolektora i industrije, te slijevanja voda s obradivih površina, ali i malog protoka vode.
4. Za dobivanje potpune slike stanja ovog vodotoka, trebalo bi provesti detaljnija istraživanja, koja bi obuhvatila sve sezone, s posebnim naglaskom na ekstremne uvjete kakvi vladaju ljeti.

3. BIOCENOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

3.1. Kvalitativna i kvantitativna struktura fitoplanktona

Tijekom listopada i studenog 1999. godine na pet postaja u rijeci Bosut istražen je kvalitativni i kvantitativni sastav fitoplanktona, s ciljem utvrđivanja kakvoće vode na osnovi mikrofitita kao indikatora stupnja saprobnosti.

*saprofiti - organski, bez žive ili
drugega organizma*

3.1.1. Materijal i metode

Materijal fitoplanktona dobiven je filtriranjem 10 l riječne vode kroz planktonsku mrežicu veličine oka 25 μm . Brojanje stanica algi provedeno je u komorici s milimetarskom mrežicom površine 1 cm^2 i zapremine 0,05 ml. Uzorci su fiksirani 4% metanalom, a mikroskopska je analiza provedena u laboratoriju Botaničkog zavoda Biološkog odsjeka PMF-a.

Vrste alga određene su pomoću mikroskopa Standard 20, prema priručnicima Zabelina i sur. (1951) i Hindak i sur. (1978). Kvantitativni sastav fitoplanktona (broj stanica/l) preračunat je na osnovi izbrojenih stanica pojedinih vrsta u komorici s milimetarskom mrežicom. Saprobnostne vrijednosti indikatorskih vrsta mikrofitita, kao i indeks te stupanj saprobnosti uzorka određene su po Weglu (1983).

3.1.2. Rezultati

Provedenim su istraživanjima u planktonu determinirane ukupno 83 vrste mikrofitita. Brojem vrsta dominira skupina Chlorophyta (29). Skupina Chrysophyta zastupljena je s 21, skupina Cyanophyta s 13, a Pyrrhophyta i Euglenophyta s 10 vrsta (Tablica 1).

Redovito prisutne tijekom istraživanja na svim su postajama vrste: *Microcystis aeruginosa*, *Melosira granulata*, *M. granulata* var. *italica* i *Melosira varians*.

Tijekom mjeseca listopada (Slika 1) na postajama B1 i B2 dominira skupina Cyanophyta (25×10^3 stanica/l), na postaji B3 (Hotel) skupina Chrysophyta (41×10^3 stanica/l), na B4 (Dionica) skupina Pyrrhophyta (48×10^3 stanica/l), a na B5 (Trbušanci) Chlorophyta (6×10^3 stanica/l). Na postajama B1, B2 dominiraju *Microcystis aeruginosa* i *Microcystis flos-aquae* ($23,8-26,4 \times 10^3$ stanica/l), na postaji B3 (Hotel) *Melosira granulata* ($15,2-25,6 \times$

10³stanica/l), na B4 (Dionice) rod *Ceratium* (48,5 x 10³stanica/l), dok su na postaji B5 (Trbušanci) tijekom listopada navedeni rodovi podjednako zastupljeni, a masovno je prisutna vrsta Chlorophyta. Većim brojem jedinki (420-520 jedinki/l) ističu se vrste: *Crucigenia quadrata*, *Pediastrum boryanum*, *Chlamidomonas ambigua*, *Coleastrum microporum* i *Staurastrum planctonicum*.

Tijekom studenoga (Slika 2) na svim postajama, osim B5 (Trbušanci), dominiraju *Melosira granulata* i *M. granulata* var. *italica* (510-8,2 x 10³stanica/l). Uz navedene, na pojedinim je postajama uočena masovnija prisutnost vrsta: *Cyclotella comta* i *Golenkinia radiata* (B1), *Merismopedia punctata* i *Pediastrum simplex* (B2) te *Microcystis aeruginosa* (B3,B4,B5).

Na svim je postajama tijekom listopada, osim postaje B5 (Trbušanci), utvrđen manji broj vrsta s višom abundancijom broja jedinki nego u studenom (Slika 3). Najveći broj vrsta (70) utvrđen je tijekom listopada na postaji Trbušanci, a najmanji (16) u studenom na postaji Dionica. Najviša je abundancija broja jedinki (91,3 x 10³stanica/l) utvrđena u listopadu na postaji Dionica, a najmanja (8,6 x 10³stanica/L) na postaji B2 tijekom mjeseca studenog.

Međutim, masovnija prisutnost određenih oblika prema Järnefeltovoj (1952) pokazuje da je to vodotok s polaganijim protokom mezotrofnog tipa (*Microcystis flos-aquae*, *Peridinium cinctum*, masovnije prisutnost vrsta iz skupine Chlorophyta) s najvjerojatnijom tendencijom prelaska u eutrofni tip (*Euglena acus*, *Phacus longicauda*), naročito u vrijeme nižih vodostaja i povišenih temperatura vode.

Na dobru kakvoću vode ukazuju indeksi saprobnosti, dobiveni na osnovi indikatorskih vrsta mikrofitu utvrđenih u planktonu (Slika 3), koji se kreću u granicama od 1,9 do 2,2 (β-mezosaprobnostni stupanj), tj. voda rijeke Bosut na istraživanim dionicama tijekom listopada i studenog 1999. godine pripada II klasi boniteta.

Tablica 1: Kvalitativna i kvantitativna (broj stanica/l) zastupljenost fitoplanktona u rijeci Bosut

T A X A	s	Postaja / Datum uzorkovanja/ Broj stanica u litri								
		B1	B2	Hotel	Dionica	Trbušanci				
CYANOPHYTA										
<i>Anabaena circinalis</i>	1,6			120	210	80	310	120	360	80
<i>Anabaena spiroides</i>	1,8			80			720			
<i>Aphanizomenon flos-aque</i>	2,2				210		820		760	80
<i>Chroococcus minutus</i>	1,8	80		50		50	80		320	
<i>Lyngbya limnetica</i>	2,0					120		120	520	50
<i>Lyngbya planctonica</i>	2,0			120					310	
<i>Merismopedia punctata</i>	1,9			610		80			80	80
<i>Microcystis aeruginosa</i>	2,0	13670	210	15700	16500	2500	8750	870	1260	920
<i>Microcystis flos-aque</i>	2,0	12800	100	8100	17300	1200		750	890	510
<i>Oscillatoria limnetica</i>	1,4			520		120		80	360	120
<i>Oscillatoria planctonica</i>	2,3		210	260		80			120	80
<i>Oscillatoria tenuis</i>	2,9		120	120		320			360	
<i>Phormidium autumnale</i>	2,2		80	420		120		120		
EUGLENOPHYTA										
<i>Englena acus</i>	2,2		80	370		120		120		80
<i>Englena oblonga</i>	2,0	80		80		80				80
<i>Englena oxycaris</i>	2,5	320	80	520		50			120	
<i>Lepocinclis ovum</i>	2,7			80					80	
<i>Phacus aenigmaticus</i>	2,5	80	80	80	360	320		320		50
<i>Phacus caudatus</i>	2,2	80	80	80	80	210		120	320	50

1 nastavak tablice 1.

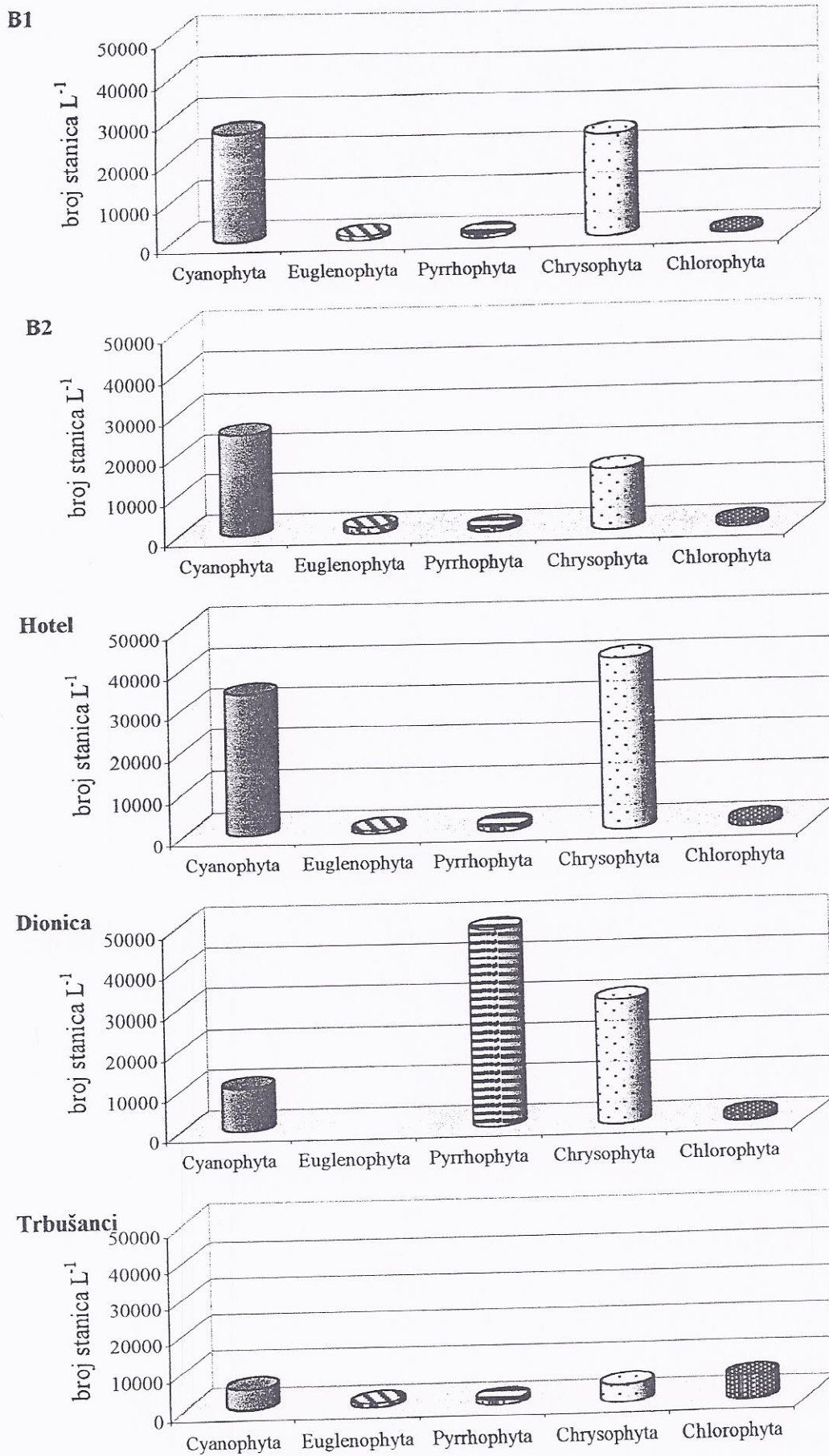
T A X A	s	Postaja / Datum uzorkovanja/ Broj stanica u litri									
		13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999
<i>Phacus longicauda</i>	2,6	210	80	320	210	320	80	420	80	80	
<i>Trachelomonas hispida</i>	2,0	80	80						80	80	
<i>Trachelomonas planctonica</i>	1,9		80	80	120	80		120		80	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	2,0		80	80	80	50			50		
PYRROPHYTA											
<i>Ceratium hirudinella</i>	1,3	80	80	80	720	120	26700	80	120	80	
<i>C. h. f. furcoides</i>	-	80	80	80	350	80	12600	80	80	80	
<i>C. h. f. gracile</i>	-				120	50	9200	50	80	80	
<i>Cryptomonas ovata</i>	2,4	80	80	80				50	80	80	
<i>Glenodinium gymnodinium</i>	1,5	210						50	320		
<i>Glenodinium sp.</i>	1,4	80	80						80	80	
<i>Gymnodinium sp.</i>	1,7	80							80		
<i>Peridinium aciculiferum</i>	1,5	80	80	210					320		
<i>Peridinium cinctum</i>	1,6	80	410	410	120	80			320		
<i>Peridinium incospicuum</i>	1,6	210	120	320	120	120			210		
CHRYSOPHYTA											
<i>Chrysophyceae</i>											
<i>Centrtractus africanus</i>	-			80		210			120	50	
<i>Malomonas acaroides</i>	1,8		120						80		
<i>Bacillariophyceae</i>											
<i>Cocconeis placentula</i>	1,6	50	510			50			80	50	
<i>Cyclotella comta</i>	1,2	250	620						210		

2 nastavak tablice 1.

T A X A	s	Postaja / Datum uzorkovanja/ Broj stanica u litri									
		13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999	13. X. 1999.	24. XI. 1999
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	2,6	80	80	50	50	50	50	50	80	80	
<i>Cyclotella stelligera</i>	1,6	20	80						80	80	
<i>Cymbella affinis</i>	1,3		120	120	120	120	120	120	80	80	
<i>Cymbella ventricosa</i>	2,0	210	120	50					120	120	
<i>Fragilaria capucina</i>	1,6				210	210	210	210	310	300	
<i>Melosira granulata</i>	2,5	18650	980	1280	25600	8260	21600	2700	1260	500	
<i>M. granulata</i> var. <i>italica</i>	2,0	5630	510	810	15200	2560	7920	1250	760	620	
<i>Melosira varians</i>	2,0	210	120	210	210	810	820	520	520	80	
<i>Navicula cryptocephala</i>	2,5		80	50			80		80		
<i>Nitzschia acicularis</i>	2,4			80					80	50	
<i>Nitzschia actinastroides</i>	2,4		50	50					120		
<i>Nitzschia hungarica</i>	2,6			50		50		50	80	50	
<i>Pinnularia gibba</i>	1,0		50	50					80		
<i>Pinnularia viridis</i>	1,7			50		50		50	80		
<i>Stephanodisus hantzschii</i>	2,7		50	50					80		
<i>Synedra acus</i>	1,7			50				120	120		
<i>Synedra ulna</i>	2,0		120	120		210		80	120		
CHLOROPHYTA											
<i>Actinastrum hantzschii</i>	2,3			50		120			320	120	
<i>Chlamydomonas ambigua</i>	1,7		120	80					420		
<i>Chlamydomonas globosa</i>	1,9		120	120				50	80	80	
<i>Chlamydomonas simplex</i>	2,8		120	120					80		
<i>Chlorella</i> sp.	3,0			50		50			210		

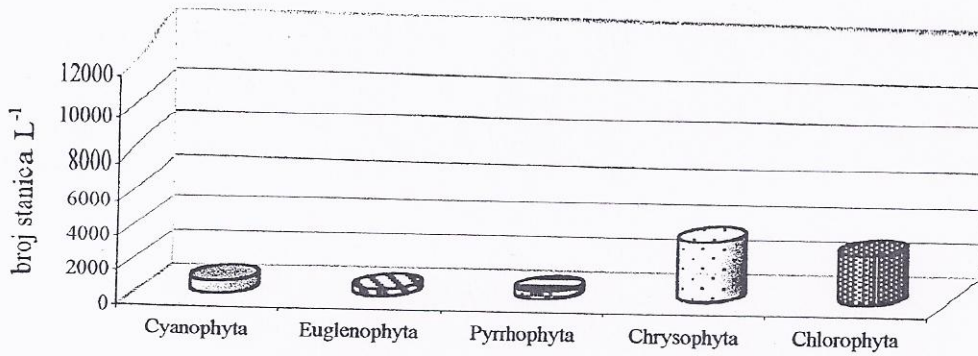
3 nastavak tablice 1.

T A X A	s	Postaja / Datum uzorkovanja/ Broj stanica u litri									
		13. X. 1999.	24. XI. 1999.	13. X. 1999.	24. XI. 1999.	13. X. 1999.	24. XI. 1999.	13. X. 1999.	24. XI. 1999.	13. X. 1999.	24. XI. 1999.
<i>Closteriopsis longissima</i>	3,0	120	80	120	120	120	80	120	80	120	50
<i>Closterium limneticum</i>	1,8		120							120	
<i>Coelastrum astroidesum</i>	2,0	80	80		320		320		320	210	80
<i>Coelastrum microporum</i>	2,1		310		120		210		420		
<i>Coenococcus planctonicus</i>	-	50	120		120		120		360		
<i>Cosmarium reniflore</i>	1,0		80						80		80
<i>Crucigenia quadrata</i>	-	80	80						520		120
<i>Crucigenia rectangularis</i>	-	80	80						320		80
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	2,1		120						120		80
<i>Didymocystis planctonica</i>	2,1	80	80						320		
<i>Golenkinia radiata</i>	1,9	620	120						120		80
<i>Kirchneriella irregularis</i>	1,8	120	120		80		80		120		80
<i>Pediastrum boryanum</i>	1,9	120	80		80				520		
<i>Pediastrum duplex</i>	2,4	120	120		320		120	460	320		
<i>Pediastrum symplex</i>	1,5	80	80		410		120	320	120		
<i>Phacotus lenticularis</i>	1,8		80		80				80		80
<i>Radicoccus nimbatus</i>	-		320		80		120		320		120
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2,2	210	50		120		80		80		80
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	2,0	80	50		80				120		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	2,1	80	120		210		50				
<i>Schroederia setigera</i>	1,9	320	320		320		120		80		320
<i>Staurastrum planctonicum</i>	1,9	120	120		80		120		460		
<i>Tetraedron caudatum</i>	1,9	50	50		80		80		80		
<i>Ulothrix subtilissima</i>	2,0		120		120		810		210		120

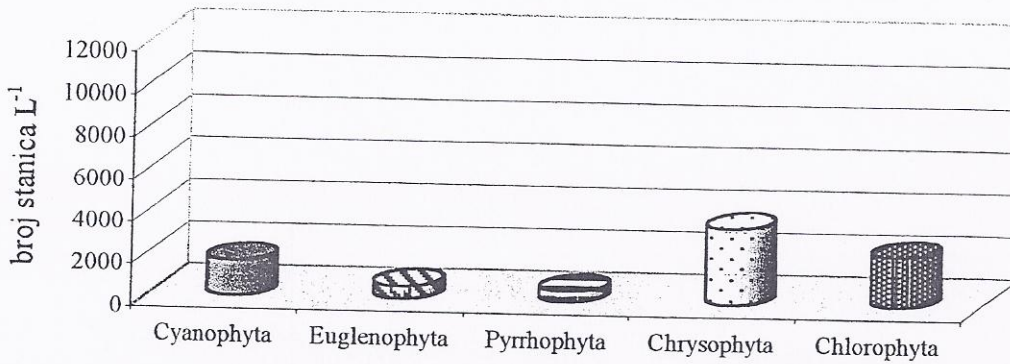


Slika 1: Ukupan broj stanica (L) fitoplanktona na istraživanim dionicama rijeke Bosut (listopad, 1999)

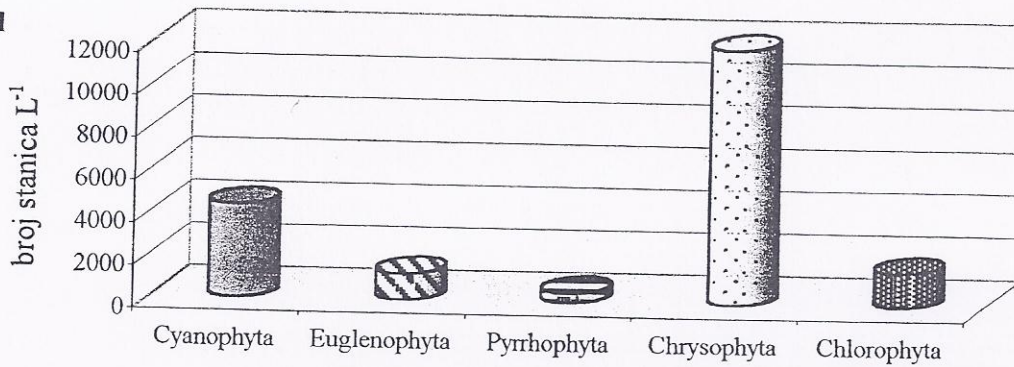
B1



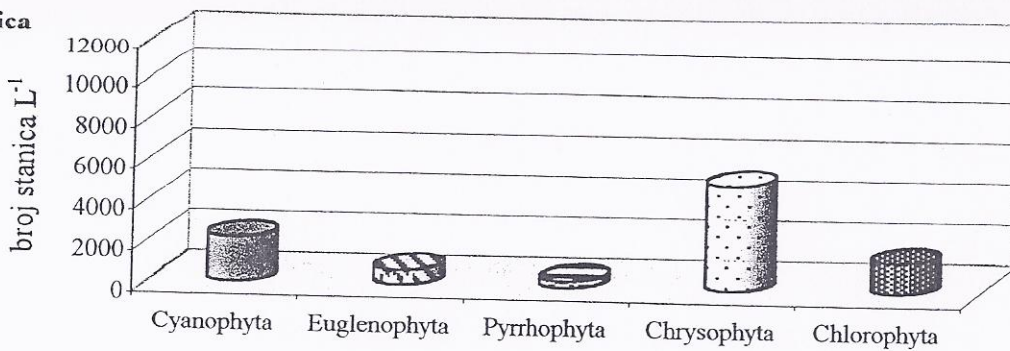
B2



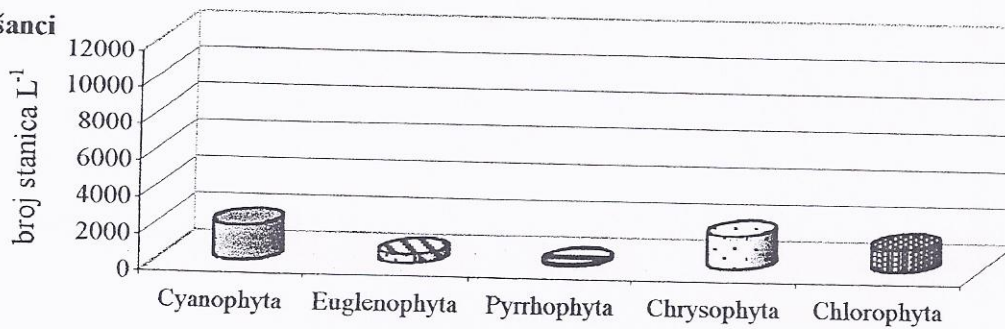
Hotel



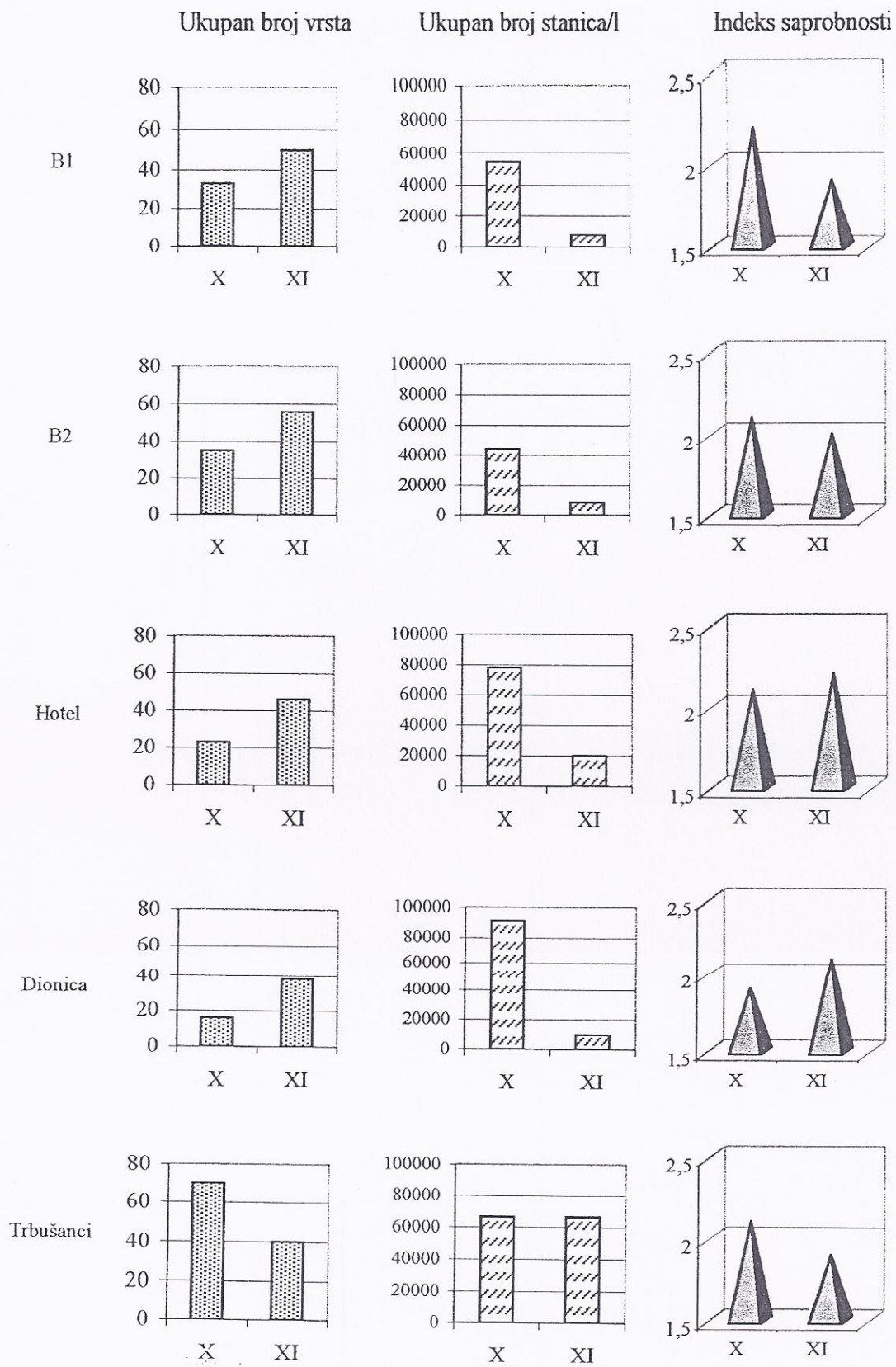
Dionica



Trbušanci



Slika 2: Ukupan broj stanica (L) fitoplanktona na istraživanim dionicama rijeke Bosut (studeni, 1999)



Slika 3. Ukupan broj vrsta, stanica po litri i indeks saprobnosti na istraživanim postajama rijeke Bosut

3.2. Kvalitativna i kvantitativna struktura zooplanktona

3.2.1. Materijali i metode

Biocenoško-ekološka istraživanja u rijeci Bosut zasnivala su se na terenskim i laboratorijskim metodama. Terenske metode podrazumijevale su sakupljanje uzoraka planktona. Uzimanje planktonskih uzoraka planirano je istodobno s uzimanjem uzoraka za fizikalno-kemijsku analizu vode. Uz pomoć crpca uzeti su uzorci vode na svakoj postaji u srednjem sloju vode. Ukupno je profiltrirano 10 litara kroz planktonsku mrežu s otvorom oka od 36 μm . Uzorci su fiksirani u 4% formaldehidu i prenijeti u laboratorij za daljnju analizu i obradu. Za određivanje kvalitativnog sastava makrozooplanktona uzimani su potezni uzorci planktona od dna do površine. Sva uzorkovanja izvršena su u razdoblju od 9 do 16 sati.

