

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Katarina S. Zorić

**INVAZIVNOST ALOHTONIH VRSTA
MAKROINVERTEBRATA
I RIBA DUNAVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Katarina S. Zorić

**INVASIVENESS OF ALLOCHTHONOUS
MACROINVERTEBRATE AND FISH
SPECIES OF THE DANUBE RIVER**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

MENTORI:

dr Predrag Simonović

redovni profesor

Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

dr Momir Paunović

viši naučni saradnik

Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Vera Nikolić

vanredni profesor

Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

dr Vesna Đikanović

naučni saradnik

Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu

dr Marija Smederevac-Lalić

naučni saradnik

Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu

Datum odbrane: _____

Zahvalnica

Istraživanja sprovedena tokom izrade ove doktorske disertacije realizovana su u okviru projekata „*Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima*“ III43002 i „*Merenje i modeliranje fizičkih, hemijskih, bioloških i morfodinamičkih parametara reka i vodnih akumulacija*“ TR37009 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Svoju veliku zahvalnost dugujem prvenstveno mentorima *dr Predragu Simonoviću* i *dr Momiru Paunoviću* na idejama, izuzetnom zalaganju, bezrezervnoj podršci i ukazanom poverenju od samog početka.

Veliko hvala profesorki *dr Veri Nikolić* na konstruktivnim savetima tokom finalizacije teze i iskrenoj podršci i podsticaju kada je bilo najpotrebnije.

Svojim dragim kolegicama *dr Vesni Đikanović* i *dr Mariji Smederevac-Lalić* izuzetno sam zahvalna na nesebičnoj pomoći, korisnim savetima i sugestijama.

Za pomoć oko analize rezultata neizmerno se zahvaljujem svom kolegi *Vanji*, koji mi je primer kako se znanjem i zalaganjem sve može postići. Zahvalila bih se i kolegi *dr Péteru Borzi* na pomoći oko taksonomskih neodoumica vezanih za grupu Amfipoda. Svom profesoru *dr Saši Marinkoviću* zahvalna sam što me je uveo u istraživački rad i ukazao svoje poverenje.

Posebnu zahvalnost dugujem kolegicama i kolegama sa odeljenja *Bojani, Mariji, Margareti, Jeleni, Nataši, Maji, Jeleni, Nikoli* i *Stefanu* na izuzetnoj saradnji, dobroj atmosferi i neophodnoj energiji. *Jelena, Božice* i *Ana* zaista je zadovoljstvo raditi sa vama i imati vas za prijatelje.

Mojoj Emi i Sergeju, na svemu.

Katarina

Mojim roditeljima

Izvod

Istraživanje alohtone faune makroinvertebrata i riba Dunava rađeno je na osnovu uzoraka prikupljenih tokom avgusta i septembra 2007. i 2013. godine. U radu je dat detaljan pregled alohtone komponente sa tri aspekta: taksonomska i zoogeografska analiza, testiranje indeksa za ocenu pritiska i procena invazibilnosti područja, kao i korelacija nivoa bioloških invazija i izabranih parametara pritiska. Posebno je obrađen predlog mera za smanjenje stope unosa i širenja ranije već introdukovanih alohtonih vrsta, kao i za smanjenje pritiska.

Analizom materijala zabeležena je 31 alohtona vrsta makroinvertebrata. Najveći broj vrsta pripada rakovima – grupa Malacostraca, poreklom iz Ponto-kaspijskog regiona. Analizom uzoraka ribljih zajednica ukupno je registrovano 13 alohtonih vrsta poreklom iz tri biogeografske regije čiji su predstavnici podjednako zastupljeni: Ponto-kaspijske, Severno-američke i Azijske.

Razmatranjem načina unosa i sredstava kojima su vrste raširene van granica nativnog areala, možemo konstatovati da je za mali broj vrsta makroinvertebrata dokazano da je u širenju areala bilo neposrednog uticaja antropogene aktivnosti, dok je za disperziju riba antropogena aktivnost dominantna.

Prisustvo alohtone faune po sektorima Dunava je ujednačeno i za makroinvertebrate i za ribe, sa značajnim opterećenjem alohtonom faunom u gornjem i srednjem delu toka. Osam vrsta makroinvertebrata i sedam vrsta riba ima visok potencijal za širenjem areala, uspostavljanjem populacija i visok potencijal da prouzrokuje ekološke i negativne socio-ekonomske usled čega su stavljene na Crnu listu.

Visok nivo biološkog zagađenja procenjen je za sedam vrsta makroinvertebrata i tri vrste riba: *Chelicorophium curvispinum*, *Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus*, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Pectinatella magnifica*, *Sinanodonta woodiana*, *Carassius gibelio*, *Lepomis gibosus* i *Neogobius melanostomus*.

Na osnovu ukupne ocene invazibilnosti područja glavnog toka Dunava u Srbiji dobijene na osnovu izabranih parametara za koje se pretpostavlja da doprinose intenzitetu bioloških invazija možemo zaključiti da je sektor od Beograda do brane

„Đerdap I“ najosetljiviji na biološko zagađenje, kao i lokalitet nizvodno od Novog Sada. Na sektor od Beograda do brane „Đerdap I“ najveći uticaj na visoku klasu invazibilnosti ima prvenstveno intezivan rečni saobraćaj, kao i nivo hidromorfoloških promena.

Predložene aktivnosti u borbi protiv invazivnih vrsta obuhvataju: definisanje i usvajanje odgovarajuće zakonske regulative, popis unešenih alohtonih vrsta, procena stepena njihove invazivnosti, definisanje indikatora stanja i upoznavanje javnosti sa problemom širenja invazivnih vrsta i podizanje javne svesti građana.

Ključne reči: Alohtone vrste, makroinvertebrati, ribe, invazivnost, Dunav, indeksi i protokoli za procenu rizika, invazibilnost područja, mere borbe

Naučna oblast: Biologija

Uža naučna oblast: Hidrobiologija

UDK broj: 574.587+574.584:57.047(282.243.7)(043.3)

Abstract

Investigation of allochthonous macroinvertebrates and fish species of the Danube River was based on samples collected during August and September 2007 and 2013. Detailed overview of allochthonous species was presented regarding: taxonomic and zoogeographic analyses, testing of indices and risk assessment procedure and invasiveness of the area, as well as correlation of the level of biological invasions and selected parameters of pressures. Further steps for reduction of new invasions, spreading already