Nakon fiksacije, filtrat je koncentriran na volumen od 5 do 15 ml. Brojnost pojedinih vrsta makrozooplanktona utvrđena je potpunim prebrojavanjem uzoraka u Petrijevoj zdjelici pomoću invertnog mikroskopa. Kod manjih koncentracija makrozooplanktona pregledan je i prebrojen sadržaj cijelog uzorka, a kod velikih gustoća populacija, 1/8 do 1/2 uzorka. Za determinaciju je korištena standardna taksonomska literatura (Einsle 1993; Petkovski 1983; Kiefer 1978; Smirnov 1971; Dussart 1967; Brauer 1961; Rylov 1935). Biomasa makrozooplanktona određena je pomoću regresijskog odnosa dužine tijela i suhe biomase pojedinih vrsta, također prema literaturnim referencama (Michael i Ocourt 1981; Lawrence i sur. 1987; Bottrel i sur. 1976). Svi podaci o brojnosti pojedinih vrsta ili skupine izraženi su brojem jedinki/l, a podaci o biomasi u $\mu\text{g/l}$. Sistematizacija trofičkih kategorija napravljena je prema Karabinu (1985a, 1985b).

Sakupljanje uzoraka planktona na Bosutu odvijalo se tijekom listopada i studenog 1999. godine. Planirana biocenoška istraživanja provedena su na pet postaja: Sopot (B1), prije Vinkovaca (B2), Vinkovci (B3), Dionice (B4) i Trbušanci (B5).

Dno rijeke na svim postajama pokriveno je naslagama mulja. U obalnom području javlja se vodena vegetacija, a na površini je zastupljena zajednica slobodno plivajuće vegetacije. Protok vode tijekom listopada bio je spor, dok se u studenom na svim postajama povećao.

3.2.2. Rezultati

Istraživanja makrozooplanktona rijeke Bosut uključivala su analize kvalitativne i kvantitativne strukture makrozooplanktona te utvrđivanje stupnja trofije na temelju sastava, brojnosti i indikatorskih vrsta. Na svih pet postaja utvrđeno je ukupno osam vrsta makrozooplanktonskih oblika (Tablica 1 i 2). Četiri vrste pripadaju skupini Cladocera (rašljoticalci) i četiri skupini Copepoda (veslonošci). Raznolikost vrsta bila je veća tijekom listopada, dok je u studenom utvrđeno manje vrsta.

Tablica 1: Makrozooplankton rijeke Bosut u listopadu 1999.

vrsta	B1	B2	B3	B4	B5
<i>Daphnia galeata</i>	+		+		
<i>Moina brachiata</i>	+	+	+	+	
<i>Bosmina longirostris</i>	+	+	+	+	
<i>Chidorus sphaericus</i>		+			
Calanoida	+				
<i>Megacyclops viridis</i>	+			+	
<i>Mesocyclops leukarti</i>	+	+	+		
<i>Thermocyclops crassus</i>	+	+	+	+	
copepoditi	+	+	+	+	+
naupliji	+	+	+	+	+

Cladocera (rašljoticalci)
 Copepoda (veslonošci)

Tablica 2: Makrozooplankton rijeke Bosut u studenom 1999.

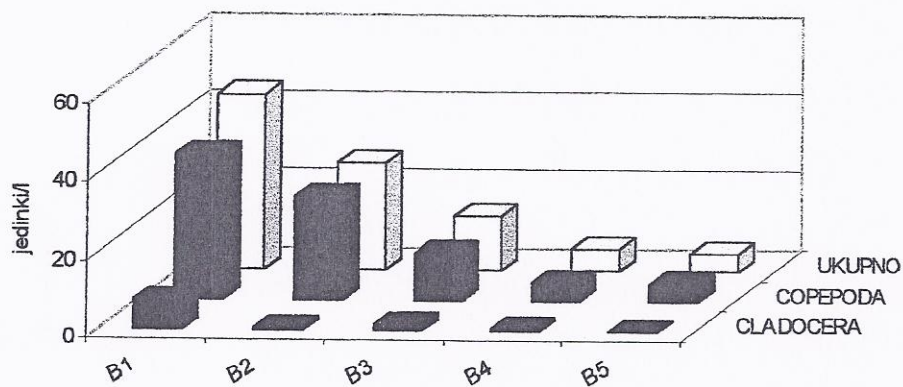
vrsta	B1	B2	B3	B4	B5
<i>Daphnia galeata</i>	+	+			+
<i>Moina brachiata</i>					
<i>Bosmina longirostris</i>	+				
<i>Chidorus sphaericus</i>					
<i>Eudiaptomus gracilis</i>					+
<i>Megacyclops viridis</i>				+	
<i>Mesocyclops leukarti</i>					
<i>Thermocyclops crassus</i>		+		+	+
<i>copepoditi</i>	+	+	+	+	+
<i>naupliji</i>	+	+	+	+	

Brojnost

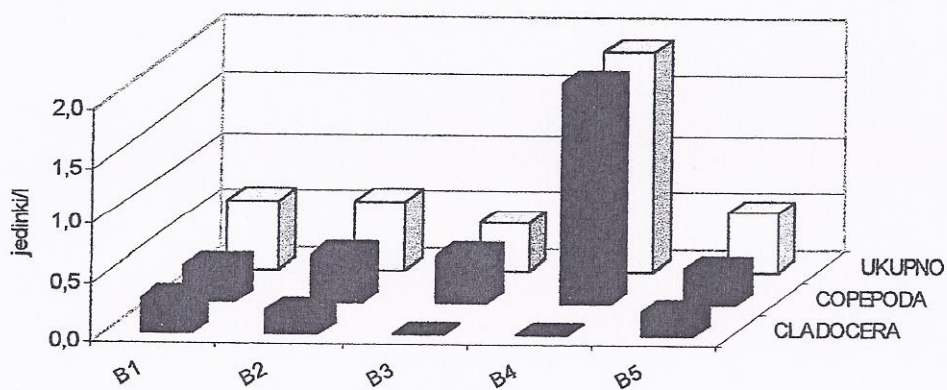
Na svim postajama tijekom listopada brojnost makrozooplanktonskih oblika iznosila je u prosjeku 20-30 jedinki/l. Postaja s najvećom brojnošću je B1, s iznad 70 jedinki u litri vode, slijede B2, B3, B4 i B5 (Slika 1). Najbrojniji su bili predstavnici mikroskopskih rakova skupine Copepoda, dok se Cladocera pojavljuju u puno manjem broju. Veliki broj Copepoda tijekom jeseni posljedica je mnoštva kopepodita i nauplija (razvojnih stadija), dok du odrasle jedinice zastupljene manjim brojem. Najčešća vrsta je *Thermocyclops crassus*. Od rašljoticalaca (Cladocera) s podjednakim brojem pojavljuju se tri vrste: *Daphnia galeata*, *Moina brachiata* i *Bosmina longirostris*.

Brojnost jedinki tijekom studenog je vrlo mala i ne prelazi 2 jedinke/l. Posljedica je to većeg protoka i naglog pada temperature. Većina rakova koja se pojavljuje u makrozooplanktonu, a posebno se to odnosi na Copepoda, ulazi u stadij mirovanja kada nastupe za njih nepovoljni uvjeti (primjerice niske temperature vode). S druge strane, veći protok onemogućuje formiranje stabilnije zajednice planktona, kao tijekom jeseni kada je voda na gotovo svim postajama ustajala. Sastav vrsta u makrozooplanktonu je sličan. Međutim, zbog već navedenih razloga, neke vrste nisu utvrđene.

LISTOPAD

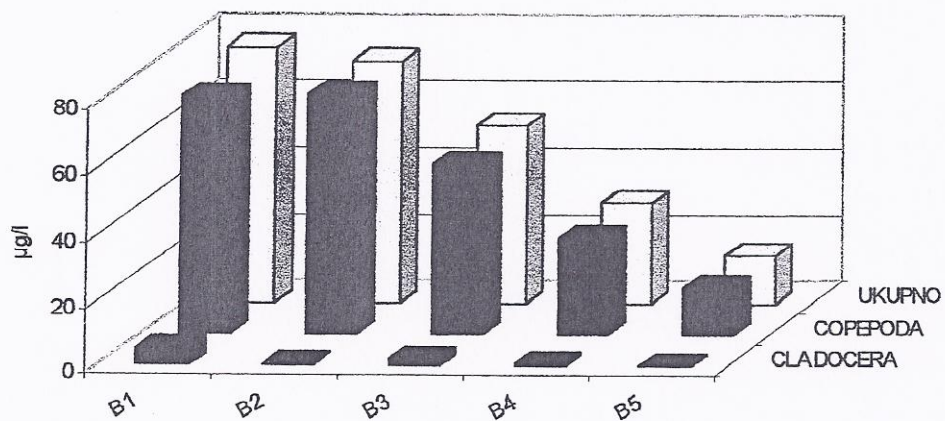


STUDENI

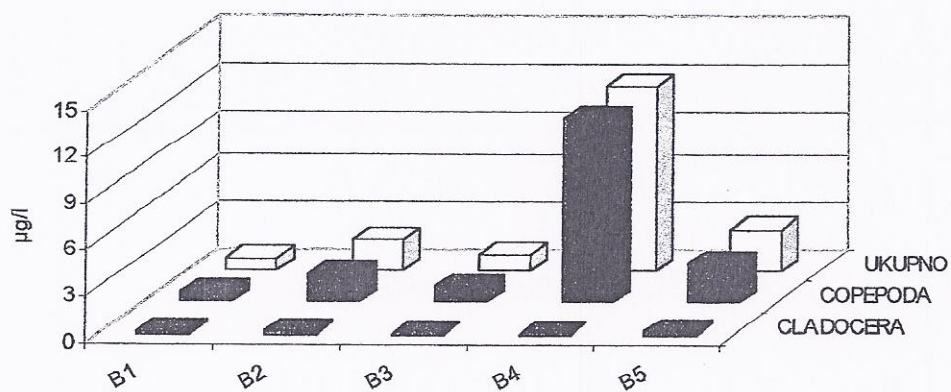


Slika 1: Brojnost makrozooplanktona u Bosutu tijekom istraživanog razdoblja u 1999.

LISTOPAD



STUDENI



Slika 2: Biomasa makrozooplanktona u Bosutu tijekom istraživanog razdoblja u 1999.

Biomasa

Biomasa makrozooplanktona prati brojnost (Slika 2). Maksimumi biomase utvrđeni su na postajama B1 u listopadu i B4 u studenom. Ako se izuzmu postaje s maksimalnom biomasom, tijekom listopada biomasa se kreće između 20-50 µg/l, a u studenom ne prelazi 2 µg/l. Biomasom na svim postajama prednjače vrste skupine Copepoda. Ne samo što su vrste ove skupine brojnije, nego su i veće tjelesne mase. Glavninu populacije Copepoda sačinjavaju naupliji i kopepoditi. Cladocera su na svim postajama malobrojni, te čine i mali dio ukupne biomase makrozooplanktona.

Trofička struktura makrozooplanktona

Planktonske vrste rakova mogu se podijeliti u nekoliko ekoloških grupa:

- **I ekološka grupa.** Sadrži vrste čija se gustoća populacija smanjuje s povećanjem stupnja trofije. Indikatori su niskog stupnja trofije. U ovu ekološku grupu ubrajaju se vrste: *Heterocope apendiculata*, *Bytrophes longimanus*, *Bosmina berolinensis*, *Daphnia longispina hyalina* var. *galeata*, *D. cristata* (Karabin, 1985 a, 1985 b).

- **II ekološka grupa.** Sadrži vrste čija se gustoća populacija povećava s porastom trofije. Indikatori su više ili manje eutrofnih sustava. To su vrste: *Mesocyclops leucarti*, *M. (Th.) oithonoides*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni thersites*, *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops kolensis* (Karabin, 1985 a, 1985 b). Gotovo sve navedene vrste pojavljuju se u jezerima različitih stupnjeva trofije, ali im je samo u eutrofnim jezerima biomasa značajno veća, te sačinjava veliki dio ukupne biomase makrozooplanktona.

- **III ekološka grupa.** Sadrži vrste čija brojnost i biomasa ne pokazuje nikakvu povezanost s promjenama trofije: *Acanthocyclops viridis*, *Polyphemus pediculus*, *Bosmina coregoni*, *B. crassicornis*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops (Th.) hyalinus*, *Daphnia longispina hyalina* var. *pellucida* (Karabin, 1985 a, 1985 b).

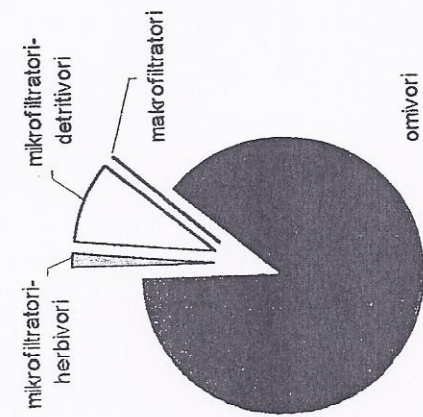
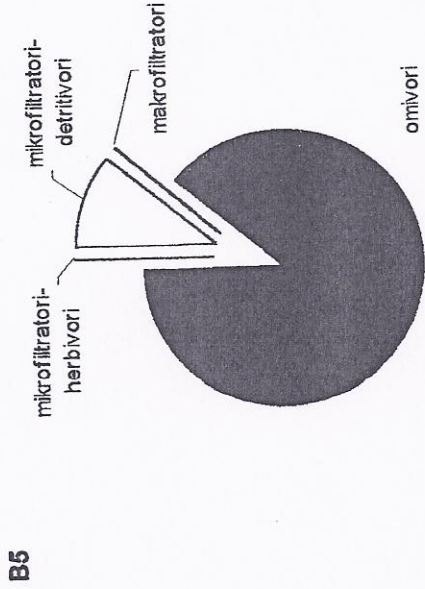
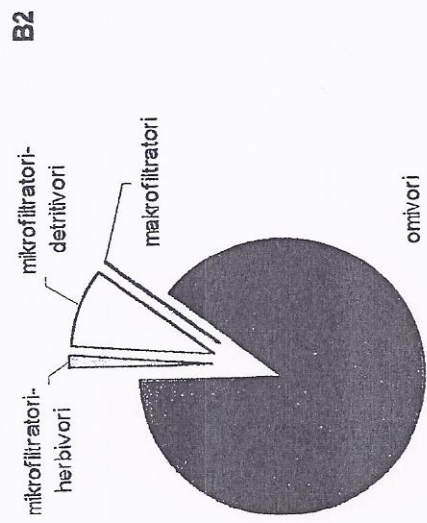
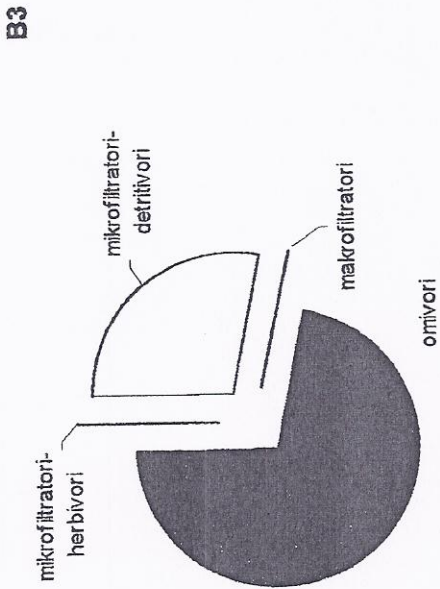
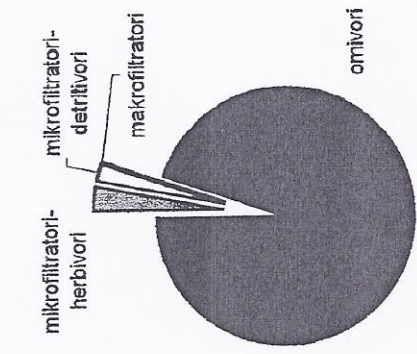
Daphnia galeata je jedina vrsta koja se pojavljuje na svim postajama tijekom istraživanja, a pripada indikatorima **I ekološke grupe**. Međutim, gustoća njezinih populacija je mala (< 2 jedinke/l).

Od indikatora **II ekološke grupe** u Bosutu su utvrđene četiri vrste: *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus*. Vrsta *C. sphaericus* utvrđena je samo na jednoj postaji u vrlo malom broju, a populacije vrste *B. longirostris* male su na svima postajama. Međutim, veslonošci *M. leuckarti* i *T. crassus*, a posebno njihovi razvojni stadiji, pojavljuju se u velikom broju duž čitavog istraživog dijela Bosuta. U Bosutu nije utvrđena niti jedna vrsta indikator **III ekološke grupe**.

S obzirom na veličinu čestica hrane i način na kojima se hrane, planktonski rakovi dijele se u nekoliko trofičkih kategorija (Karabin 1985 a, 1985 b): mikrofiltratori, makrofiltratori i predatori. Udio pojedinih trofičkih kategorija u Bosutu tijekom istraživog razdoblja prikazan je na slikama 3 i 4.

- **mikrofiltratori**

To su uglavnom predstavnici skupine Cladocera. Maksimalna veličina čestica koje mogu konzumirati ne prelazi 15-20 μm , dakle hrane se nanofitoplanktonom i detritusom. Dije se na dvije podgrupe: detritivori i herbivori. Vrste *Chydorus sphaericus*, *B. longirostris* pripadaju prvoj kategoriji. Hrane se bakterijskim detritusom i sitnim nanofitoplanktonom, a karakteristične su za sustave višeg stupnja trofije. Tijekom jeseni u Bosutu čine između 5-30% ukupne biomase makrozooplanktona, što je značajan udio. Najveći udio utvrđen je prije Vinkovaca na postaji B2, a najmanji u Vinkovcima (B3). U studenom je udio ove kategorije još veći na svim postajama, osim na postaji Trbušanci (B5). Drugoj kategoriji (herbivori) pripada vrsta *D. galeata*. U sustavima nižeg stupnja trofije, čine preko 50 % ukupne biomase makrozooplanktona. Međutim, s porastom gustoće mrežnog fitoplanktona njihova brojnost i biomasa opada, vjerojatno zbog mehaničkih poremećaja u filtratorskom mehanizmu izazvanog velikim oblicima algi. U Bosutu se pojavljuju u malom broju i čine tijekom jeseni manje od 5% ukupne biomase makrozooplanktona, a tijekom zime im se udio malo povećava. Uzme li se u obzir da su vrste koje pripadaju ovoj kategoriji najučinkovitije u reguliranju primarne produkcije, njihov mali udio u ukupnoj biomasi makrozooplanktona posljedica je nepovoljnih uvjeta u okolišu, posebno velike količine fitoplanktona, što je značajka eutrofnih sustava.



Slika 3: Udio trofičkih kategorija makrozooplanktona na istraživanim postajama Bosuta tijekom 1999.



Slika 4: Udio trofičkih kategorija makrozooplanktona na istraživanim postajama Bosuta tijekom 1999.

• makrofiltratori

To su uglavnom vrste reda Copepoda. Monakov (1976) navodi kao tipične makrofiltratore vrste: *Eudiaptomus graciloides*, *E. gracilis*, *Limnocalanus macrurus*, te kopepodite Cyclopoida i Calanoida. Veličina čestica hrane dostupna makrofiltratorima varira od 4-5 μm , pa sve do 40-50 μm . Dominantna hrana im je fitoplankton, a bakterioplankton i detritus dostupan je samo u obliku većih agregata. Brojnost i biomasa makrofiltratora ne pokazuje pravilnost s obzirom na stupanj trofije. Iako brojnost i biomasa makrofiltratora ne pokazuju pravilnost s obzirom na stupanj trofije, odnos Calanoid-nih i Cyclopoid-nih vrsta ukazuje na određeni trofički nivo. Udio biomase Cyclopoida prema Calanoidima raste s povećanjem trofije. Tipični predstavnik Calanoida i makrofiltratora u Bosutu je vrsta *E. gracilis*. Međutim, tijekom istraživanja, ova je vrsta utvrđena samo na postaji B5 i to jednom u listopadu i jednom u studenom. Vrlo je vjerojatno da ulogu makrofiltratora na istraživanim postajama djelomično preuzimaju i Cyclopoidne vrste Copepoda, kojih je u Bosutu utvrđeno tri: *Mesocyclops leuckarti*, *Megacyclops viridis* i *Thermocyclops crassus*. One i brojem i biomasom nadmašuju sve ostale vrste u makrozooplanktonu, što potvrđuje već spomenutu činjenicu da je ovo sustav u kojem je trofija uznapredovala.

• predatori

Jedini pravi (obligatni) predatori su vrste *L. kindtii* i *Bythotrephes longimanus*. Neki stadij kopepodita i odrasle jedinke roda *Mesocyclops* također su grabežljivci, iako se hrane i agregatima bakterijskog detritusa i većim mrežnim fitoplanktonom (Monakov, 1976), *Cyclops*, *Eucyclops* (Copepoda, Cyclopoida) (Fryer, 1957). Biomasa i broj pravih predatora, bez obzira na razinu trofije jezera, vrlo je mali, a ponekad oni mogu potpuno izostati. Međutim broj i biomasa povremenih predatora, primjerice roda *Mesocyclops*, raste s povećanjem trofije. To je i razumljivo, jer se mogu hraniti gotovo "svim i svačim", a povećanjem trofije povećava se i količina za njih kvalitetne hrane. Ovo posljednje karakteristično je za sve postaje u istraživanom dijelu Bosuta i u listopadu i u studenom. Pravih predatora nema, a kao što je već napomenuto, omnivorne vrste Cyclopoida: *Megacyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti* i *Thermocyclops crassus* čine preko 50% ukupne biomase makrozooplanktona, što ukazuje na viši stupanj trofije.

3.2.3. Zaključci

1) Na svih pet postaja utvrđeno je ukupno osam vrsta makrozooplanktonskih oblika. Četiri vrste pripadaju skupini Cladocera (rašljoticalci) i četiri skupini Copepoda (veslonošci). Raznolikost vrsta bila je veća tijekom listopada, dok je u studenom utvrđeno manje vrsta. Kvantitativna analiza zajednice makrozooplanktona pokazala je da su i broj i biomasa tijekom listopada značajno veće od onih utvrđenih tijekom studenog.

2) Od indikatorima niskog stupnja trofije utvrđena je samo vrsta *Daphnia galeata*. Indikatori višeg stupnja trofije *Mesocyclops leuckarti* i *Thermocyclops crassus* pojavljuju se u Bosutu u velikom broju.

3) Analizom trofičke strukture zajednica utvrđena je velika zastupljenost omnivornih vrsta koje su inače karakteristične za sustave višeg stupnja trofije. Njihova biomasa tijekom cijelog istraživanja i na svim postajama prelazi 50% ukupne biomase makrozooplanktona.

4) Utvrđena je mala gustoća populacije mikrofiltratora-herbivora, posebno vrste roda *Daphnia*. Vrste ovog roda vrlo su učinkovite u konzumiranju fitoplanktona i kontroliranju produkcije primarnih proizvođača, stoga su njihov broj i biomasa u eutrofnim sustavima mali.

5) Razlike između broja, biomase i strukture zajednica makrozooplanktona između pojedinih postaja nisu tako velike da bi se mogle posebno komentirati. Svi navedeni rezultati navode na zaključak da je istraživani dio Bosuta visokog stupnja trofije. Međutim, istraživanja Bosuta trebala bi se nastaviti. Za potpuniju sliku funkcioniranja zajednice potrebno je utvrditi sastav i strukturu vrsta u njoj u svim sezonama. Od velike je važnosti utvrditi kakve se promjene događaju u ekstremnim uvjetima, posebno tijekom ljeta.

3.3. Kvalitativna i kvantitativna struktura zoobentosa

Dno tekućica, stanište biljnog i životinjskog svijeta, obilježava velika raznolikost i promjenjivost, do koje može doći zbog direktne ovisnosti o slijedećim čimbenicima:

- fizikalnim svojstvima vode (temperatura, količina suspendiranih čestica, svjetlo)
- kemijskom sastavu vode (nutrijenti, otopljen kisik, organska tvar)
- sezonskim i dnevnim promjenama režima protoka
- značajkama dna i obala
- kakvoći vode (vrsta i količina različitih onečišćenja)

U načelu, biološki materijal pokazatelj je prosječnog stanja u vodi pa je pogodan za detaljnije procjene i analize o kakvoći vode. Biološke metode za određivanje stupnja onečišćenja voda temelje se na utvrđivanju promjena u biocenozi uvjetovanih promjenama u okolišu izazvanim onečišćenjem, a očituju se kao:

- prisutnost ili nestanak pojedinih vrsta u zajednici (promjene u sastavu vrsta)
- smanjenje broja vrsta ili svojti u zajednici (smanjenje raznolikosti populacija)
- promjene u populacijama pojedinih vrsta unutar zajednice (promjena udjela pojedinih vrsta u sastavu zajednice)

Hellawell (1986) navodi da su najpraktičnije metode za određivanje stupnja onečišćenja voda one koje se temelje na kvalitativnoj i kvantitativnoj analizi zajednice makrozoobentosa. U svjetskoj literaturi, opće je prihvaćeno da je zajednica makrozoobentosa pouzdani dugotrajni pokazatelj kakvoće voda (Hynes, 1964; Wilhm, 1975). Tehnika uzorkovanja je relativno dobro razvijena, a dostupni su i mnogobrojni 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 duže 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 beskralježnjaci čine značajnu stepenicu kao konzumenti I i II reda, a viši članovi hranidbenih lanaca (npr. ribe), prehranom ovise uglavnom o njima.

3.3.1. Materijal i metode

Uzorci makrozoobentosa su na svim postajama prikupljeni grabilom tipa Eckman, zahvatne površine 1 dm². Fauna dna je od sedimenta i dijela čestica detritusa odvajana prosijavanjem kroz bentos mrežu promjera okašca 0,5 mm, spremana u boce širokog grla te konzervirana u 4% formaldehidu. Valja napomenuti da se na svim postajama sediment sastojao od čestica mulja te od veće količine čestica detritusa različite veličine, koji se taloži na dnu kao rezultat odumiranja makrofitske vegetacije, te vodene leće (*Lemna minor* i *Spirodela polyrhiza*). No, značajan dio detritusa potječe od otpalog lišća drvenastih biljaka koje dolaze uz obale Bosuta. U mjesecu listopadu na postaji B1 sakupljena je i makrofauna koja naseljava makrofitsku vegetaciju i to ispiranjem vegetacije (uglavnom se radilo o vrsti *Ceratophyllum demersum*) kroz bentos mrežu.

U laboratoriju je pod lupom fauna razvrstana po skupinama, a nakon toga je provedena determinacija do najviših mogućih sistematskih kategorija. Gustoća populacija pojedinih svojti makrozoobentosa preračunavana je i izražavana brojem jedinki po m².

Indeks saprobnosti računat je prema formuli koju su dali Pantle i Buck (1955). Indikatorske vrijednosti za pojedine vrste pokazatelje određenog stupnja onečišćenja izvađene su iz dostupne literature (Sladeček, 1973; Wegl, 1983)

3.3.2. Rezultati

Tijekom istraživanog razdoblja u rijeci Bosut ukupno je zabilježeno 23 vrsta makroskopskih beskralježnjaka, od čega na faunu dna otpada 17 vrsta, dok je uz makrofitsku vegetaciju vezano 13 vrsta. Vrste *Dero obtusa*, *Nais pardalis*, *Stylaria lacustris* (predstavnici Oligochaeta), *Megacyclops viridis* (Copepoda), *Cricotopus bicintus* (Diptera-Chironomidae) te *Baetis sp.* i *Caenis sp.* (Ephemeroptera) zabilježene su u uzocima dna, ali i u uzorku koji je sakupljen ispiranjem vodene vegetacije kroz bentos mrežu. Najviše vrsta (ukupno sedam) zabilježeno je unutar skupine maločetinaša (Oligochaeta).

Onečišćenje vodotoka u znatnoj mjeri pridonosi promjeni ekoloških čimbenika, a u krajnjem slučaju i pojavi ekstremnih uvjeta života. Stoga su podaci o broju vrsta i jedinki veoma korisni prilikom procjene stupnja onečišćenja tekućica, na temelju zajednice makrozoobentosa. Tijekom mjeseca listopada zabilježena je vrlo mala raznolikost makrozoobentosa, te je zabilježeno svega 7 svojti faune dna. Na postajama B5 i B1 nađeno je 5, odnosno 4 svojti makrozoobentosa, uz dominaciju predstavnika Oligochaeta iz porodice Tubificidae: *Potamothrix hammoniensis* i *Limnodrillus hoffmeisteri*. Navedene vrste otporne su prema onečišćenju, te povremeno mogu preživjeti stanja bez kisika. Na temelju vrijednosti indeksa saprobnosti (S) obje postaje nalaze se u unutar granica IV vrste (uredba o klasifikaciji voda - svibanj, 1998.). Na postajama koje se nalaze unutar grada Vinkovaca (B2, B3, B4), zbog ekstremnih fizikalno-kemijskih uvjeta na staništu zajednica bentosa nije razvijena, te nije zabilježena niti jedna vrsta zajednice dna. Na postaji B3 nađen je predstavnik Copepoda *Megacyclops viridis*. To je pripadnik planktonske zajednice, koji je na dno dospio uslijed taloženja iz stupca vode. Dakle, na navedenim postajama postoji deficit vrsta, što je posljedica pojave kritičnih ekoloških čimbenika za mnoge organizme koji nastanjuju zajednicu dna. Naime, rijeka Bosut je u Vinkovcima gotovo ustajali vodotok, a osim toga i recipijent komunalnih otpadnih voda te industrijskih postrojenja, koje se bez pročišćavanja upuštaju u vodotok. Prisutnost većih količina organskog materijala na dnu rijeka vjerojatno je uzrok dugotrajnijih anoksija (stanja bez kisika) i to posebice u ljetno-ranojesenskom razdoblju, kao rezultat intenzivne bakterijske razgradnje. Dakle, dugotrajnija stanja bez kisika, najvažniji su ograničavajući čimbenik za opstanak faune dna.

Zivak, 1998. godine

Tijekom mjeseca studenog, na svim istraživanim postajama ukupno je nađeno 16 vrsta makrofaune dna. Nešto veća raznolikost makrozoobentosa posljedica je povoljnijih ekoloških čimbenika u staništu, tj. relativno povoljnih koncentracija otopljenog kisika pri dnu. Kao i u listopadu, najveća raznolikost faune dna zabilježena je na postaji B5, gdje je ukupno zabilježeno 10 svojti makrozoobentosa. Dominantna vrsta je dipterska ličinka *Chironomus thummi*. Ta je vrsta relativno rezistentna prema organskom onečišćenju. Naime, ličinka ima crvenu boju tijela, koja potječe od jedne vrste hemoglobina. Kod vrlo niskih koncentracija otopljenog kisika ličinka u potpunosti može zasititi hemoglobin kisikom i zahvaljujući toj sposobnosti može preživjeti i povremena stanja bez kisika. Na postaji B5 relativno brojne su još

slijedeće svojte: *Potamothrix hammoniensis*, *Helobdella stagnalis*, *Ostracoda* te *Chaoborus sp.* Dipterska ličinka *Chaoborus sp.* također je prilagođena na život u ekstremnijim uvjetima, te može vršiti migracije u stupcu vode i napustiti stanište dna kod stanja bez kisika. Na postaji B1 također je zabilježena veća raznolikost (6 svojti) u odnosu na protekli mjesec. Najbojniji su predstavnik Copepoda - *Megacyclops viridis* te račići iz skupine ljuskara (*Ostracoda*). Na postajama B2 i B3 zabilježene su po 3 svojte faune dna, dok na postaji B4 nije zabilježena niti jedna svojta. Glede kakvoće vode, na postaji B1 došlo je do određenog poboljšanja te su vrijednosti indeksa saprobnosti u granicama III vrste, kao posljedica poboljšanja ekoloških prilika na staništu. Na postaji B5 vrijednost indeksa saprobnosti također je nešto niža u odnosu u prethodni mjesec, ali se još uvijek nalazi u granicama IV vrste. Na postajama B2 i B3 zajednica makrozoobentosa još uvijek je nedovoljno razvijena te nije bilo moguće izračunati indeks saprobnosti.

U tablici 3 prikazan je kvalitativni sastav te relativna brojnost makrofaune koja naseljava makrofitsku vegetaciju. Ovdje je zabilježena relativno velika raznolikost makrofaune, zbog neusporedivo povoljnijih životnih uvjeta, u odnosu na stanište dna. Površinski sloj vode dobro je zasićen kisikom, uslijed fotosintetske aktivnosti vodene vegetacije, što omogućuje povoljne uvjete za život životinjskim vrstama koje su osjetljive na manjak kisika. Brojnošću dominira predstavnik vodencvjetova (Ephemeroptera), vrsta *Caenis sp.*, dok su relativno brojne vrste: *Dero obtusa*, *Stylaria lacustris*, *Megacyclops viridis* te *Lestes sp.*

3.3.3. Zaključci

Tijekom istraživanog razdoblja zabilježeno je ukupno 17 vrsta makrofaune dna. Tijekom studenog zabilježena je veća raznolikost makrozoobentosa (16 svojti), u odnosu na listopad (10 svojti), jer je došlo do određenog poboljšanja ekoloških prilika na staništu. Na postajama B1 i B5 nađeno je najviše svojti uz najveću brojnost populacija makrozoobentosa. Međutim, na navedenim postajama brojnošću dominiraju vrste koje su relativno otporne prema onečišćenju (*Potamothrix hammoniensis*, *Limnodrillus hoffmeisteri*, *Chironomus thummi*, *Chaoborus sp.*). Na temelju vrijednosti indeksa saprobnosti navedene postaje nalazi se u granicama IV

vrste tijekom listopada, dok je tijekom studenog došlo do određenog poboljšanja ekoloških prilika, što je rezultiralo snižavanjem vrijednosti indeksa saprobnosti, te se postaja B1 nalazi u granicama III vrste. Na postajama B2, B3 i B4 zajednica makrozoobentosa gotovo uopće nije razvijena, što je posljedica pojave kritičnih ekoloških čimbenika za mnoge organizme koji nastanjuju zajednicu dna. Naime, rijeka Bosut je u Vinkovcima gotovo ustajali vodotok i recipijent komunalnih otpadnih voda te industrijskih postrojenja, koje se bez pročišćavanja upuštaju u vodotok. Prisutnost većih količina organskog materijala na dnu kanala vjerojatno je uzrok dugotrajnijih anoksija (stanja bez kisika) i to posebice u ljetno-ranojesenskom razdoblju, kao rezultat intenzivne bakterijske razgradnje. Dakle, dugotrajnija stanja bez kisika, najvažniji su ograničavajući čimbenik za opstanak faune dna na spomenutim postajama.

Tablica 1. Brojnost pojedinih svojti makrozoobentosa u rijeci Bosut tijekom listopada (broj jed./m²)

Postaja	B1	B2	B3	B4	B5
Oligochaeta					
<i>Dero obtusa</i>					200
<i>Limnodrillus hoffmeisteri</i>	700				500
<i>Potamothenix hammoniensis</i>	400				2300
<i>Tubifex tubifex</i>					100
Copepoda					
<i>Megacyclops viridis</i>				100	
Diptera-Chironomidae					
<i>Cricotopus bicinctus</i>	300				100
Diptera-Chaoboridae					
<i>Chaoborus sp.</i>	100				
Ukupno	1500	0	0	100	3200
Indeks saprobnosti (S)	3				3,1

Tablica 2. Brojnost pojedinih svojti makrozoobentosa u rijeci Bosut tijekom studenog (broj jed./m²)

Postaja	B1	B2	B3	B4	B5
Nematoda		200			
Oligochaeta					
<i>Dero obtusa</i>			200		100
Enchytraeidae g.sp.					100
<i>Limnodrillus hoffmeisteri</i>			100		100
<i>Nais communis</i>					200
<i>Potamothenix hammoniensis</i>	200				700
<i>Stylaria lacustris</i>	200				
Hirudinea					
<i>Helobdella stagnalis</i>					700
Ostracoda	800	300	200		800
Copepoda					
<i>Megacyclops viridis</i>	1000				
Diptera-Chironomidae					
<i>Cricotopus bicinctus</i>		100			
<i>Limnophyes sp.</i>	100				
<i>Chironomus thummi</i>					1800
Diptera-Chaoboridae					
<i>Chaoborus sp.</i>					700
Ephemeroptera					
<i>Baetis sp.</i>	100				
<i>Caenis sp.</i>					100
Ukupno	2400	600	500	0	5300
Indeks saprobnosti (S)	2,3				3

Tablica 3. Kvalitativni sastav makrofaune vezane uz makrofitsku vegetaciju na postaji B1

	Rel. brojnost
Hydrozoa	
<i>Hydra sp.</i>	1
Turbellaria	
<i>Dugesia lugubris</i>	1
Gastropoda	
<i>Viviparus sp. (juv.)</i>	1
<i>Ferrissia wautieri</i>	1
Oligochaeta	
<i>Dero obtusa</i>	3
<i>Nais pardalis</i>	2
<i>Stylaria lacustris</i>	3
Copepoda	
<i>Megacyclops viridis</i>	3
Isopoda	
<i>Asellus aquaticus</i>	1
Diptera-Chironomidae	
<i>Cricotopus bicinctus</i>	2
Odonata	
<i>Lestes sp.</i>	3
Ephemeroptera	
<i>Baetis sp.</i>	1
<i>Caenis sp.</i>	4

Objašnjenje oznaka za relativnu brojnost

- 1 - pojedinačno
- 2 - slabo brojno
- 3 - brojno
- 4 - vrlo brojno
- 5 - masovno

4. POKROVNOST I RAZNOLIKOST ZAJEDNICE MAKROFITA

Upotreba vodenih makrofita – višeg vodenog bilja, kao indikatora onečišćenja postala je važna tek u drugoj polovici ovog stoljeća (Sladeček, 1977) kada su nadopunjeni podaci o indikatorskim organizmima. Vodeni makrofiti najčešće su, kao i perifiton, nepokretni pa su stalno podložni utjecaju onečišćenja. Do sada se kod nas stanju vodenih makrofitskih biljaka kod analize vodotoka nije pridavala veća važnost, dok u drugim zemljama već odavno o tome pišu brojni autori (Den Hartog i Segal, 1964; Hejný, 1960). Neki autori kao bioindikatore uzimaju mahovine (Vrhovšek., Martinčić i Kralj, 1984) jer su one, za razliku od kormofita, izložene onečišćenju u dužem periodu.

No, kao i svaki drugi organizmi, različite vrste makrofita ponašaju se različito u različitim mikroklimatskim uvjetima. Za razvoj pojedinih vrsta važna je određena koncentracija anorganskih tvari. Primjerice, vrsta *Elodea canadensis* dolazi u čistim i hladnim karbonatnim vodama, dok su *Potamogeton crispus* i *Sparganium emersum* su eutrofne vrste koje podnose visoke koncentracije nitrata i fosfata (Manschanu-Dudenhause, 1982).

Zbog toga se kod analize stanja vodotoka pomoću vodenih makrofitskih biljaka treba prikupiti što više i drugih podataka (kemijski parametri i učestalost drugih organizama) da bi se takva analiza mogla kvalitetnije provesti. Osim toga, takve biljke se trebaju pratiti kroz duže vrijeme da bi se uspoređivali podaci jer i promjena vodostaja može biti uzrokom njihovog nestajanja.

Ovim preliminarnim istraživanjem namjeravamo utvrditi broj vrsta vodenih makrofitskih biljaka, njihovu biomasu na mjestima gdje su jako brojne i usporediti njihovu pokrovnost na više postaja duž toka rijeke.

4.1. Materijal i metode

Kvantitativna i kvalitativna floristička istraživanja provedena su u listopadu 1999. godine.

Istraživano područje rijeke Bosut nalazi se uzvodno i nizvodno od grada Vinkovaca, te obuhvaća dužinu toka od 15,5 km. Izabrane su tri postaje. Njihov

položaj prikazan je na karti mjerila 1:25 000 (vidi kartu). Označene su crveno s oznakama B1, B2 i B3.

Prva postaja (B1) nalazi se 3,5 km uzvodno od središta Vinkovaca, na desnoj obali kraj drvenog mosta – područje Sopot.

Druga postaja (B2) nalazi se 1250 m nizvodno od središta Vinkovaca, na lijevoj obali. U neposrednoj blizini, nizvodno, nalazi se gradski kolektor.

Treća postaja (B3) je nizvodno od grada, istočno od područja Trbušanci kojeg rijeka Bosut obilazi u velikom luku. Iskopanim kanalom, na kojem je sagrađena brana, područje Trbušanci pretvoreno je u otok, a Bosutu se skraćuje tok za 6 km. Udaljenost od središta grada do treće postaje iznosi 12 km. Ta postaja se nalazi nizvodno od stare srušene brane. Ako se mjeri udaljenost kraćim tokom, ona iznosi 6 km. Uzorak je uzet s lijeve obale. U vodi je zamijećeno dosta smeća (glomazni otpad).

Na opisanim postajama popisane su vrste makrofitskih biljaka koje su nađene u vodi. Na svakoj postaji određena je učestalost tih vrsta (metoda abundancije) i ukupna pokrovnost svih vrsta na određenoj površini.

Učestalost je određivana skalom od 1 do 5, gdje je:

- oznakom 1 označena učestalost vrste ako se pojavljuje pojedinačno ili s malim brojem primjeraka,
- oznakom 3 označena učestalost vrsta ako se pojavljuje s većim brojem primjeraka od navedene prve kategorije,
- oznakom 5 označena je učestalost vrste koja je najbrojnija s velikim brojem primjeraka.

Ukupna pokrovnost određena je u postocima, pri čemu nisu uzete u obzir alge koje su vidljive u vodi nego samo površina koju prekrivaju opisane vrste u odnosu na 100 % istraživane površine.

Osim toga, određivana je biomasa tamo gdje je pokrovnost bila veća. Biomasa je određena tako što je s mrežicom uzet uzorak biljaka koji je ocijeđen i izvagan (masa mokre tvari). Masa je izražena u g/m^2 .

4.2. Rezultati

4.2.1. Popis vrsta

Na opisane tri postaje zabilježeno je 7 vrsta. Navedene su abecednim redom porodica:

CERATOPYLLACEAE

Ceratophyllum demersum L. – kruta voščika

LEMNACEAE

Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. - barska leća

NYMPHACEAE

Nuphar luteum (L) Sm. - lokvanj

POLYGONACEAE

Rumex hydrolapatum Huds. – riječna kiselica

POTAMOGETONACEAE

Potamogeton crispus L. – kovrčavi mrijesnjak

SPARGANIACEAE

Sparganium sp. - ježinac

TRAPACEAE

Trapa sp. – orašac

Biljke su determinirane (Razlog, 1986), a nazivi usklađeni prema Domcu (1994). Zbog malog broja primjeraka i nedostatka generativnih organa pojedine biljke nisu mogle su biti određene do vrste, već smo do roda.

4.2.2. Ekološka klasifikacija biljaka

Prema ekološkoj klasifikaciji (Hejny, 1960) utvrđene vrste pripadaju klasama:

1. EUHYDATOPHYTA (euhidatofiti) i to vrste *Ceratophyllum demersum* L. i *Potamogeton crispus* L.

Euhidatofiti su biljke koje su vezane za život u vodi i ne mogu preživjeti duže vrijeme bez vode. Asimilacija, cvatnja i dozrijevanje se odvijaju u vodi. Iznad površine vode dolazi do ograničenog kontakta sa slobodnim zrakom. Uzimaju hranjive tvari samo iz vode ili iz gornjih slojeva tla koji su u vezi s vodom. Uslijed slabije prozirnosti vode, većina biljaka pokazuje koncentraciju svoje mase u gornjim slojevima vode.

2. HYDATOAEROPHYTA (hidatoaerofiti) i to vrste *Spirodela polyrhiza* (L.) *Schleid.*, *Trapa sp.* i *Nuphar luteum* (L.) *Sm.*

Hidatoaerofiti su biljke koje su vezane uz život u vodi, ali su istovremeno u kontaktu sa zrakom. Asimilacija se odvija u vodi i na kontaktu između površine vode i zraka gdje najčešće i cvatu. Kod dozrijevanja njihovi cvjetni dijelovi se povlače nazad u vodu. Korijen im je dosta sličan kao kod euhidatofita.

3. HYDROCHTOPHYTA (hidrohofita) i to vrsta *Sparganium sp.*

To su biljke koje žive u hidrofazi tj. dolaze kod određenog vodostaja i u toj fazi stvaraju oblike s uronjenim i plivajućim organima. Dosta dobro podnose i druge faze (limoznu, litoralnu i terestričku), što znači da mogu živjeti i na kopnu dok se površina tla još suši.

4. ULIGINOSOPHYTA (uliginosofita) i to vrsta *Rumex hydrolopatum* *Huds.*

To su biljke koje mogu živjeti i u vodi i na kopnu, a razvoj im je vezan za limoznu ili litoralnu fazu.

Sve ove biljke su tipične vodene biljke koje ovise o određenom vodostaju i ne mogu duže vrijeme preživjeti izvan vode. Zanimljivo je uočiti da su to većinom vrste koje dolaze u barama i jezerima. Osim toga, uočeno je da u vodi nema nekih vrsta koje bi trebalo očekivati na takvim vodama kao što su vrste roda *Myriophyllum* i ostale vrste roda *Potamogeton*. Vjerojatno bi se mogle naći još neke vrste ako bi se istraživanje provodilo kroz duže vremensko razdoblje.

Obale su mjestimično obrasle trskom (*Phragmites australis* *Trin.*) i rogozom (*Typha latifolia* *L.*). Osim tih biljaka, zapažene su i neke druge biljke, primjerice *Iris pseudacorus* *L.* - žuta perunika, *Eupatorium cannabinum* *L.* - konopljuša, *Carex sp.* - šaš i *Solanum dulcamara* *L.* - pomoćnica. Uočeno je da na obalama nekih postaja (postaja B1) ima manji broj vrsta nego što je to slučaj kod drugih postaja.

4.2.3. Zastupljenost vrsta po postajama i učestalost

Zastupljenost vrsta po postajama i njihova učestalost prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. – Zastupljenost i učestalost vrsta prema postajama

Naziv vrste	Postaja B1	Postaja B2	Postaja B3
<i>Spirodela poyrhiza</i>	5	1	5
<i>Ceratophyllum demersum</i>	3	1	3
<i>Nuphar luteum</i>	1	0	3
<i>Rumex hydrolapatum</i>	1	1	0
<i>Sparganium sp.</i>	1	0	0
<i>Trapa sp.</i>	0	0	1

Iz Tablice 1. vidljivo je da je na istraživane tri postaje zabilježeno šest vrsta biljaka, dok je vrsta *Potamogeton crispus L.* zabilježena u rijeci na dijelu toka u samom središtu grada. Osim toga, možemo uočiti da su vrste barska leća (*Spirodela poyrhiza (L.) Schleid.* i kruta voščika (*Ceratophyllum demersum L.*) najčešće vrste s najvećom učestalošću, dok se ostale vrste pojavljuju (ovisno o postaji) s malim brojem primjeraka. Te dvije biljke prekrivaju cijelu površinu rijeke, pa su postale problem jer ometaju rast drugih biljaka i utječu na čitavu biocenozu.

4.2.4. Pokrovnost biljaka

Na prvoj postaji površine 6000 m² pokrovnost je bila oko 40%. Na trećoj postaji površine 5000 m² pokrovnost je bila oko 50%. Na drugoj postaji u vodi nije bilo mnogo vodenih biljaka, pa nije određivana učestalost ni biomasa.

Kod analize pokrovnosti potrebno je uzeti u obzir podatak da se voda mehanički čisti od vodenih biljaka i da vjetar nosi biljke. Budući da prevladavaju biljke koje nisu zakorijenjene, one se nakupljaju u dijelovima rijeke gdje je voda sporija i gdje nema vjetra.

4.2.5. Biomasa

Biomasa je određivana na postaji B1 i B3. Na prvoj postaji (B1) iznosila je 4809 g/m², a na trećoj postaji (B3) 495 g/m². Ukupna biomasa postaje B1 200m x 30m = 6000m² iznosi 28854 kg, a postaje B3 nepravilne površine oko 5000m² iznosi 2475 kg.

Uspoređujući podatke dobivene analizom kemijskih parametra, podatke dobivene florističkim istraživanjima i podatke iz literature (Sladeček, 1977; Wegel, 1983) možemo uočiti da su zabilježene vrste većinom prisutne u vodama druge kategorije onečišćenja (β -mesosaprobnim vodama). Samo vrsta *Spirodela polyrhiza* dolazi u vodama do trećeg stupnja onečišćenja (α -mesosaprobnim vodama) gdje se pojavljuje s velikim brojem primjeraka (učestalost = 5).

Budući da su vrste kruta voščika (*Ceratophyllum demersum* L.) i barska leća (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid) prisutne na svim postajama i na nekima su vrlo brojne, potrebno ih je detaljnije opisati. Prema podacima (De Wit, 1990; Riehl i Baensch, 1991) obje vrste nisu osjetljive na promjene temperature vode i količinu nitrata i fosfata u vodi. Budući da su to nezakorijenjene biljke, nosi ih vodena struja i vjetar.

Barska leća (Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.) najčešće dolazi u stajaćim vodama. Karakteristična je vrsta reda *Lemnetalia*. U biljnim zajednicama toga reda nema mnogo vrsta, a dolaze u eutrofnim vodama. To je mala jednogodišnja biljka plivajućih listova koji su promjera do 1 cm, s donje strane su često crvenoljubičasti, po čemu se razlikuje od drugih leća sa sličnim listovima. Cvate od V do VII mjeseca, ima neugledne cvjetove. Najčešće se razmnožava vegetativno. Kozmopolitska je biljka. Vrlo brzo se raširi u vodama gdje postoje povoljni uvjeti za njezin rast.

Kruta voščika (*Ceratophyllum demersum* L.) je karakteristična biljka reda *Potamogetonalia* i dolazi u brojnim vodenim biljnim zajednicama stvarajući zajedno s drugim vrstama (*Nuphar luteum*, *Nymphaea alba* i dr.) zajednice plivajućih biljaka u dubljim dijelovima rijeka i jezera. Trajna je biljka s rašljasto razdijeljenim listovima u pršljenovima. Cvjetovi su jednodomni, smješteni pojedinačno u pazušcu listova. Do oprašivanja dolazi u vodi. Submerzna je biljka (listovi su joj potopljeni u vodi), bez korijena, kozmopolit. Dolazi u vodama temperature od 18°C do 28°C, kod pH 6.0 do 7.5 i nema posebnih zahtjeva prema količini nitrata i fosfata u vodi. Prezimljuje stvarajući krute dijelove listova koji se spuštaju na dno, a u proljeće dolaze bliže površini gdje se iz njih vrlo brzo razvijaju ostali dijelovi biljke. U rijeci Bosut prisutna je u donjim slojevima neposredno ispod barske leće. Te dvije vrste čine najveći dio biomase. One prekrivaju veći dio površine vode, onemogućavajući prodor svjetla u dublje slojeve i sprječavaju razvoj drugih biljaka.

4.3. Zaključci

Istraživanja vodenih makrofita u rijeci Bosut kraj Vinkovaca provedena su tijekom listopada 1999. godine. Područje istraživanja obuhvaćalo je tri postaje (jednu uzvodno i dvije nizvodno od Vinkovaca). Floristička istraživanja obuhvaćala su određivanje broja vrsta, njihova učestalost, pokrovnost i biomasu. Zabilježeno je ukupno sedam vrsta vodenih makrofita od kojih prevladavaju kruta voščika (*Ceratophyllum demersum L.*) i barska leća (*Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.*). One prevladavaju svojom brojnošću i čine najveći dio biomase. Zabilježene vrste većinom su prisutne u vodama druge kategorije onečišćenja (β -mesosaprobnim vodama). Samo vrsta *Spirodela polyrhiza* dolazi u vodama do trećeg stupnja onečišćenja (α -mesosaprobnim vodama).

Te dvije vrste prekrivaju cijelu površinu rijeke, pa su postale problem jer ometaju rast drugih biljaka i utječu na čitavu biocenozu.

5. IHTIOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

U svrhu prikupljanja podataka potrebnih za utvrđivanje postojeće strukture ribljeg fonda istraživanog područja, proveden je izlov ribe u dvije sezone tijekom jedne godine. Kako bismo izbjegli ili smanjili selektivnost pojedinih alata, a radi utvrđivanja kvalitativnog ili kvantitativnog sastava ihtiopopulacije, koristili smo kombinaciju nekoliko različitih ribolovnih alata. Radi utvrđivanja stanja ihtiofaune u vodotoku rijeke Bosut selektivni učinak sveden je na najmanju moguću mjeru uporabom slijedećih ribolovnih alata:

1. Mrežama stajaćicama ("popunice") različitih promjera oka
2. Elektroribolovnim agregatom marke AGK, snage 2,5kW

Iako kombinacija navedenih ribolovnih alata predstavlja vrlo učinkovit sklop, događa se da se neke vrste riba, koje sasvim sigurno obitavaju na određenom području, ipak ne mogu uloviti. Ta je pojava redovita i gotovo neizbježna, pa se obično uzima u obzir prilikom procjene ihtiopopulacije nekog područja.

5.1. Kvalitativni sastav ribljeg fonda

Vode istraženog područja pripadaju savskom slivu, a zajednica riba koja ovdje živi osiromašena je zajednica rijeka dunavskog sliva. Ukupno je ulovljeno 476 jedinki. Od 49 vrsta, koje se prema nekim autorima javljaju u Savi, na istraživanim postajama rijeke Bosut i njenim pritocima našli smo 14 vrsta, što predstavlja 28 % ukupne ihtiocenoze. Četiri vrste spadaju u alohtonu ihtiofaunu. Prema Bergu (1949) vrste riba istraživanog područja svrstane su u 6 porodica. Sustavno poredane, to su:

1. Esocidae

štuka (*Esox lucius* L. 1758)

2. Cyprinidae

bodorka (*Rutilus rutilus* L. Vladykov 1930)

uklija (*Alburnus alburnus* L. 1758)

deverika (*Abramis brama* L. Danubii 1956)

crvenperka (*Scardinius erithrophthalmus* L. 1758)

babuška (*Carassius auratus* Gibelio Bloch. 1783)

bezribica (*Pseudorasbora parva*)
gavčica (*Rodeus sericeus amarus*)

3.Percidae

grgeč (*Perca fluviatilis* L. 1758)
smuđ (*Stizostedion lucioperca* L. 1758)
veliki vretenac (*Zingel zingel*)

4.Centrarchidae

sunčanica (*Lepomis gibbosus* L. 1758)

5.Ictaluridae

patuljasti somić (*Ictalurus nebulosus* Le Sueur 1890)

6.Gobidae

Riječni glavoč (*Neogobius fluviatilis*)

Porodica *Cyprinidae* zastupljena je sa 7 vrsta i za takve je vode izrazito malobrojna. Od ukupno 34 vrsta te porodice, koje se javljaju u dunavskom slivu (Balon 1986), ovdje ih živi samo 24%. Ovo područje spada, prema Banarescu (1964), u europsko-mediteransko ihtiološko područje koje obilježava mali broj potporodica. Porodica *Percidae* u vodotoku je zastupljena s dva predstavnika: grgeč i smuđ. Ostalih 5 predstavnika nisu bili primijećeni. U istraživanoj zoni, osim gore navedenih vrsta, ribiči su uočili i neke unesene vrste riba, primjerice bijelog amura (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes 1844), te bijelog glavaša (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes 1844) iz porodice *Cyprinidae*. U našim ulovima česte su unesene vrste - patuljasti somić, sunčanica i babuška. U ukupnom ulovu po brojnosti su najčešće vrste uklija, babuška, sunčanica i, u manjoj mjeri, gavčica i crvenperka. Količina pojedinih ulovljenih vrsta navedena je u Tablici 1 i na Slici 1. U ukupnom ulovu izlovljeno je najviše sunčanice i babuške.

Glede ulova po postajama, na postaji B1 izlovljeno je najviše crvenperke i sunčanice (30 primjeraka), na postaji B2 babuške (31), na B3 sunčanice (18), a na B5 uklije (Slike 3,4,5,6,7). Od ukupno 14 izlovljenih vrsta, većina su ribe lentičkih područja, odnosno stanovnici su jezera i sporednih rukavaca. Brojnost vrsta raste na mjestima gdje prestaje ujednačenost fizikalnih značajki. To su osobito prijelazi iz plitke u duboku vodu, obrasla mjesta ili prijelazi u dublji dio jezera. Prema tipu razmnožavanja i supstratu na koji odlažu jaja (Balon 1975), a koji sigurno imaju određenu ulogu u opstanku vrste prilikom promjene pojedinih značajki, u zajednici

riba prevladavaju fitofili. Unaprijed određene postaje bitno se ne razlikuju prema tipovima zajednica riba. Možda treba izdvojiti postaju B5, na kojoj je izlovljeno najviše riba u brojnosti i po broju vrsta (14).

Obilježja ihtiostrukture su slabi rast, ekonomski nezanimljive vrste i tek poneka sportski zanimljiva vrsta.

5.2. Kvantitativni sastav ribljeg fonda

Sastav i stanje ribljeg fonda utvrđeni su na osnovi terenskih istraživanja u 2 godišnja doba. Ukupan broj od 14 vrsta izlovljenih riba manji je od broja uobičajenog za miješani tip lentičkog i lotičkog staništa. Ukupna biomasa pokazuje da je istraženo područje bogato naseljeno dvjema vrstama: babuškom iz porodice *Cyprinidae* i sunčanicom iz porodice *Centrarcidae*. Uglavnom to su lentičke ili neutrofilne vrste riba. Iz porodice *Percidae* ulovljene su 2 vrste ukupne mase 1634 g (Tablica 2, Slika 2) U istraženom staništu postoji mogućnost prebivanja i drugih vrsta riba, koje našim lovnim naporima nisu bile izlovljene.

Dobivene vrijednosti temelje se na ulovu ribe na reprezentativnim postajama uz poznatu površinu izlova, "napor ribolova" i koeficijent selektivnosti upotrijebljenih ribolovnih alata. Izračunat je udio svake pojedine vrste riba i izražen kroz brojnost (kom/ha) i masu (kg/ha) u apsolutnim i relativnim (%) vrijednostima za ribolovno područje poznate površine. Kvantitativni sastav riblje zajednice prikazan je u Tablici A.

Tablica A: Procjena brojnosti i ihtiomas riba po hektaru na istraživanim postajama.

Vrsta	Broj riba	%	masa u kg	%
Deverika	191.1	7.35	2.16	1.2
Uklija	595.4	22.9	3.9	2.2
Babuška	525.2	20.38	147	82
Štuka	13	0.42	1.8	1
Pat.somić	80.6	4	1.26	0.7
Sunčanica	633.6	24.5	12.6	7
Rij.glavoč	5.46	0.2	0.01	0.001
Crvenperka	38.22	8,19	2.88	1.6
Grgeč	27.56	1.5	0.9	0.5
Bezribica	250.9	1.5	0.36	0.2
Gavčica	5.46	9.5	0.36	0.2
Bodorka	5.2	0.2	0.009	0.05
Crvenperka	213.2	8.2	2.88	1.6
Vel.vretenac	10.92	0.2	0.36	0.2
Smuđ	5.2	0.5	7.74	4.3
UKUPNO	2600	100.00	180	100.00

Prema rezultatima, može se zaključiti da istraživano područje na postajama B1,B2,B3,B4 i B5 naseljavaju ribe koje pripadaju nizinskom tipu voda. Na svim postajama prisutne su ribe lentičkog tipa, limnofilnog karaktera, dok su u području postaje B5 više prisutne reofilne vrste. Iz tablice A, u usporedbi s teoretskom populacijom ovih područja, vidi se da su antropogeni utjecaji izazvali nestanak određenih vrsta, relativno malu veličinu populacije ekonomski zanimljivih vrsta, promjenu prevladavajućih vrsta, smanjenje broja porodica u sustavu, te promjenu ukupne ihtiomas.

U svim staništima prisutna je euritopska vrsta babuška, dok česte reofilne vrste, kao dvoprugasta uklija, krkuša i mrena, nisu nađene. Struktura postojećih ribljih vrsta ukazuje, u ribarskom smislu, na ciprinidno degradirane zajednice. U našim

izlascima nisu opažene rijetke vrste riba koje možda žive na širem prostoru područja rijeke Bosut.

Pri utvrđivanju općeg stanja ihtioprodukcije važno je utvrditi dobnu strukturu riba jer o tome ovisi mogućnost razmnožavanja i obnove ribljeg fonda čitavog područja. Prevladavajuća vrsta riba na istraživanom području je babuška (20.38%), koja je zastupljena godištim, u rasponu od 0+ do +7. Prevladavaju godišta 4+ i 5+. Uz nju, značajno je zastupljena i deverika (22,9 %), ali s mlađim godištim. 0+ i 1+. Ostale vrste nisu uhvaćene u dovoljnom broju ili su hvatana pojedinačna godišta. Najstarija uhvaćena riba bila je babuška 8+, čija je masa bila 1.262 kg. Odnos ihtiofagnih vrsta prema mirnim vrstama, izražen kao odnos ukupne mase prema masi grabežljivaca, vrlo je nepovoljan.

Analiza pojedinih neparametričkih indeksa iznesena je u Tablici C. Simpsonov indeks raznolikosti za sve postaje iznosi 0.826. Najveća vrijednost indeksa dobivena je na postaji B5 i to 0.774, a redom su vrijednosti za postaje B1 = 0.785, B2 = 0.519 i B3 = 0.333. Shannon-Wienerov indeks raznolikosti za sve postaje kao cjelinu iznosi 2.788. Najveća vrijednost ovog indeksa zabilježena je na postaji B5 = 2.564. Postaje B1, B2 i B3 imale su vrijednosti: 2.312, 1.473 i 0.957. Vrlo slične odnose daje i Brillouinov indeks.

Cijela populacija kod modela logaritamske serije ima vrijednost alfa od 2.704, a X-vrijednost iznosi 0.99453. Teorijska krivulja i dobivena funkcija pokazuju dobro preklapanje u općoj krivulji.

5.3. Ihtioprodukcija

Prema analizi edafskih, fizikalno-kemijskih te bioloških čimbenika, ribolovno područje trofički pripada jako produktivnom tipu voda. Produkcija vodotoka dobivena je na temelju svih čimbenika biološke produkcije i na temelju općih limnoloških fizikalno-kemijskih čimbenika. Procjena ihtiomase iz ulova iznosi 180 kg/ha, s godišnjom produkcijom od 60 kg/ha i daleko je manja od moguće, što je vjerojatno posljedica nepovoljnih uvjeta u vodotoku.

5.4. Obilježja ključnih vrsta riba na području istraživanja

U ovom dijelu izneseni su podaci o pojedinim važnim i ključnim vrstama zajednice riba kojih nema na tom području, a trebale bi biti, te značajke prisutnih vrsta istraživanog područja. Iz bioloških značajki vrsta može se rekonstruirati stanje biotopa, koja zajednica prevladava, stanje populacije s obzirom na brojnost, te odnos prema drugim vrstama.

Staništa laguna, ritova i rukavaca povezanih sa rijekom imaju vrlo važnu ulogu u očuvanju populacija pojedinih zajednica riba. Regulacije rijeka u praksi uklanjaju hidrološki i geomorfološki dinamizam, te odvajaju rijeku od naplavne zone.

1. Zajednica riba u kojoj se javljaju crvenperka, čikov, babuška i bjelica vezane su za naplavne bare, depresije i nepovezane kanale, često odvojene od glavne rijeke. Ova rubna zajednica riba donekle je opstala. Linjak i crvenperka izrazito su vezani za vodenu vegetaciju naplavnih zona, a sve vrste izdrže izrazite oscilacije u količini otopljenog kisika.

2. Zajednica povremenih korisnika naplavne zone, odnosno riječnih riba koje su načinom života u pojedinim sezonama vezane uz poplavne i plitke litoralne zone, u Bosutu ne postoji. U ovoj zajednici inače dolaze: podust (*Chondrostoma nasus*), bolen (*Aspius aspius*) i kosalj (*Abramis balerus*).

3. Izrazito riječne vrste, koje nikada ne napuštaju rijeku, su potočna pastrva (*Salmo trutta*), jez (*Leuciscus idus*), mrena (*Barbus barbus*), dvoprugasta uklija (*Alburnoides bipunctatus*), mali vretenac (*Zingel streber*), prugasti balavac (*Gymnocephalus scraetser*), peš (*Cottus gobio*) i brkica (*Neomacheilus barbatulus*). Na istraživanom potezu ove vrste nisu nađene. Najveći utjecaj na promatrane populacije i tip zajednice riba imaju abiotički čimbenici, kao brzina i kakvoća vode, i s tim u vezi je povećanje eutrofije i smanjena zona poplava.

Promatramo li vrste pojedinačno, može se naglasiti slijedeće:

Štuka je nekad predstavljala ključnog predatora zajednice riba prirodnih staništa sliva rijeke Bosut. U našim ulovima nađeni su samo mlađi primjerci, dok športski ribolovci nalaze i primjerke do 8 kg. Prema mjestu odlaganja ikre, a i

zadržavanja, štika voli biljem obrasle vode. U jezeru su videni srednje veliki primjerci. Populacija štuke trpi od prelova. U nekadašnjoj prirodnoj rijeci Bosutu štika je bila glavni predator ciprinidne zajednice. Ta vrsta najviše lovi crvenperku i linjka u tipičnim staništima, te grgeča, deveriku i bodorku u jezerskim staništima. Utrošak mase riba za kilogram prirasta iznosi oko 8.0 kg. Mrijest nastupa nestankom leda pri temperaturi od 4 do 6^o C. Populacija štuke izravno je razmjerna s površinom poplavnih zona.

Smuđ spada u limnofilne vrste. Glavni je predator i ključna vrsta srednje do visokoeutrofnih voda. Smuđ voli dublje vode sa stabilnom količinom otopljenog kisika, što ovdje nije slučaj. U području istraživanja količine smuđa su izrazito male. Ova se vrsta inače mrijesti u čistoj i prozirnoj vodi.

Deverika pripada limnofilnom kompleksu. U vodotoku Bosuta nađeni su brojni mali primjerci, a najveća je bila mase 55g. Ova vrsta nije bila naročito česta u našim ulovima, premda vjerujemo da su njene populacije u rijeci Bosut nešto veće od procijenjenih. Iznimno je djelotvorna planktonofagna vrsta, a također bolje skuplja faunu dna od svih drugih vrsta, pa čak i šarana. Čini se da su mogućnosti različite prehrane i prilagodba na lentičke uvjete glavni razlozi njezinog obitavanja u ovom vodotoku. Od posrednih utjecaja deverike na jezero valja spomenuti povećanje fitoplanktona, kao izravne posljedice smanjenja zooplanktona, te povećanje dostupnosti dušika uslijed izravnog fizičkog prekopavanja dna tijekom potrage za faunom dna. Izračunato je da na taj način ova vrsta prekopa oko 300-400% dna jezera. Prema supstratu na koji odlaže jaja spada u litofilnu skupinu. Aktivna je danju. Mlad je svojim aktivnostima vezana za dno.

Klen na ispitivanim postajama u rijeci Bosut nije ulovljen. To je vrlo čudno, jer je njegova brojnost u okolnim vodama više-manje stalna. Poznato je da klen kao mlada riba živi u jatu, a u starosti pojedinačno. Premda spada u reofilnu vrstu, jer živi pretežno u tekućicama, često se može javiti i u relativno stajaćim vodama. U uvjetima stajaće vode prevladava u ihtiofauni samo ako ona ima ulazne potoke ili riječice potrebne za njegov mrijest. Spada u fitolitofilnu skupinu, odlaže ikru na šljunak i na bilje. Tijekom života stalno mijenja prehranbene niše te je izrazito euritopna vrsta. U

algama iz obraštaja, nitastim algama, zoobentosom, planktonom i različitim kukcima. Dosegnuvši težinu od 200 mm, prelazi na prehranu ribom. Nestanak klena upozorava na izrazito lošu ihtiocenozu.

Grgeč je čest na svim istraženim postajama, premda su mu populacije nešto manje od očekivanih. To je limnofilna vrsta, koja naseljava ribnjake, mezotrofna jezera, te srednje i donje tokove rijeka. Mrijesti se od ožujka do lipnja. Ikru odlaže na bilje i kamenje te ga smatramo fitolitofilom. Kod prognoze razvoja ihtiofaune vjerujemo da su populacije grgeča veće od postojećih ulova.

Uklija, habitusom mala ribica, jedna je od najvažnijih prehrambenih komponenata za sve grabežljivce jezera. Premda nije bila lovljena u većoj količini, brojnost ove ribice je očita. U našim ulovima ima je samo na postaji B5. Za vrijeme vegetacijskog razdoblja ta se vrsta nalazi u zoni litorala, a kasnije je u pelagijalu. S prvim hladnoćama populacija nestaje iz vida, tako da se vrlo teško dobivaju podaci o biologiji i ekologiji ove vrste u zimsko doba. To je selektivna vrsta, s vrlo kratkim vijekom života i vrlo brzom obnovom populacija. Za razliku od grgeča, uklija može izdržati dosta velika onečišćenja. Kako ima mali habitus i brzu izmjenu naraštaja, vrlo je teško točno utvrditi njezinu brojnost, tako da su ukupne količine uvijek približne. Naše su procjene oko 550 jedinki/ha, s biomasom od 3.3 kg/ha. Prema izgledu populacije, postoji vjerojatnost sukcesivnog mrijesta u godini. Uklija se hrani samo planktonom. Populacije uklije nisu velike i ukazuju na stresno stanje istraživanog ekosustava.

Podust, premda ključna vrsta zajednice riba nekadašnjeg Bosuta, u područjima izlova nije nađen. Smeta mu onečišćenje vode i pregrade koje sprječavaju odlazak na mrijest. Za povećanje populacije potrebne su slobodne vode bez pregrada i postojanje prirodnih mrijestilišta.

Sunčanica je donesena u Europu 1887. godine. Proširila se po svim prikladnim vodotocima. Živi i razmnožava se u barama i ritovima te stalno stajacim vodama uz rijeke. Mrijesti se u svibnju i lipnju. Poznati je oportunist, svejed, a hrani se i s mlađi i ikrom drugih riba. U pojedinim područjima može imati eksplozivne populacije, kao što je to slučaj u Bosutu.

Babuška je izrazito otporna vrsta koja podnosi male količine kisika, nešto ispod 3 mg/l. U prvoj godini života hrani se planktonom, a kasnije faunom dna. Nije jatna riba, ali se ipak zadržava u većim skupinama. Mrijesti se u isto doba kao i šaran, krajem travnja i početkom svibnja. Spolno je zrela u trećoj godini života. Ikru odlaže na podvodno bilje. Najčešća je i ihtiomasom dominantna vrsta u vodotoku.

5.5. Struktura zajednice riba i njeni utjecaji na kakvoću vode

Iz ukupne mase riba i odnosa predatora i ostalih vrsta, kao i mase pojedinih vrsta, može se procijeniti utjecaj ihtiofaune na trofiju vode. Poznato je da na povećanje stupnja trofije najveći utjecaj imaju ciprinidne vrste. Uglavnom su to priobalne ribe koje u ishrani koriste faunu dna, pri čemu snažno kopaju i zamučivanjem vode potpomažu kruženje tvari u vodotoku. Prema sadašnjim procjenama, masom od 180 kg/ha, utjecaj ovih populacija nije velik. Nađene vrste su izrazito sitne vrste ciprinida, osim veće populacije babuške u količini od 147 kg/ha. Uklija svojom relativno malom veličinom i prehranom s velikom količinom krupnog zooplanktona samo povećava protok energije kroz neučinkovite lance prehrane. U slijedećoj tablici prikazani su utjecaji pojedinih vrsta na ukupnu trofiju vodotoka.

Utjecaj pojedinih vrsta na povećanje stupnja trofije u ekosustavu Bosuta

V r s t a	Ihtiomas po kg/ha	Način života			
		pelagijal	litoral	površina	dno
Štuka	1.8	-	++	+	+
Bodorka	0.009	-	++++	-	++
Uklija	3.3	+++	-	++	-
Deverika	2.16	++	++	-	+++
Crvenperka	2.88	++	++	-	++
Babuška	147	++	++	-	+++
Grgeč	0.9	+	+++	-	++
Smuđ	7.74	++	-	+	-+
Sunčanica	12.6	+	++	-	++
Patuljasti somić	3.9	-	+++	-	++

+ slab utjecaj

++++ jak utjecaj

Vrste riba podjeljene su prema području na kojemu se najčešće nalaze. Litoralne su one koje su češće uz obalu, a pelagijalne one koje su češće u otvorenoj vodi. Također je uzeta u obzir i podjela vrsta prema stupcu vode na površinske i pridnene. Istovremeno su prikazane mase riba pojedinih vrsta po jedinici površine (kg/ha). Uočljivo je da najviše utjecaja na ekosustav imaju one vrste koje se ovdje nalaze u većim količinama, ruju po dnu, a istovremeno su zastupljene s većom masom. Prema tablici to su babuška i patuljasti somić. S obzirom na ihtiomasu, ostale vrste riba predstavljaju daleko manju opasnost za povećani utjecaj na ukupnu trofiju vode.

Na intenzitet biološkog razvoja, a time i na kakvoću vode, veliki utjecaj ima čitav niz čimbenika. Intenzivniji biološki razvoj u vodotoku dovodi do pogoršanja kakvoće vode, čime se smanjuje njegova uporabna vrijednost i tako onemogućuje normalno korištenje za razne druge namjene.

Na temelju istraživanja bio-ekoloških značajki rijeke Bosut, koja su provedena u sklopu studije, vidi se da u vodotoku vladaju nepovoljni uvjeti za razvoj bentoske i zooplanktonske životne zajednice. Proizlazi da je na istraživanim postajama kakvoća vode u granicama III klase boniteta, što odgovara betamezosaprobnim vodama.

Razne vrste riba prema specifičnim fiziološkim svojstvima za svoje održavanje zahtjevaju razne tipove ishrane, te se mogu uspješno koristiti kao biološki regulatori uspostave i održavanja određenog stupnja trofije.

Za poboljšanje kakvoće vode i održavanje najpovoljnijih biocenoza u vodotoku treba nasađivati nekoliko vrsta biljojeda. Za regulaciju razvoja višeg vodenog bilja treba nasaditi bijelog amura (*Ctenopharyngodon idella*), za regulaciju količine fitoplanktona bijelog glavaša (*Hypophthalmichthys molitrix*), za regulaciju količine zooplanktona sivog glavaša (*Aristichthys nobilis*) i za regulaciju ihtiocenoza smuđa (*Stizostedion lucioperca*).

U sadašnjim uvjetima vodotok pripada mezotrofnom, s tendencijom prema eutrofnom stupnju.

Način budućeg gospodarenja možemo sažeti u dva osnovna smjera:

1. Stvaranje optimalne kvalitativno - kvantitativne ihtiostrukture
2. Održavanje i zaštita kakvoće vode uz održavanje poželjne ihtiostrukture

5.6. Mjere za stvaranje optimalne ihtiostrukture u hidrosistemu

Poznavajući postojeće ihtiološke te ostale biotopske značajke ovog područja, držimo da postojeća ihtiostuktura, uz prisutnu vodenu floru, mora doživjeti neke izmjene. Najvažnije bi bilo poboljšati kemijske značajke kakvoće vode, a tada povećati brojnost poželjnih vrsta riba. Smanjenje prisutne vodene vegetacije treba provoditi unosom odgovarajućih vrsta riba čija aktivnost smanjuje eutrofizaciju ovog vodenog biotopa. Potrebno je unijeti ihtioregulacijske vrste (smuđa) te biljne regulatore (amura, bijelog i sivog glavaša). Također, za povećanje populacije šarana, kao vrste zanimljive sportskim ribolovcima, potrebno je i njega dodatno nasaditi. Stvaranje najpovoljnije ihtiostrukture predstavlja složen i dugotrajan proces. Mjere koje se donose u ovom trenutku zasnovane su na sadašnjem stanju i stoga sadašnji predloženi unos vrsta i ostalih normativa podliježu promjenama u kasnijim fazama, ovisno o postojećim postignutim rezultatima.

B. Plan za godišnji unos riba u vodotok

Vrsta ribe	Prosječna masa u g	Nasad kom/ha	kg/ha
Amur	400	30	12
	1000	15	15
Bjeli glavaš	10	50	0.5
	800	5	4
Sivi glavaš	400	10	4
Smuđ	200	15	3
Šaran	500	200-300	100-150

5.7. Poribljavanje vodotoka Bosut

Poribljavanje voda nakon neophodne rekonstrukcije i provedenih hidrotehničkih mjera, nezaobilazna je i značajna aktivnost, a treba se provesti u skladu s općim biološkim i ekološkim načelima.

U tu svrhu, mogu se nasaditi sve preporučene vrste koje postoje na tržištu. U vodotoku Bosut teži se stvaranju riblje populacije koja će u najvećem stupnju iskoristiti sve prehrambene niše i uz održanje kakvoće vode u granicama treće kategorije.

Glavni čimbenici koji pogoršavaju uvjete razmnožavanja na prirodnim staništima u ovom porječju su redom:

- Zagađivanje voda (nurijentima, detergentima, insekticidima ili pesticidima i drugim kemijskim tvarima) i nestašica kisika.
- Regulacija voda kojom se isušuju poplavna područja s idealnim uvjetima za mriješćenje pojedinih vrsta riba.
- Prirodni neprijatelji matičnih riba, ikre, ličnaka i mlađa (ihtiofagne ptice, te sunčanica, grgeč, patuljasti somić, žaba);
- Štetna aktivnost ljudi koji u doba mrijesta na području mrijestilišta svjesno ili nesvjesno ometaju ribe, ličinke i mlađ;
- Uništavanje obale

Radi očuvanja mjesta na kojima se mrijeste pojedine vrste riba potrebno je osigurati stalnu razinu vode za šaranske vrste u razdoblju od 1. travnja do 30. svibnja.

Za vrste kao što su štika i smuđ, potrebno je isto osigurati za razdoblje od veljače do travnja jer će uspjeh mrijesta, između ostalog, ovisiti i o količini vode u doba mriješćenja.

U neposrednoj blizini vodotoka potrebno je ograničiti svaku poljoprivrednu aktivnost. Posebno je važno spriječiti ispiranje štetnih tvari (pesticida, insekticida i dr.) koje mogu u vrlo malim količinama biti toksične za ribu.

Na području istraživanog dijela vodotoka ne postoje povoljni uvjeti za prirodno mriješćenje ekonomski važnih vrsta riba. U porječju Bosuta potrebno je definirati

takva mjesta i u tom području zabraniti svaki ribolov za vrijeme mrijesta navedenih vrsta. Uspjeh mrijesta za navedene vrste ovisi o količini i uravnoteženosti razine vode. U samom razdoblju mrijesta moraju se povećati čuvarski naponi radi zaštite matica koje su tada dostupne krivolovcima.

Tablica 1. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut

Vrsta	Ukupno	
	Broj riba	%
<i>Abramis brama</i>	35	7.35
<i>Alburnus alburnus</i>	109	22.9
<i>Carassius auratus gibelio</i>	97	20.38
<i>Esox lucius</i>	2	0.42
<i>Ictalurus nebulosus</i>	15	3.15
<i>Lepomis gibbosus</i>	116	24.37
<i>Neogobius fluviatilis</i>	1	0.21
<i>Perca fluviatilis</i>	7	1.47
<i>Pseudorasbora parva</i>	5	1.05
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	46	9.66
<i>Rutilus rutilus</i>	1	0.21
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	39	8.19
<i>Stizostedion lucioperca</i>	2	0.42
<i>Zingel zingel</i>	1	0.21
Ukupno	476	100

Tablica 2. Struktura biomase riba u rijeci Bosut

Vrsta	Ukupno	
	Biomasa	%
<i>Abramis brama</i>	425.2	1.18
<i>Alburnus alburnus</i>	794	2.21
<i>Carassius auratus gibelio</i>	29382	81.7
<i>Esox lucius</i>	356	0.99
<i>Ictalurus nebulosus</i>	280.2	0.78
<i>Lepomis gibbosus</i>	2190.4	6.09
<i>Neogobius fluviatilis</i>	7.6	0.02
<i>Perca fluviatilis</i>	167	0.46
<i>Pseudorasbora parva</i>	36	0.1
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	97	0.27
<i>Rutilus rutilus</i>	19	0.05
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	576.5	1.6
<i>Stizostedion lucioperca</i>	1547	4.3
<i>Zingel zingel</i>	87	0.24
Ukupno	35964.9	100

Tablica 3. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut po postajama

Vrsta	B1		B2		B3		B4		B5		Ukupno	
	Broj riba	%	Broj riba	%	Broj riba	%	Broj riba	%	Broj riba	%	Broj riba	%
<i>Abramis brama</i>									35	12.07	35	7.35
<i>Alburnus alburnus</i>									109	37.59	109	22.9
<i>Carassius auratus gibelio</i>	25	21.55	31	67.39			2	100	39	13.45	97	20.38
<i>Esox lucius</i>	1	0.86							1	0.34	2	0.42
<i>Ictalurus nebulosus</i>	4		2	4.35	1	4.55			8	2.76	15	3.15
<i>Lepomis gibbosus</i>	30	25.86	3	6.52	18	81.82			65	22.41	116	24.37
<i>Neogobius fluviatilis</i>									1	0.34	1	0.21
<i>Perca fluviatilis</i>					2	9.09			5	1.72	7	1.47
<i>Pseudorasbora parva</i>	3	2.59							2	0.69	5	1.05
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	23	19.83	8	17.39					15	5.17	46	9.65
<i>Rutilus rutilus</i>									1	0.34	1	0.21
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	30	25.86	2	4.35	1	4.55			6	2.07	39	8.19
<i>Stizostedion lucioperca</i>									2	0.69	2	0.42
<i>Zingel zingel</i>									1	0.34	1	0.21
Ukupno	116	100	46	100	22	100	2	100	290	100	476	100

Tablica 4. Struktura biomase riba u rijeci Bosut po postajama

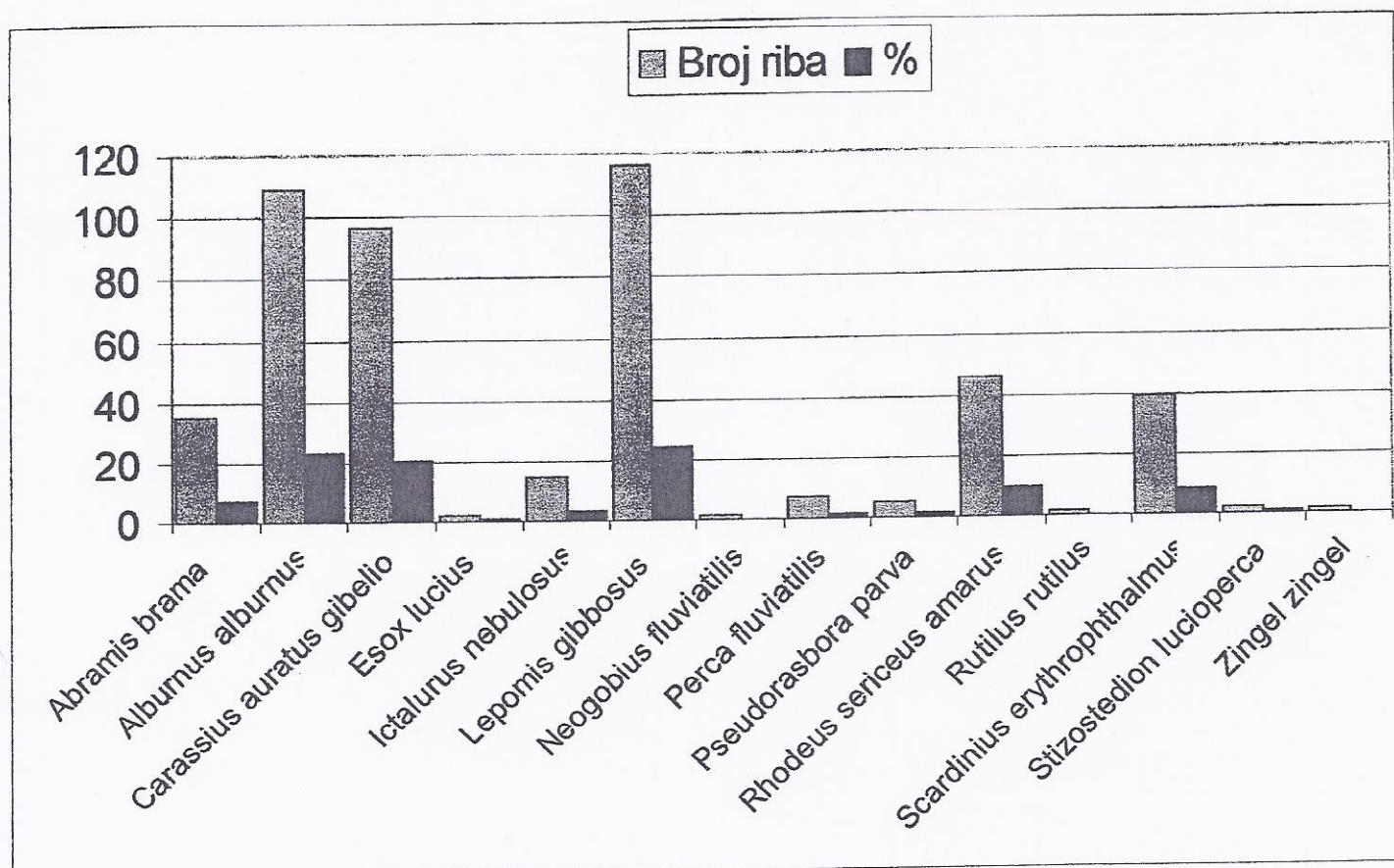
Postaja Vrsta	B1		B2		B3		B4		B5		Ukupno	
	masa / g	%	masa / g	%	masa / g	%	masa / g	%	masa / g	%	masa / g	%
<i>Abramis brama</i>									425.2	2.65	425.2	1.18
<i>Alburnus alburnus</i>									794	4.95	794	2.21
<i>Carassius auratus gibelio</i>	7698	83.26	9413	97.97			620	100	11651	72.69	29382	81.7
<i>Esox lucius</i>	203	2.2							153	0.95	356	0.99
<i>Ictalurus nebulosus</i>	89.2	0.96	74	0.77	19				98	0.61	280.2	0.78
<i>Lepomis gibbosus</i>	761.7	8.24	64	0.67	406	87.69			958.7	5.98	2190.4	6.09
<i>Neogobius fluviatilis</i>									7.6	0.05	7.6	0.02
<i>Perca fluviatilis</i>					36				131	0.82	167	0.46
<i>Pseudorasbora parva</i>	25	0.27							11	0.07	36	0.1
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	38.3	0.41	20	0.21					38.7	0.24	97	0.27
<i>Rutilus rutilus</i>									19	0.12	19	0.05
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	430	4.65	37	0.39	2	0.43			107.5	0.67	576.5	1.6
<i>Stizostedion lucioperca</i>									1547	9.65	1547	4.3
<i>Zingel zingel</i>									87	0.54	87	0.24
Ukupno	9245.2	100	9608	100	463	100	620	100	16028	100	35964.9	100

Tablica 5. Pregled ihtiiofaune u ulovu na rijeci Bosut

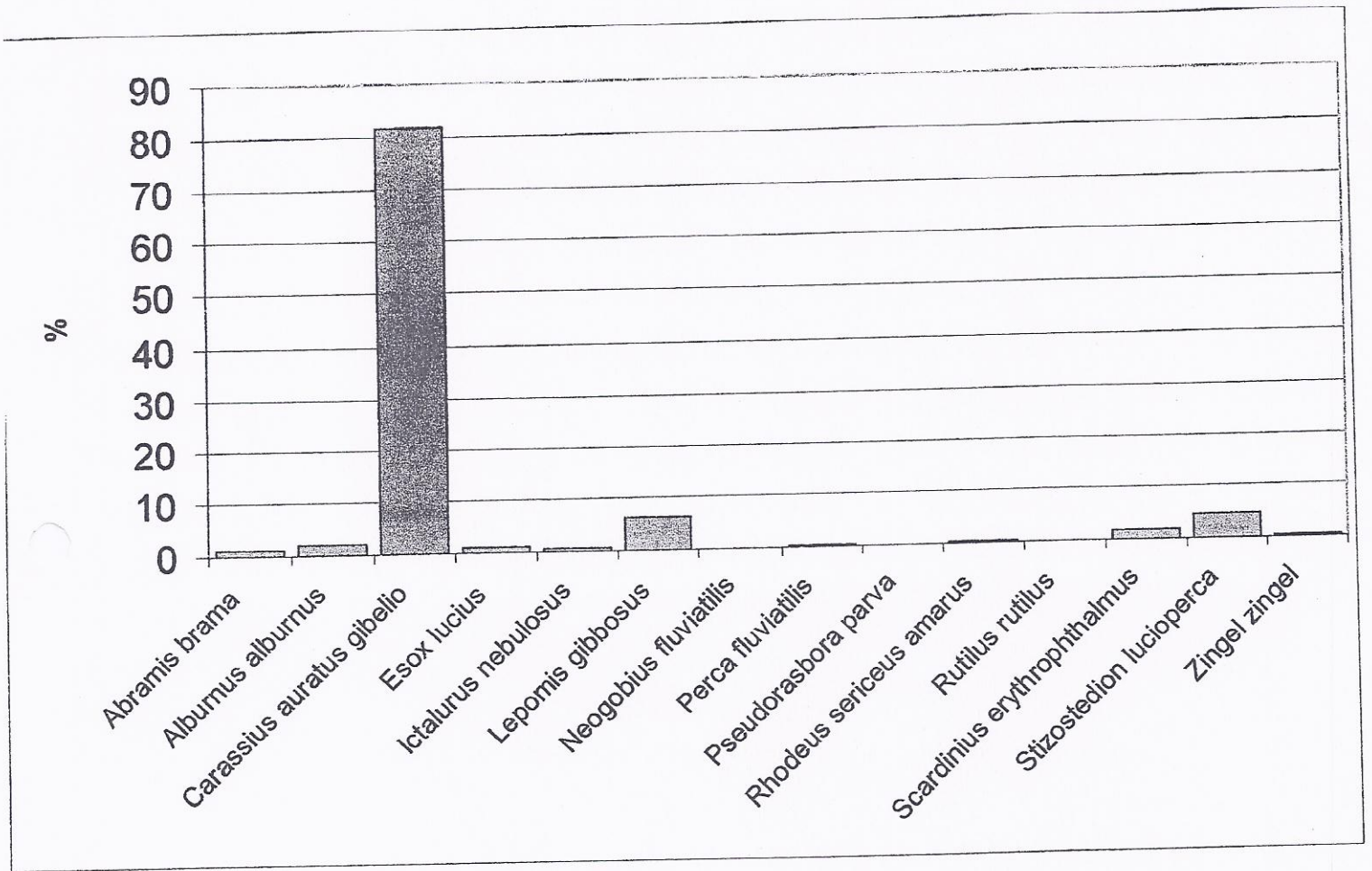
Vrsta	Broj riba	Ukupna masa / g	Prosječna masa / g	Najveća masa / g	Najmanja masa / g	Prosječna duljina / mm	Najveća duljina / mm	Najmanja duljina / mm
<i>Abramis brama</i>	35	425.2	12.1	55	1.5	92.7	167	62
<i>Alburnus alburnus</i>	109	794.0	7.3	15	3	103.2	128	87
<i>Carassius auratus gibelio</i>	97	29382.0	302.9	1262	37	242.8	385	125
<i>Esox lucius</i>	2	356.0	178.0	203	153	295.5	310	281
<i>Ictalurus nebulosus</i>	15	280.2	18.7	39	7.2	107.1	145	78
<i>Lepomis gibbosus</i>	116	2190.4	18.9	46	0.2	95.7	131	23
<i>Neogobius fluviatilis</i>	1	7.6	7.6	7.6	7.6	88.0	88	88
<i>Perca fluviatilis</i>	7	167.0	23.9	39	8	118.3	136	89
<i>Pseudorasbora parva</i>	5	36.0	7.2	15	3	89.8	110	72
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	46	97.0	2.1	4	0.2	53.6	72	27
<i>Rutilus rutilus</i>	1	19.0	19.0	19	19	136.0	136	136
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	39	576.5	14.8	86	0.5	86.7	186	38
<i>Stizostedion lucioperca</i>	2	1547.0	773.5	779	768	457.0	460	454
<i>Zingel zingel</i>	1	87.0	87.0	87	87	232.0	232	232
Ukupno	476	35964.9	75.6	1262	0.2	125.7	460	23

Tablica 6. Struktura brojnosti i biomase riba tijekom listopada i studenog u rijeci Bosut

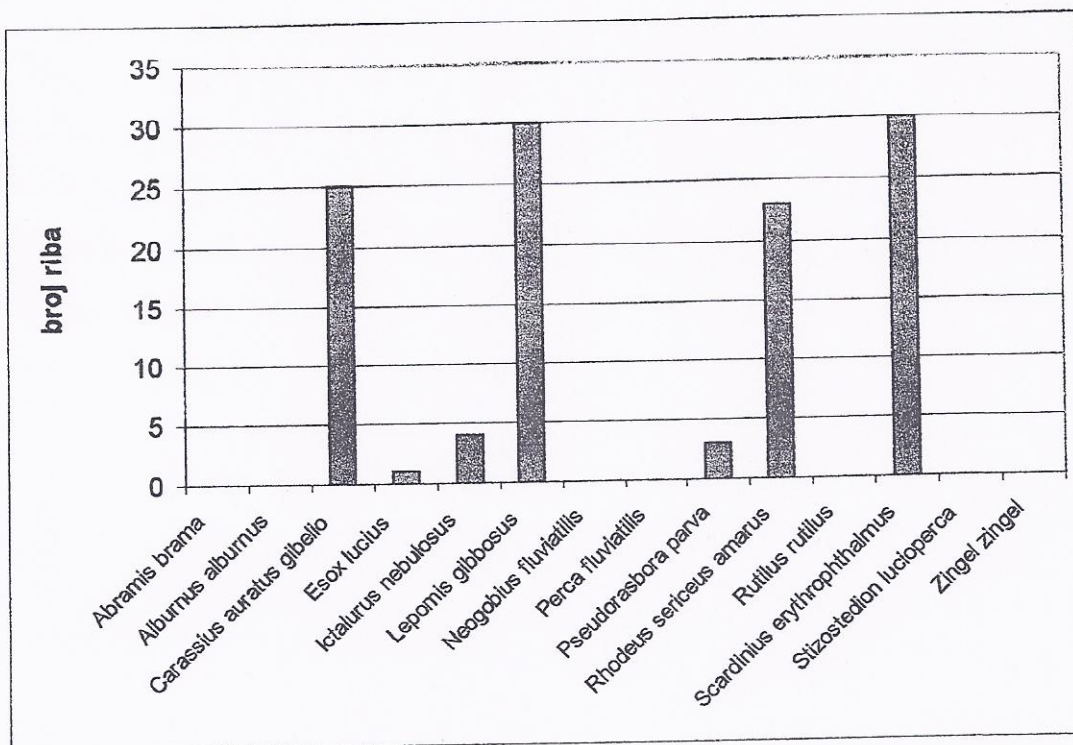
Vrsta	Listopad		Studen		Ukupan broj	Ukupna masa/g
	brojnost	masa/g	brojnost	masa/g		
Abramis brama	35	425.2			35	425.2
<i>Alburnus alburnus</i>	109	794			109	794
<i>Carassius auratus gibelio</i>	37	9601	60	19781	97	29382
<i>Esox lucius</i>	1	203	1	153	2	356
<i>Ictalurus nebulosus</i>	11	148.2	4	132	15	280.2
<i>Lepomis gibbosus</i>	81	1268.4	35	922	116	2190.4
<i>Neogobius fluviatilis</i>	1	7.6	0	0	1	7.6
<i>Perca fluviatilis</i>	5	131	2	36	7	167
<i>Pseudorasbora parva</i>	2	11	3	25	5	36
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	32	64.5	14	32.5	46	97
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	1	19	1	19
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	29	284.5	10	292	39	576.5
<i>Stizostedion lucioperca</i>	2	1547			2	1547
<i>Zingel zingel</i>	1	87			1	87
Ukupno	346	14572	130	21393	476	35964.9



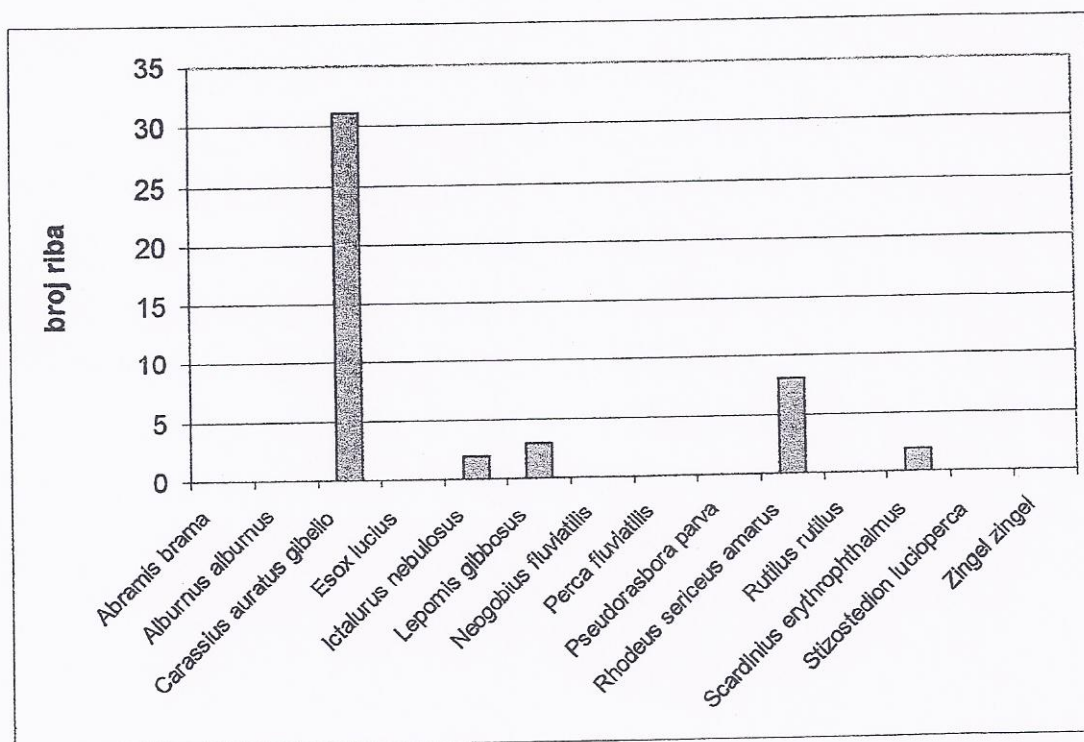
Slika 1. Apsolutna i relativna brojnost riba u ulovu na rijeci Bosut



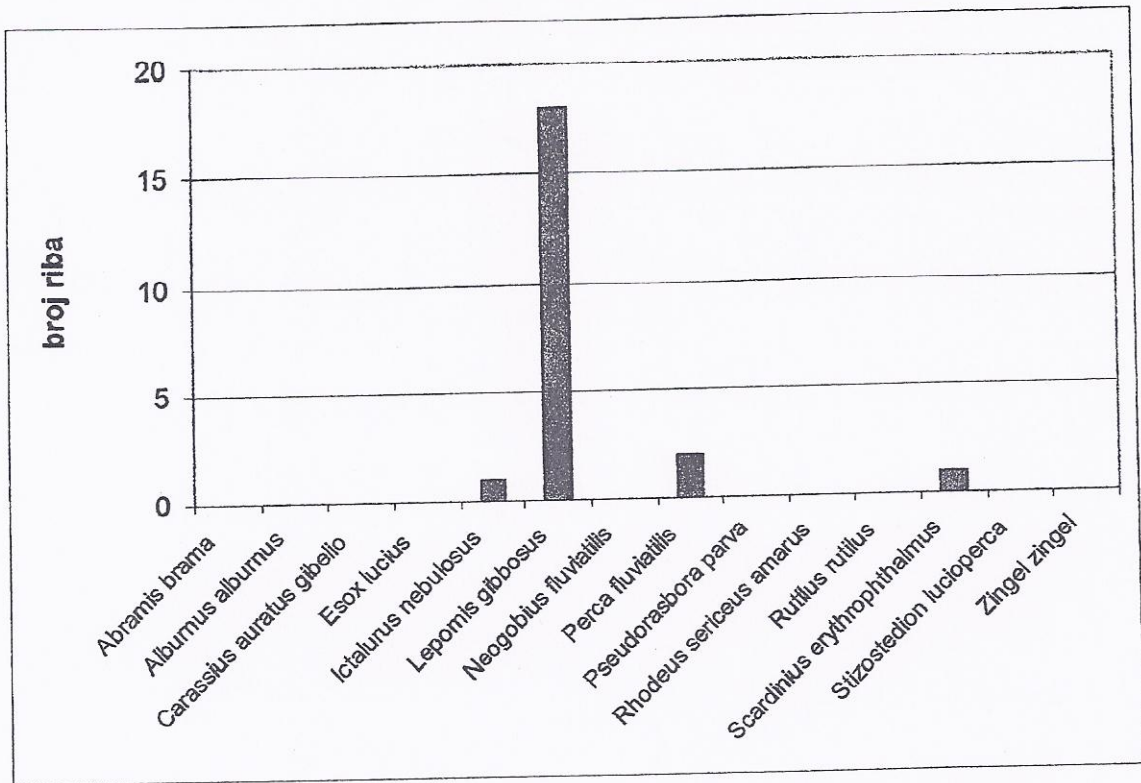
Slika 2. Relativna biomasa riba u ulovu na rijeci Bosut



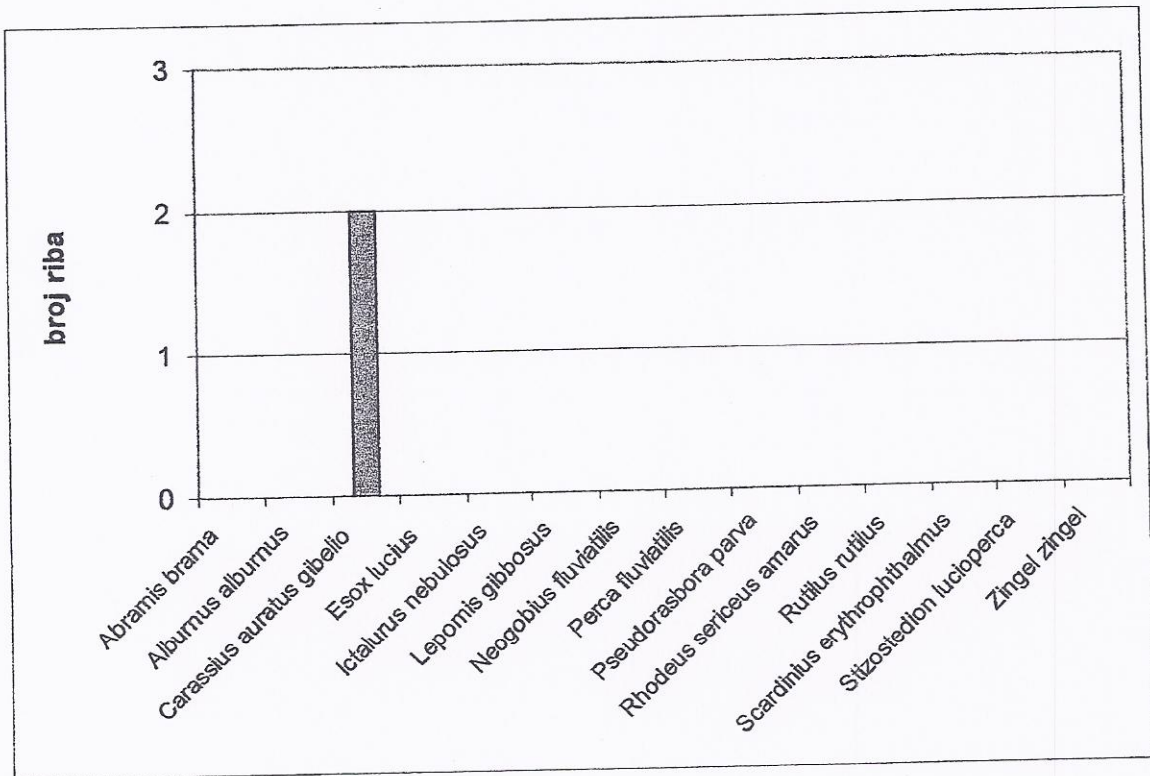
Slika 3. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut na postaji B1



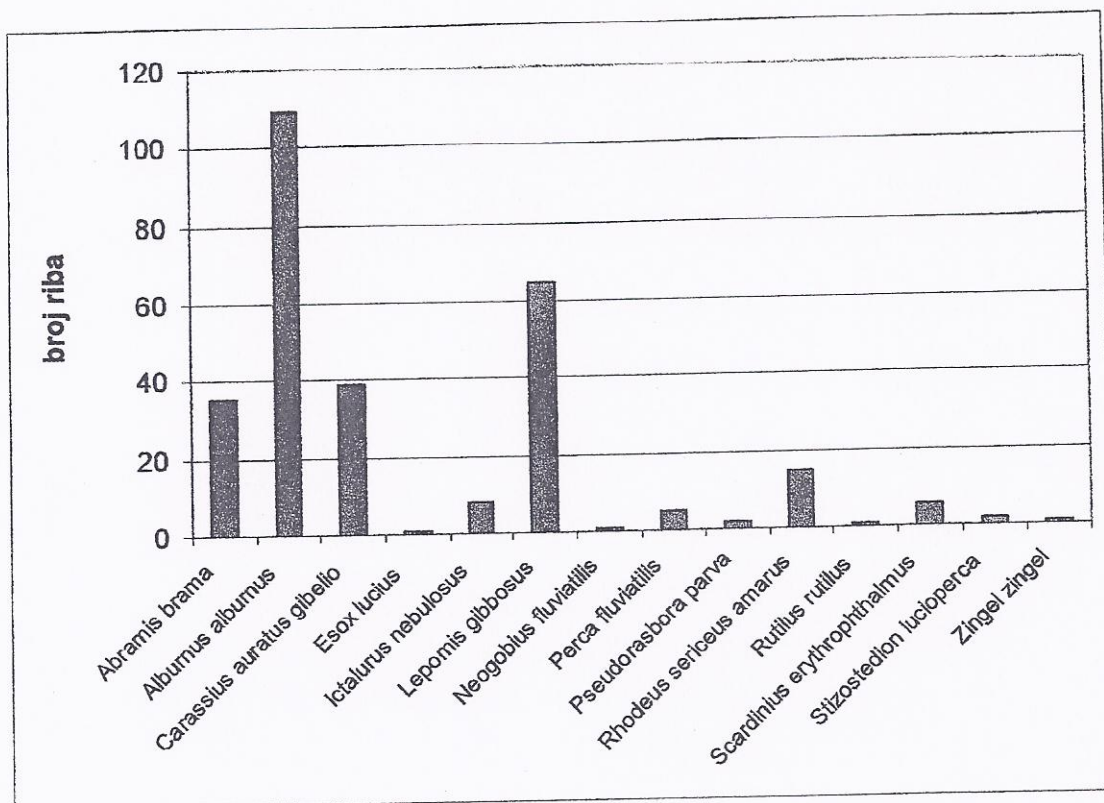
Slika 4. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut na postaji B2



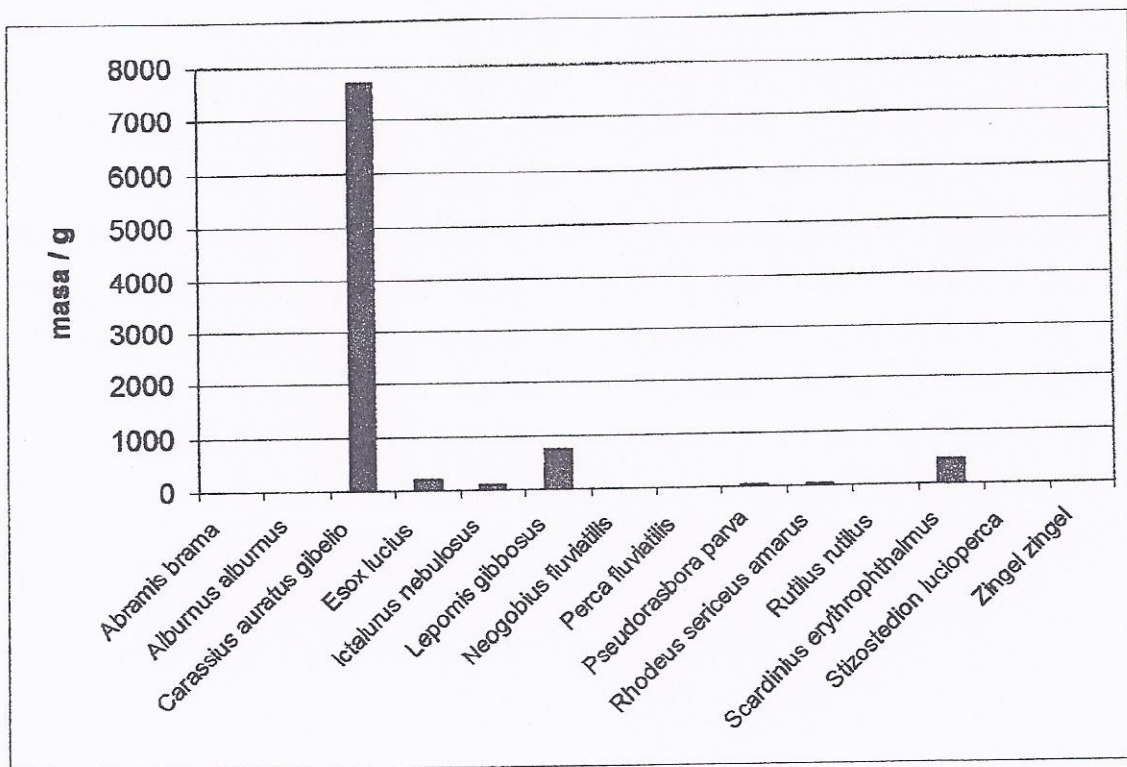
Slika 5. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut na postaji B3



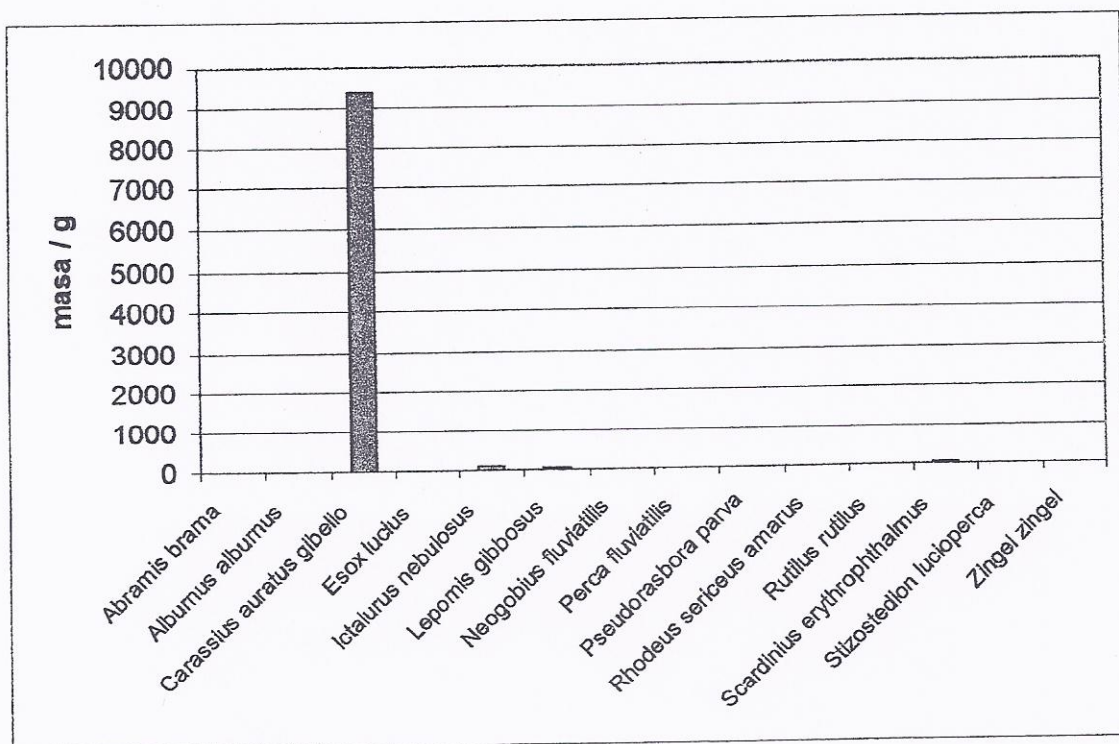
Slika 6. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut na postaji B4



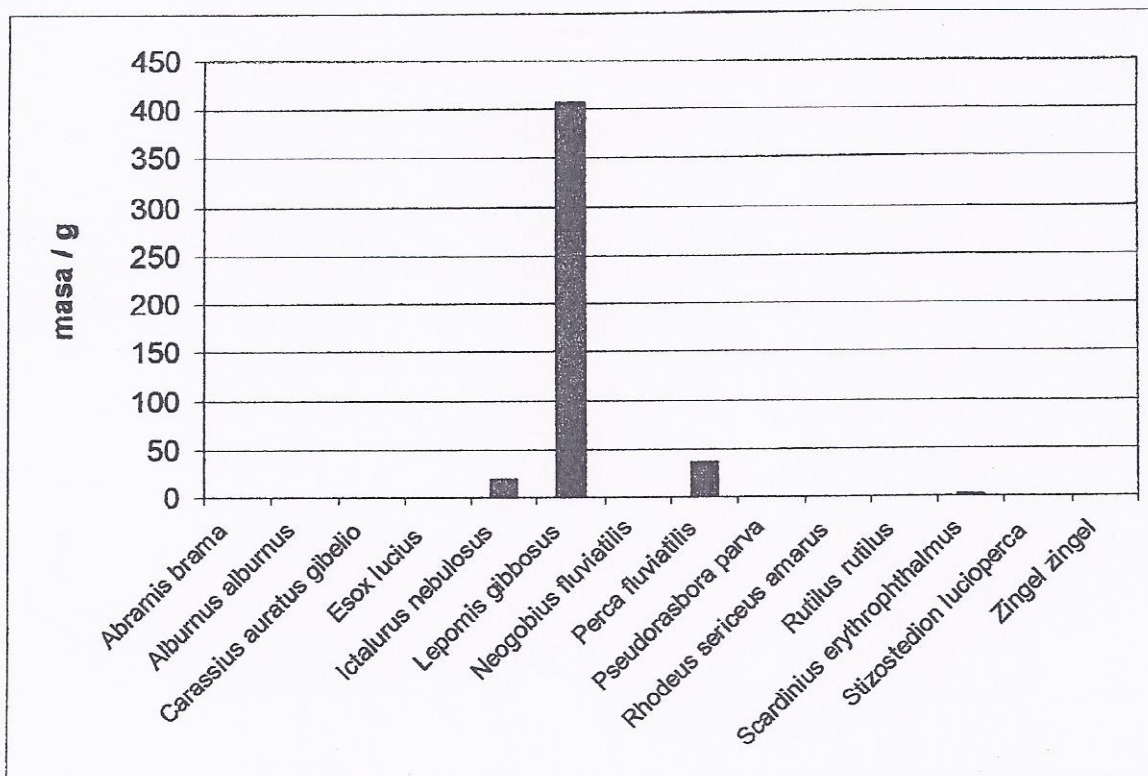
Slika 7. Struktura brojnosti riba u rijeci Bosut na postaji B5



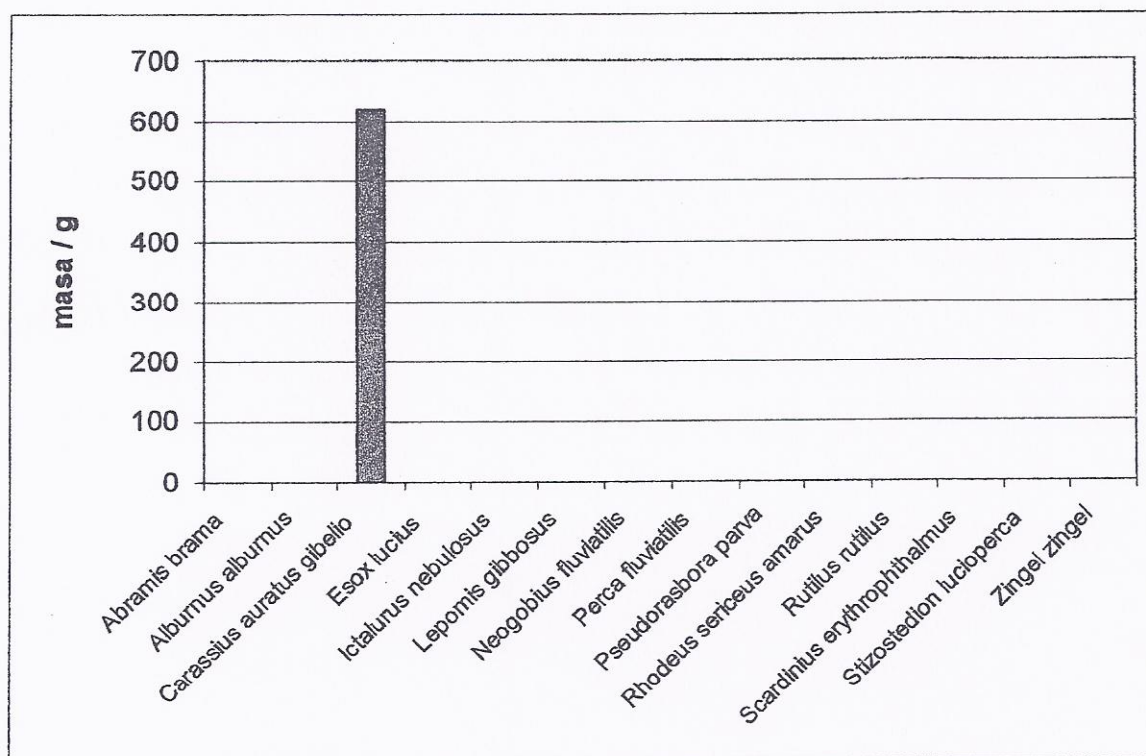
Slika 8. Struktura biomase riba u rijeci Bosut na postaji B1



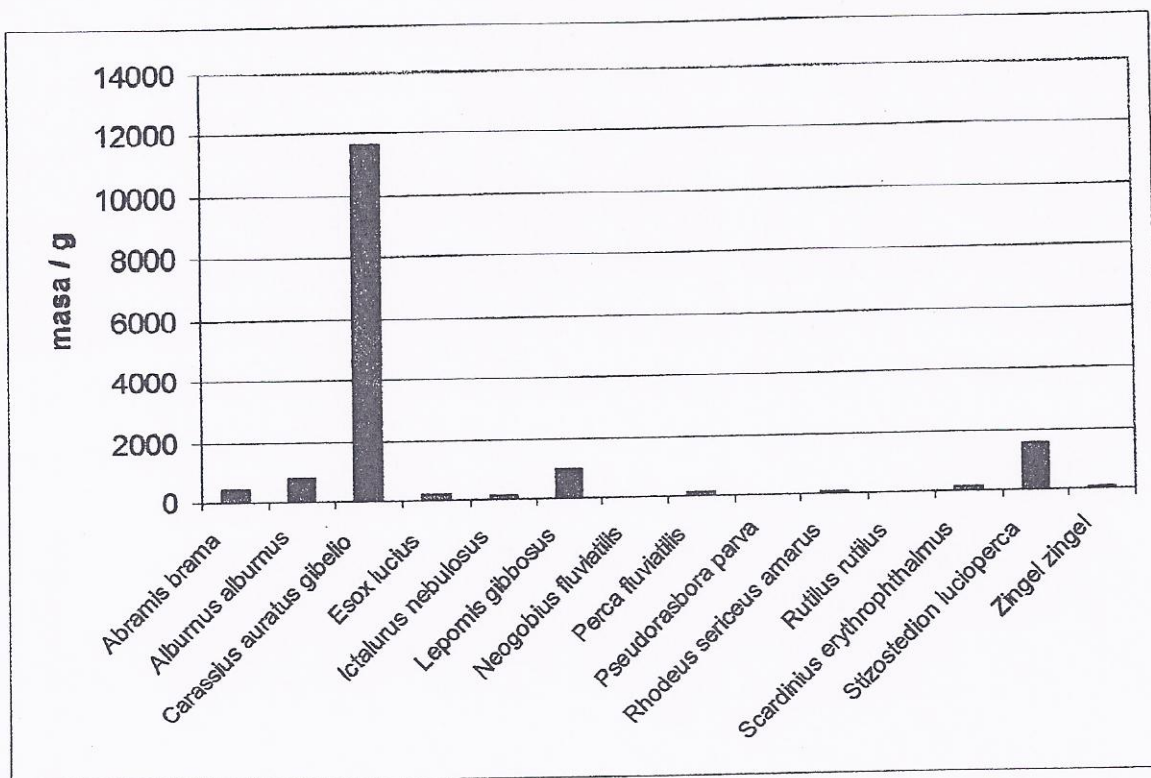
Slika 9. Struktura biomase riba u rijeci Bosut na postaji B2



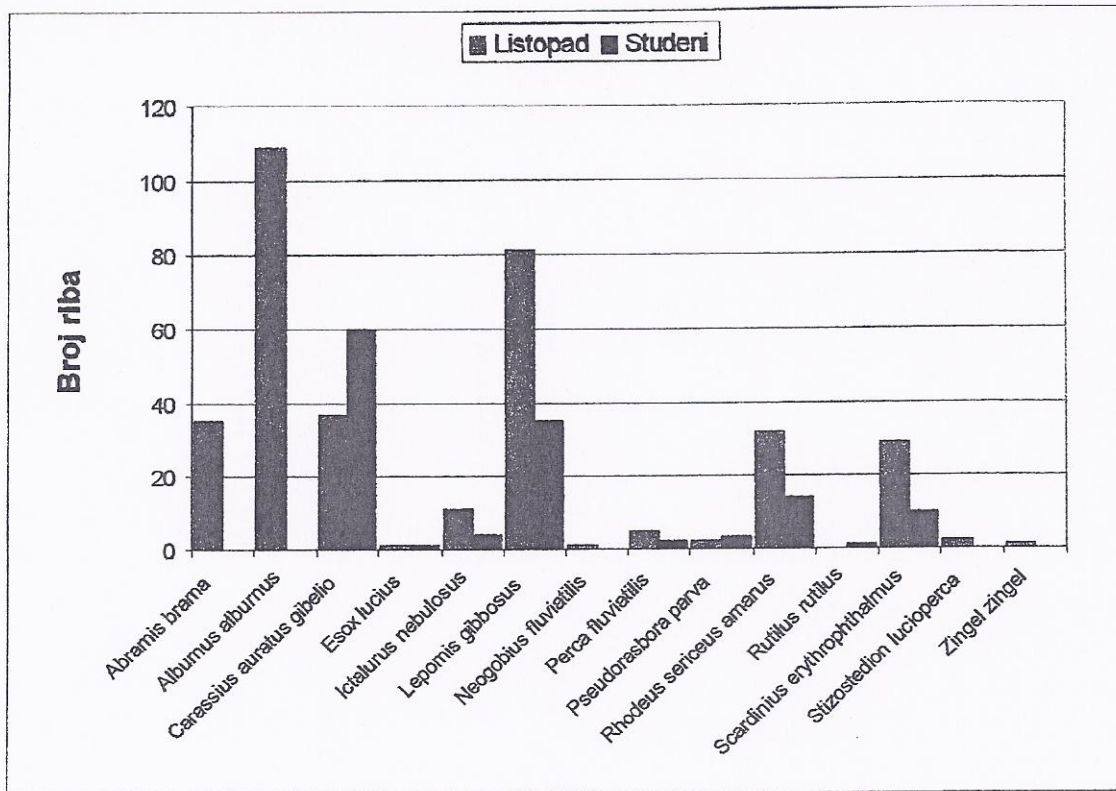
Slika 10. Struktura biomase riba u rijeci Bosut na postaji B3



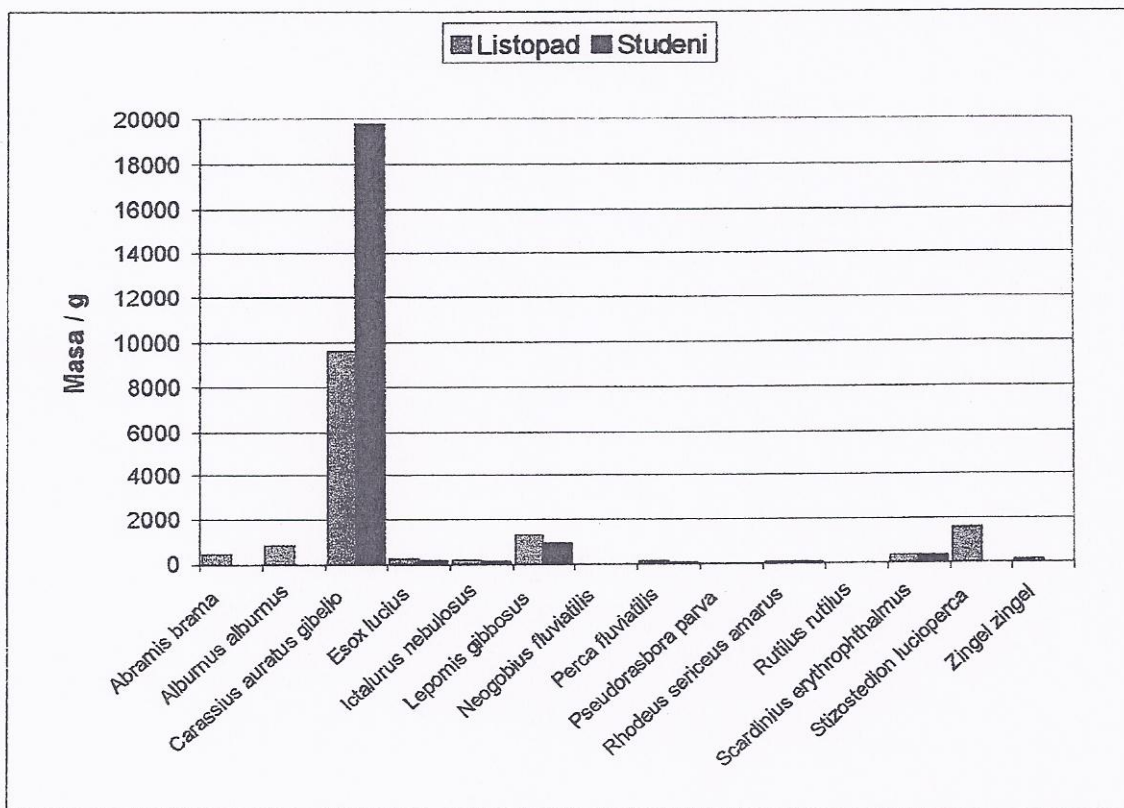
Slika 11. Struktura biomase riba u rijeci Bosut na postaji B4



Slika 12. Struktura biomase riba u rijeci Bosut na postaji B5



Slika 13. Struktura biomase riba tijekom listopada i studenog u rijeci Bosut



Slika 14. Struktura brojnosti riba tijekom listopada i studenog u rijeci Bosut

6. TOKSIKOLOŠKI PARAMETRI

U svrhu prikupljanja materijala za utvrđivanje toksikoloških parametara potrebnih za definiranje akvatičnog ekosustava rijeke Bosut na području grada Vinkovaca proveden je izlov riba elektroribolovnim agregatom. Za laboratorijska istraživanja uzeti su od grabežljivih vrsta riba smuđ () i štika (*Esox lucius* L.), a od omnivora skupni uzorak babuške (*Carassius auratus* G.). Također je uzet uzorak sedimenta, te voda. U svim uzorcima prispjelim u laboratorij istražena je količina žive, olova i kadmija. Rezultati istraživanja prikazani su u tablici.

		Hg	Pb	Cd
		(vlažna težina µg/g)		
Smuđ (46 cm)	mišić	0,208	0,02	0,068
	jetra	0,085	0,08	0,112
	bubreg	0,141	0,40	<0,005
Štika (30 cm)	mišić	0,101	0,05	<0,005
	jetra	0,052		0,064
Babuške (28-30 cm) (skupni uzorak)	mišić	0,146	0,05	0,072
	jetra	0,015	0,06	0,073
	bubreg	0,049	0,21	0,179
Sediment		(suha težina µg/g)		
		0,493	33,40	3,49
Voda		µg/l	mg/l	mg/l
		<0,01	<0,001	0,032

6.1. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Količina navedenih rezultata nedostatna je za konačnu interpretaciju, koncentracije gore navedenih kovina u tkivima istraženih riba, sedimenta i vode mogu se usporediti s objavljenim rezultatima (Srebočan i sur. 1993, 1995. i 1997, Vet. arhiv) o koncentracijama spomenutih kovina u rijekama i ribnjacima u R Hrvatskoj. Ti rezultati slično kao i gore navedeni pokazuju da je živa u najvišim koncentracijama prisutna u mesoždernih riba (štuka, smuđ) dok su olovom zagađenije omnivorne ribe (babuška) koje se hrane i žive pri dnu. Treba naglasiti da su koncentracije spomenutih kovina u mišićnom tkivu istraženih riba ispod onih koje zakon dozvoljava kao maksimalne. U sedimentu je relativno visoka koncentracija olova. Slične koncentracije (9,31-30,22 µg/g) utvrđene su u sedimentu većine ribnjaka u R Hrvatskoj, na kojima je sediment kontaminiran olovom zbog dugotrajne prakse odstrela ptica močvarica olovnom sačmom. Koncentracija kadmija, kao i olova, u sedimentu rijeke Bosut vjerojatno je odraz intenzivne poljoprivrede (fosfatna gnojiva sadrže kadmij) i industrije na tom području. Koncentracije žive i olova u vodi su niske no koncentracija kadmija je povišena i prelazi koncentraciju od 0,0005-0,005 µg/g koje propisuje Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98) za vode III-V kategorije.

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Bosut je u čitavom svom toku troma i spora rijeka plitkog i relativno širokog korita. Zbog velikog slivnog područja, koje iznosi čak 3.272 km², za vrijeme kišnog razdoblja (jesen, zima, proljeće) u gornji i srednji tok Bosuta slijevaju se velike količine vode opterećene otpadnim tvarima iz naselja, industrijskih postrojenja, ali i sa šumskih i obradivih površina. No, najveći je onečišćivač grad Vinkovci, čije se otpadne vode (domaćinstva i industrija) direktno, bez pročišćavanja, upuštaju u Bosut. Posebno je negativan utjecaj otpadnih voda izražen tijekom sušnog dijela godine kada su dotoci s uzvodnog dijela toka izrazito slabi ili čak potpuno prestaju.

Prema tome, dio toka Bosuta na području Vinkovaca uglavnom služi kao taložnica otpadnih voda grada.

Putem brojnih drenažnih kanala i postojećih vodotokova u Bosut dolaze znatne količine otpadnih voda s oranica, naselja i industrijskih postrojenja, što se drastično odražava na kakvoću njegove vode.

Prema novijim istraživanjima, već početni dio toka Bosuta, na potezu između Gradišta (Stari Bosut) i Cerne, te u svom srednjem toku izgledom podsjeća na baru. U ljetnom razdoblju gusto isprepletено водено bilje stvara zelenu membranu, debelu nekoliko centimetara, koja prekriva čitavu vodenu površinu. Boja vode varira od sivo zelene do smeđe. Rezultati kemijskih analiza pokazuju velike varijacije u koncentraciji otopljenog kisika od 0 mg/l (IX i X mjesec) do 8,54 mg/l. U razdoblju kada koncentracija otopljenog kisika padne na nulu, u vodi je velika koncentracija organske tvari, amonijaka i suspendiranih čestica. Postotak zasićenosti vode kisikom je u prosjeku 35%. Prema srednjim vrijednostima kemijskih i bakterioloških analiza na ovom profilu, Bosut je vodotok na prijelazu između VI i V kategorije (Uredba o klasifikaciji voda 1998). Istraživanja provedena tijekom 1996. godine (proljeće, ljeto i jesen), također su pokazala izrazito lošu kakvoću vode (Kerovec i sur. 1997). Naime, u proljeće je zasićenje vode kisikom iznosilo 35%, ljeti je palo na oko 10%, a u jesen je na 2 m dubine zabilježen potpuni nedostatak kisika.

Bosut nizvodno od Vinkovaca recipijent je otpadnih voda grada i industrijskih postrojenja, koje se direktno, bez pročišćavanja, upuštaju u vodotok. Strme obale Bosuta često služe kao deponija smeća. Koncentracija otopljenog kisika u vodi najmanja je u jesen 0,86 mg/l (postotak zasićenosti vode kisikom 7,2), a najveća krajem proljeća 19,84

mg/l. Kod smanjene koncentracije otopljenog kisika, povećana je koncentracija organske tvari, amonijaka (11,55 mg N/l), biološka potrošnja kisika nakon pet dana (29 mg O₂/l), a porastao je i broj koliformnih bakterija (NBK u 100 ml je 240.000). Dobiveni rezultati najvjerojatnije su posljedica ispuštanja većih količina otpadnih voda gradskog kolektora i industrije. Po rezultatima analiza, to je vodotok IV kategorije, a po bakteriološkim analizama vodotok V kategorije. To potvrđuju i kemijska i biološka istraživanja iz 1982. god., kao i ranija.

Temeljem rezultata ovogodišnjih istraživanja (listopad i studeni) fizikalno-kemijskih obilježja, obilježja fitoplanktona, zooplanktona i bentosa, izložit ćemo obilježja kakvoće i trofije vode u istraživanom dijelu toka Bosuta.

7.1. Fizikalno-kemijska obilježja

Tijekom listopada koncentracija kisika u vodi i zasićenje kisikom vrlo variraju na pojedinim postajama. Ispred Vinkovaca zasićenje je oko 60%, a u Vinkovcima i neposredno iza njih utvrđeno je stanje hipersaturacije (129% i 145%). Ovako visoka saturacija može jedino biti posljedica velike količine podvodne vegetacije i fitoplanktona koji tijekom dana u procesu fotosinteze u vodu oslobađaju kisik. O produkciji fitoplanktona govori nam koncentracija klorofila *a* koja se kreće od 6,5 – 27,4 µg/l. Količina organskih tvari u vodi vrlo velika na svim postajama: BPK₅ je između 15 i 50 mg O₂/l. Prethodna istraživanja potvrđuju ove pretpostavke.

Tijekom naših istraživanja na postajama prije Vinkovaca (B1 i B2), te u Vinkovcima B3, količine amonijaka su relativno male, dok je koncentracija nitrata velika. Na tom dijelu toka dušikovi spojevi potpuno su razgrađeni. Međutim, na postaji B4 situacija je upravo suprotna: koncentracija amonijaka je velika, što pokazuje da je razgradnja organskih spojeva koji sadrže dušik ograničena malom količinom kisika.

Tijekom studenog kakvoće vode u istraživanom dijelu toka Bosuta također je loša. Zasićenje kisikom manje je nego u listopadu, iako su temperature vode znatno niže. Koncentracije amonijaka povećale su se neposredno ispred i iza Vinkovaca, ali i u samim Vinkovcima. Primarna produkcija je smanjena (koncentracija klorofila manja od 2µg/l), ali je količina organskih tvari iskazana kao BPK₅ još uvijek velika. Može se pretpostaviti da je na tom dijelu toka razgradnja limitirana niskom temperaturom, a oksidacija dušikovih spojeva nedostatnom količinom kisika. Na postaji B5, iako se nalazi nizvodno

da je na tom dijelu toka razgradnja limitirana niskom temperaturom, a oksidacija dušikovih spojeva nedostatnom količinom kisika. Na postaji B5, iako se nalazi nizvodno od Vinkovaca, stanje je nešto bolje. Koncentracija kisika je veća, elektroprovodljivost, ukupna količina soli, koncentracija amonijaka i fosfora su manje, dok je količina organskih tvari na analitičkoj nuli.

Na temelju granične vrijednosti fizikalno-kemijskih i bioloških parametara prema "Uredbi o klasifikaciji voda" (1998), izvršena je i kategorizacija istraživnog dijela toka Bosuta. Za procjenu su uzete u obzir srednje vrijednosti mjerenja u listopadu i studenom i prikazane u tablici.

Tablica: Kategorizacija na temelju medijanskih vrijednosti kemijskih parameta

	B1	B2	B3	B4	B5
kisik (mg/l)	6,35 II	6,25 II	9,80 I	9,75 I	8,40 I
zasićenje kisikom (%)	56,00 III	56,00 III	92,00 I	94,50 I	74,50 II
PH	8,11 I	8,05 I	8,25 I	8,23 I	7,95 I
provodljivost (μ S/cm)	494,00 I	503,50 II	531,00 II	510,00 II	510,50 II
NH ₄ (mg N/l) <i>amonijak</i>	0,51 III	3,44 V	4,61 V	9,71 V	0,22 II
NO ₂ (mg N/l) <i>nitrit</i>	0,12 IV	0,33 V	0,15 IV	0,17 IV	0,13 IV
NO ₃ (mg N/l) <i>nitrat</i>	4,42 IV	4,75 IV	2,43 III	0,66 II	5,83 IV
P (mg/l)	0,30 III	0,55 III	0,86 IV	1,04 IV	0,73 IV
BPK ₅ (mg/l)	22,50 V	12,50 IV	22,50 V	17,50 V	25,00 V
Klorofil a (μ g/l)	6,03 II	4,38 II	4,07 II	14,11 III	13,05 III

U uredbi su posebno istaknute granične vrijednosti za klasifikaciju tekućica u pojedine vrste, te posebno vrijednosti za utvrđivanje stupnja trofije. S obzirom da Bosut na istraživanom potezu povremeno ima obilježja tekućice, a povremeno stajaćice, osvrnut ćemo se na oba kriterija. Treba napomenuti da je za vrijeme ovih naših istraživanja Bosut imao sva obilježja plitke stajaćice. Dubina vode bila je mala pa nije moglo doći do

količine otopljenog kisika i vrijednosti zasićenja, pa te parametre u ovom slučaju nije moguće koristiti za procjenu kakvoće vode.

Prema izmjerenim vrijednostima **amonijaka**, postaja B1 pripadala bi III vrsti, postaja B5 II vrsti, a postaje B2, B3 i B4 V vrsti voda. Prema vrijednostima otopljenih **nitrita** sve postaje, osim B2 koja pripada V vrsti, pripadale bi IV vrsti voda. Zabilježena su nešto veća variranja izmjerenih vrijednosti **nitrata**, tako da postaja B4 pripada II vrsti, postaja B3 III vrsti, a ostale postaje IV vrsti voda. Prema prosječnim vrijednostima **ukupnog fosfora**, a prema kriterijima za **tekućice** postaje B1 i B2 spadaju u III vrstu, a postaje B3, B4 i B5 u IV vrstu. No, primjenimo li kriterije za **stajaćice**, sve istraživane postaje pripadale bi V vrsti. Pošto su stalno mjerene visoke BPK_5 vrijednosti, većina istraživanih postaja pripadala bi V vrsti, osim B2 koja pripada IV vrsti.

Od kriterija za određivanje stupnja trofije razmotrit ćemo klorofil a i vrijednosti ukupnog fosfora. Prema vrijednostima **klorofila a** na postajama B1, B2 i B3 radilo bi se o **mezotrofnom** stupnju, a na postajama B4 i B5 umjereno eutrofnom stupnju. Pošto su na svim postajama izmjerene znatno više vrijednosti **ukupnog fosfora** od određenih 0,1 mg P/l za eutrofiju, prema tom kriteriju na svim bi se postajama radilo o **hipertrofiji**. Tijekom istraživanja mjerena je prozirnost vode, koja je bila manja od 1 m, što također ukazuje na **visok stupanj trofije**.

Prema izloženom, u cijelom dijelu istraživanog toka Bosuta izmjerene vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara ukazuju na vrlo visok stupanj trofije i izrazito lošu kakvoću vode.

Usporedimo li istraživane postaje, možemo uočiti da postaje B2 (prije Vinkovaca), B3 (Vinkovci) i B4 (ispod Vinkovaca) obilježava lošija kakvoća vode nego postaje B1 i B5.

Na kraju valja naglasiti da je za dobivanje potpune slike stanja ovog vodotoka potrebno provesti detaljnija istraživanja, koja bi trebala obuhvatiti sve sezone, a posebno ekstremne temperaturne i hidrološke uvjete.

7.2. Kakvoća vode temeljem biocenološke analize

Analiza fitoplanktona obavljena na svim istraživanim postajama pokazala je veliku raznolikost vrsta u uzorcima sabranim tijekom listopada. Znatno je manje vrsta, koje dolaze s većom brojnošću, utvrđeno na svim postajama u studenom.

Temeljem dobivenih vrijednosti indeksa saprobnosti (S), koje se kreću od 1,9 do 2,2, tj. u granicama betamesosaprobnosti, istraživani odsječak rijeke Bosut pripada II klasi kakvoće vode. Međutim, masovnija prisutnost vrsta iz skupine Chlorophyta te vrsta indikatora visokog stupnja trofije (*Euglena acus*, *Phacus longicauda*) ukazuje na tendenciju porasta stupnja trofije. Da bi se dobio pravi uvid u stanje trofije i kakvoće vode, potrebno je provesti sustavna istraživanja koja bi obuhvala sve sezone.

Istraživanje makrozooplanktona ukratko je prikazano u slijedećem poglavlju. Planktonske vrste rakova mogu se podijeliti u nekoliko ekoloških grupa:

- **I ekološka grupa.** Sadrži vrste čija se gustoća populacija smanjuje s povećanjem stupnja trofije. Indikatori su niskog stupnja trofije. U ovu ekološku grupu ubrojene su vrste: *Heterocope apendiculata*, *Bytrophes longimanus*, *Bosmina berolinensis*, *Daphnia longispina hyalina var. galeata*, *D. cristata*.

- **II ekološka grupa.** Sadrži vrste čija se gustoća populacija povećava s porastom trofije. Indikatori su više ili manje eutrofnih sustava. To su vrste: *Mesocyclops leuckarti*, *M. (Th.) oithonoides*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni thersites*, *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus* *Cyclops kolensis*. Gotovo sve navedene vrste pojavljuju se u vodotocima različitih stupnjeva trofije, ali im je samo u eutrofnim vodotocima biomasa značajno veća, te sačinjava veliki dio ukupne biomase makrozooplanktona.

- **III ekološka grupa.** Sadrži vrste čija brojnost i biomasa ne pokazuje nikakvu povezanost s promjenama trofije: *Acanthocyclops viridis*, *Polyphemus pediculus*, *Bosmina coregoni*, *B. crassicornis*, *Leptodora kinditii*, *Mesocyclops (Th.) hyalinus*, *Daphnia longispina hyalina var. pellucida*.

Daphnia galeata je jedina vrsta koja se pojavljuje na svim postajama tijekom istraživanja, a pripada indikatorima **I ekološke grupe**. Međutim, gustoća njezinih populacija je mala (< 2 jedinke/l).

Od indikatora **II ekološke grupe** u Bosutu su utvrđene četiri vrste: *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus*. Vrsta *C. sphaericus* utvrđena je samo na jednoj postaji u vrlo malom broju, a populacije vrste *B. longirostris* male su na svima postajama. Međutim,

Umnivorovali (omnivorous) - animals, eating both plants
and animal flesh
herbivore (B:5) - animal that feeds plants
predatori predatori - animals that feed insects other animals
veslonošci *M. leuckarti* i *T. crassus*, a posebno njihovi razvojni stadiji, pojavljuju se u velikom broju duž čitavog istraživanog dijela Bosuta. U Bosutu nije utvrđena niti jedna vrsta indikator III ekološke grupe.

Ukupno je na svih pet postaja utvrđeno osam vrsta makrozooplanktonskih oblika. Četiri vrste pripadaju skupini Cladocera (rašljoticalci) i četiri skupini Copepoda (veslonošci). Raznolikost vrsta bila je veća tijekom listopada, dok je u studenom utvrđeno manje vrsta. Kvantitativna analiza zajednice makrozooplanktona pokazala je da su i broj i biomasa tijekom listopada značajno veće od onih utvrđenih tijekom studenog.

Od indikatora niskog stupnja trofije utvrđena je samo vrsta *Daphnia galeata*. Indikatori višeg stupnja trofije *Mesocyclops leuckarti* i *Thermocyclops crassus* pojavljuju se u Bosutu u velikom broju.

Analizom trofičke strukture zajednica utvrđena je velika zastupljenost omnivornih vrsta koje su inače karakteristične za sustave višeg stupnja trofije. Njihova biomasa tijekom cijelog istraživanja i na svim postajama prelazi 50% ukupne biomase makrozooplanktona.

Utvrđena je mala gustoća populacije mikrofiltratora-herbivora, posebno vrste roda *Daphnia*. Vrste ovog roda vrlo su učinkovite u konzumiranju fitoplanktona i kontroliranju produkcije primarnih proizvođača, stoga su njihov broj i biomasa u eutrofnim sustavima mali.

Razlike između broja, biomase i strukture zajednica makrozooplanktona između pojedinih postaja nisu tako velike da bi se mogle posebno komentirati. Svi navedeni rezultati navode na zaključak da je istraživani dio Bosuta visokog stupnja tofije. Međutim, istraživanja Bosuta trebala bi se nastaviti. Za potpuniju sliku funkcioniranja zajednice potrebno je utvrditi sastav i strukturu vrsta u njoj u svim sezonama. Od neobične je važnosti utvrditi kakve se promjene događaju u ekstremnim uvjetima, posebno tijekom ljeta.

Podaci o broju vrsta i jedinki u makrozoobentosu veoma su korisni prilikom procjene stupnja onečišćenja tekućica na temelju zajednice makrozoobentosa. Tijekom mjeseca listopada zabilježena je vrlo mala raznolikost makrozoobentosa, te je zabilježeno svega 7 svojti faune dna. Na postajama B5 i B1 nađeno je 5, odnosno 4 svojti makrozoobentosa, uz dominaciju predstavnika Oligochaeta iz porodice Tubificidae: *Potamothrix hammoniensis* i *Limnodrilus hoffmeisteri*. Navedene vrste otporne su prema onečišćenju, te povremeno mogu preživjeti stanja bez kisika. Na

temelju vrijednosti indeksa saprobnosti (S), obje postaje nalaze se u unutar granica IV vrste (uredba o klasifikaciji voda - svibanj, 1998.). Na postajama koje se nalaze unutar grada Vinkovaca (B2, B3, B4), zbog ekstremnih fizikalno-kemijskih uvjeta na staništu zajednica bentosa nije razvijena, te nije zabilježena niti jedna vrsta zajednice dna. Na postaji B3 nađen je predstavnik Copepoda, vrsta *Megacyclops viridis*. To je predstavnik planktonske zajednice koji je na dno dospio kao rezultat taloženja iz stupca vode. Dakle, na navedenim postajama postoji deficit vrsta kao posljedica pojave kritičnih ekoloških čimbenika za mnoge organizme koji nastanjuju zajednicu dna. Naime, rijeka Bosut je u Vinkovcima gotovo ustajali vodotok, a osim toga i recipijent komunalnih otpadnih voda te voda iz industrijskih postrojenja, koje se bez pročišćavanja upuštaju u vodotok. Prisutnost većih količina organskog materijala na dnu kanala vjerojatno je uzrok dugotrajnijih anoksija (stanja bez kisika) i to posebice u ljetno-ranojesenskom razdoblju, kao rezultat intenzivne bakterijske razgradnje. Dakle, dugotrajnija stanja bez kisika, najvažniji su ograničavajući čimbenik za opstanak faune dna.

Tijekom mjeseca studenog, na svim istraživanim postajama ukupno je nađeno 16 svojiti makrofaune dna. Nešto veća raznolikost makrozoobentosa posljedica je povoljnijih ekoloških čimbenika na staništu, tj. relativno povoljnih koncentracija otopljenog kisika pri dnu. Kao i u listopadu, najveća raznolikost faune dna zabilježena je na postaji B5, gdje je ukupno zabilježeno 10 svojiti makrozoobentosa. Dominantna vrsta je dipterska ličinka *Chironomus thummi*. Na postaji B5 relativno brojne su još slijedeće vrste: *Potamothenis hammoniensis*, *Helobdella stagnalis*, *Ostracoda* te *Chaoborus* sp. Dipterska ličinka *Chaoborus* sp. također je prilagođena na život u ekstremnijim uvjetima, te može vršiti migracije u stupcu vode i napustiti stanište dna kod stanja bez kisika. Na postaji B1 također je zabilježena veća raznolikost (6 svojiti) u odnosu na protekli mjesec. Najbojniji su predstavnik Copepoda, vrsta *Megacyclops viridis* te račići iz skupine ljuskara (Ostracoda). Na postajama B2 i B3 zabilježene su po 3 svojite faune dna, dok na postaji B4 nije zabilježena niti jedna svojita. Glede kakvoće vode, na postaji B1 došlo je do određenog poboljšanja te su vrijednosti indeksa saprobnosti u granicama III vrste, kao posljedica poboljšanja ekoloških prilika na staništu. Na postaji B5 vrijednost indeksa saprobnosti također je nešto niža u odnosu u prethodni mjesec, ali se još uvijek nalazi u granicama IV vrste. Na postajama B2 i B3 zajednica makrozoobentosa još uvijek je nedovoljno razvijena te nije bilo moguće izračunati indeks saprobnosti.

Tijekom istraživanog razdoblja zabilježeno je ukupno 17 vrsta makrofaune dna. Tijekom studenog zabilježena je veća raznolikost makrozoobentosa (16 vrsta), u odnosu na listopad (10 vrsta), jer je došlo do određenog poboljšanja ekoloških prilika na staništu. Na postajama B1 i B5 nađeno je najviše svojiti uz najveću brojnost populacija makrozoobentosa. No ipak, na navedenim postajama brojnošću dominiraju vrste koje su relativno otporne prema onečišćenju (*Potamothrix hammoniensis*, *Limnodrillus hoffmeisteri*, *Chironomus thummi*, *Chaoborus sp.*). Na temelju vrijednosti indeksa saprobnost navedene postaje nalaze se u granicama IV vrste tijekom listopada, dok je tijekom studenog došlo do određenog poboljšanja ekoloških prilika, što je rezultiralo snižavanjem vrijednosti indeksa saprobnosti, te se postaja B1 nalazi u granicama III vrste. Na postajama B2, B3 i B4 zajednica makrozoobentosa gotovo uopće nije razvijena, što je posljedica pojave kritičnih ekoloških čimbenika za mnoge organizme koji nastanjuju zajednicu dna. Naime, rijeka Bosut je u Vinkovcima gotovo ustajali vodotok, a osim toga i recipijent komunalnih otpadnih voda te voda iz industrijskih postrojenja, koje se bez pročišćavanja upuštaju u vodotok. Prisutnost većih količina organskog materijala na dnu kanala vjerojatno je uzrok dugotrajnijih anoksija (stanja bez kisika) i to posebice u ljetno-ranojesenskom razdoblju, kao rezultat intenzivne bakterijske razgradnje. Dakle, dugotrajnija stanja bez kisika, najvažniji su ograničavajući čimbenik za opstanak faune dna na spomenutim postajama.

7.3. Kakvoća vode temeljem rezultata ihtioloških istraživanja

Prema našim zaključcima vodotok Bosuta spada u antropogeno zagađene vodotoke sa reduciranom ihtiocenozom riba. Posljedica je to velike količine nutrijenata te oscilacije količine kiska u vodotoku. Procjene ihtiomase vrlo su ujednačene za sve istraživane postaje. Na osnovi ulova i poznavanja takvih voda, procjena ihtiomase u vodotoku Bosut iznosi 180 kg/ha, s produkcijom od 60 kg/ha. Iz istraživanja je vidljivo da postoje odstupanja između moguće teorijske ihtiomase i stvarne ihtiomase riba na takvim područjima. Međutim, na osnovi male količine prirodne hrane nađene na pojedinim postajama, ihtiocenoza je relativno dobra. Vodotok je obrastao vodenim biljem. Ukupno je zabilježeno sedam vrsta vodenih makrofita od kojih prevladavaju kruta voščika (*Ceratophyllum demersum L.*) i barska leća (*Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.*). Iste vrste prevladavaju brojnošću i čine

najveći dio biomase. Zabilježene vrste većinom su prisutne u vodama druge i treće kategorije onečišćenja (β -mesosaprobnim vodama). Posebno vrsta *Spirodela polyrhiza* dolazi u vodama trećeg stupnja onečišćenja (α -mesosaprobnim vodama).

Od 49 vrsta riba, koje se prema nekim autorima javljaju u Savi, na istraživanim postajama rijeke Bosut i njenim pritocima našli smo 28 % moguće ihtiocenoze, što je izrazito malo. Reofilnih vrsta nema i teško se oteti utisku da je ova ihticenoza narušena raznim utjecajima. Ihtiofauna Bosuta sastoji se od 14 vrsta riba svrstanih u 6 porodica. Porodica *Cyprinidae* zastupljena je sa 7 vrsta i za takve vode je izrazito malobrojna. Od ukupno 34 vrsta te porodice, koje se javljaju u dunavskom slivu, ovdje živi samo 24%. Porodica *Percidae* u vodotoku je zastupljena s dva predstavnika: grgeč i smuč. Ostalih 5 predstavnika nisu primjećeni.

U ukupnom ulovu najviše je izlovljeno sunčanice i babuške. Na postaji B1 najviše je izlovljeno crvenperke i sunčanice (30 primjerka), na postaji B2 babuške (31), na B3 sunčanice (18), a na B5 uklije. Od ukupno 14 izlovljenih vrsta, gotovo sve su ribe lentičkih područja, odnosno stanovnici mirnih voda i sporednih rukavaca. Prema tipu razmnožavanja i supstratu na koji odlažu jaja, prevladavaju fitofili. Unaprijed dogovorene postaje bitno se ne razlikuju prema tipovima zajednica riba. Primjećuje se smanjenje raznolikosti vrsta od postaja B1 do B4. Možda treba izdvojiti postaju B5 na kojoj je izlovljeno najviše riba u brojnosti i po broju vrsta (14).

Obilježja ihtiostrukture su slabi rast, ekonomski nezanimljive vrste i tek poneka sportski zanimljiva vrsta. Nakon intenzivnih mjera sanacije staništa moguće je urediti i ihtiocenozu istraživanog područja.

8. PRIJEDLOG MJERA ZA POBOLJŠANJE KAKVOĆE VODE I STUPNJA TROFIJE RIJEKE BOSUT NA PODRUČJU GRADA VIKOVACA

8.1. MJERE ZA TRAJNO OČUVANJE IHTIOSTRUKTURE

Neobičano je važno unutar ihtipopulacije održavati unešene vrste i određenu uzrasnu strukturu koja će svojom biološkom aktivnošću doprinijeti zacrtanoj biocenozi. Jedinke koje izadu iz određene uzrasne kategorije, a ne uđu u drugu poželjnu kategoriju mogu biti izlovljene. To se posebno odnosi na veće primjerke predatornih vrsta riba (štuka, smuđ, grgeč i som) koji će zbog svoje povećane prehrambene sposobnosti ugrožavati poželjnu ihtiostrukturu.

8.2. VRSTE I OPSEG ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU BOSUTA RADI BIOTEHNOLOŠKOG POBOLJŠANJA KVALITETE BIOCENOZA U VODOTOKU

Utjecaj onečišćenja rijeke Bosut, kao i popularnost područja, pod stalnim su i povećanim zanimanjem. Ova studija daje tek ideje i razloge stanja vodotoka na području grada Vinkovaca. Istraživanja su preliminarna i potrebno ih je provoditi u svim sezonama posebno u ljetnom razdoblju.

Za dobivanje potpune slike stanja ovog vodotoka, trebalo bi provesti standardna istraživanja, koja bi obuhvatila sve sezone, s posebnim naglaskom na ekstremne uvjete kakvi vladaju ljeti.

Standardna biocenološka istraživanja uključuju stanje makrofita, fitoplanktona, zooplanktona i zoobentosa sa kompletnom slikom biološkog stanja vodotoka. Potrebno je šest do dvanaest puta godišnje napraviti kompletnu hidrokemijsku analizu vode sa elementima: temperature vode, prozirnosti, boje, količine kisika, zasićenosti vode kisikom, slobodnu ugljičnu kiselinu, alkaliteta, tvrdoće, opterećenja s organskom tvari, amonijak, fosfor, nitrate, kalcij, magnezij te pH vode i klorofil.

Analiza strukture riblje populacije dati će smjernice naseljavanju prostora takovim vrstama riba koje će donekle održati kvalitetu vode u povoljnim trofičkim okvirima. Za takove radnje potrebno je sezonskim ribolovima utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav ihtipopulacije te zdravstveno stanje riba u vodotoku.

Toksikološka istraživanja potrebno je provesti na standardnom broju uzoraka u više navrata, te ih proširiti na plankton i bentos. Dodatno bi se istraživanjima trebali obuhvatiti (osim teških kovina) poiklorirani bifenili i pesticidi s metabolitima u riba karnivora i omnivora, a sve s ciljem zaštite ekosustava rijeke Bosut i konačno očuvanja zdravlja ljudi.

metode i predlozi

9. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Iz priloženih rezultata istraživanja, vidljivo je da je u vrijeme provedenih istraživanja kakvoća vode rijeke Bosut na području grada Vinkovaca izuzetno loša, uz visok stupanj trofije. Da bi se u dogledno vrijeme stanje popravilo hitno treba provesti određene zahvate i mjere.

1. Eliminirati sve točkaste izvore onečišćenja i izvore nutrijenata. Posebno se to odnosi na otpadne vode grada Vinkovaca, kao najvećeg zagađivača tog područja.

2. Zaštitne mjere treba proširiti na cijelo slivno područje, jer se velika količina nutrijenata, pesticida i teških kovina slijeva u rijeku Bosut iz okolnog obradivog područja. Posebno je alarmantno stanje povećanja kadmija u vodi najvjerojatnije porijeklom iz mineralnog gnojiva intenzivne ratarske djelatnosti.

3. S obzirom da rijeka Bosut nakon izgradnje brane nizvodno od Vinkovaca (1953. godine) funkcionira kao taložnica (poglavito na potezu grada Vinkovaca), svakako bi trebalo dno rijeke izmuljiti. Osim što bi se na taj način dobila veća dubina vode koja je vrlo važna u održavanju kakvoće, eliminirao bi se stalni izvor nutrijenata koji se aktiviraju iz sedimenta, posebno kod anoksija.

4. Razmotriti mogućnost aeracije dijela toka rijeke Bosut kroz Vinkovce čime bi se osigurala staništa ihtiofaune za kritičnih razdoblja, a ujedno i biorazgradnja organske mase.

5. S obzirom da u vodotoku rijeke Bosut na potrezu grada Vinkovaca vladaju nepovoljni uvjeti za razvoj bentonskih i zooplanktonskih zajednica, a poremećena je i ihtiofauna, potrebno je osigurati prodiranje svjetlosnih zraka do dna rijeke, a to je moguće uklanjanjem biljne mase s površine vode mehaničkim ili biološkim putem (znanstveno pristupiti izradi plana poribljavanja rijeke Bosut biljojednim vrstama riba s konačnim ciljem uspostave optimalne biocenoze).

6. Razmotriti mogućnost povećanja protoka vode tijekom sušnog razdoblja, upuštanje vode iz nekog drugog vodotoka što bi povoljno utjecalo na kakvoću bioloških i fizikalno kemijskih parametara vode rijeke Bosut.

7. Za konačno rješenje stanja vodotoka rijeke Bosut na području grada Vinkovaca potrebno je sprovesti detaljna istraživanja, koja bi trebala obuhvatiti sva godišnja razdoblja, a posebno ekstremne temperaturne i hidrološke uvjete s naznakom na cjelokupni sustav biocenoze.

10. LITERATURA

BALON E.K. 1975 Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 821-864

BERG L.S. 1949 Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Pt.2 *Acad. Nauk SSSR Press, Moscow.* pp 478-925 (In Russian)

BOTTRELL, H.H., DUNCAN, A., GLIWITZ, Z.M., GRYRIEREK, E., HERZIG, A., HILLBRICH-ILKOWSKA, A., KUROSAVA, H., LARSSON, P & WEGLENSKA, T. 1976. A reivew of some problems in zooplankton production studies. *Nor.J.Zool.* 24: 431-444.

BRAUER, A. 1961. Die Süßwasserfauna Dutschlands. Band 10-14, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

De WITT, H.C.D., 1990: Aquarienpflanzen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

DOMAC, R., 1994: Flora Hrvatska. Školska knjiga, Zagreb.

DUSSART, B. 1967. Les Copepodes des eaux Continentals. Paris.

EINSLE, U. 1993. Crustacea, Copepoda, Calanoida und Cyclopoida. Gustav Fischer Verlag, Berlin.

FREYER, G. 1957. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. anim Ecol.* 26: 263-286.

GI OOUR Fakultet gradevinskih znanosti, 1988: Višenamjenski kanal "Dunav-Sava", prethodna studija utjecaja na okolinu, Prostorno planerski pokazatelji, Zavod za prostorno planiranje i urbanizam Zajednice općina Osijek, Osijek, pp. 1-82.

GLIWICZ, Z. M. 1969. Studies of the feeding of the pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. *Ekol. pol.* 17: 665-708.

GLIWICZ, Z. M. 1974. Trophic status of freshwater zooplankton species. *Wiad. ekol.* 20: 197-206.

GLIWICZ, Z. M. 1977. Food size selection and seasonal succesion of filter feeding zooplankton in an eutophic lake. *Ekol. pol.* 25: 179-225.

GLIWICZ, Z. M. 1977. Food size selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in an eutrophic lake. *Ekol. pol.* **25**: 179-225.

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, Zavod za hidrotehniku, 1998: Studija utjecaja višenamjenskog kanala Dunav-Sava na okoliš. Zagreb, 155 str.

HARTOG, C. DEN, S. SEGAL, 1964: A new Classification of the Waterplant Communities. *Acta Botanica Neerlandica* **13**, 367-393.

HEJNY, S., 1960: Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene (Donau- und Theissagebit). Verlag der slowakischen Akad. der Wissenschaften, Bratislava.

HELLAWELL, J.M. (1986): Biological indicators of freshwater pollution environmental management. Elsevier Applied Science Publishers, **77**, 423-434.

HYNES, H.B.N. (1964): The use of biology in the study of water pollution. *Chem. Ind.* 435-436.

KARABIN, A. 1985 a. Pelagic zooplankton (Rotatoria +Crustacea) variation in the proces of lake eutrophication I. Structural and quantitative features. *Ekol. pol.* **33** (4): 567-616.

KARABIN, A. 1985 b. Pelagic zooplankton (Rotatoria +Crustacea) variation in the proces of lake eutrophication II. Modifying effects of biotic agents. *Ekol. pol.* **33** (4): 617-644.

KEROVEC, M. (1983): Određivanje stupnja organskog onečišćenja tekućica na osnovi analize populacija oligoheta. *Knjiga 3, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda*, 67-71.

KEROVEC, M. i sur., 1997: Biološko-ekološka obilježja područja uz trasu višenamjenskog kanala "Dunav-Sava". *Biološki odsjek, PMF-a, Zagreb*.

KEROVEC, M., MEŠTROV, M. (1979): Populacije oligoheta u biocenozama rijeke Save (589 -751,2 km). *Drugi kongres biologa Jugoslavije, Zagreb*, 1789-1802.

KIEFER, F. 1978. *Das Zooplankton der Binnengewässer. 2. Teil. Bd. 26: Freilebende Copepoden.* E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhanlung. Stuttgart.

LAMPERT, W., SOMMER, U. 1997: *Limnology: The ecology of Lakes and Streams.* Oxford University Press, New York.

LAWRENCE, S. G., MALLEY, D. F., FINDLAY, W. J., MACIVER, M. A. & DELBAERE, I. L. 1987. Method for estimating dry weight of freshwater planctonic crustaceans from measures of length and shape. *Can. J. Fish. Aquat. Sci. Suppl.* **44** (1): 264-274.

SREBOČAN, EMIL, JELENA POMPE-GOTAL, SREBOČAN, V., ANDREJA PREVENDAR-CRNIĆ, 1993: Monitoring of mercury, lead and cadmium concentrations in animals in the Republic of Croatia. I. Sources and magnitude of mercury contamination in freshwater fish. Vet. arhiv **63** (5): 217-225.

SREBOČAN, EMIL, JELENA POMPE-GOTAL, SREBOČAN, V., ANDREJA PREVENDAR-CRNIĆ, 1995: Monitoring of mercury, lead and cadmium concentrations in animals in the Republic of Croatia. II. Sources and magnitude of lead contamination in freshwater fish. Vet. arhiv **65** (3): 93-100.

SREBOČAN, EMIL, JELENA POMPE-GOTAL, SREBOČAN, V., ANDREJA PREVENDAR-CRNIĆ, 1997: Monitoring of mercury, lead and cadmium concentrations in animals in the Republic of Croatia. III. Sources and magnitude of cadmium contamination in freshwater fish. Vet. arhiv **67** (4): 137-144.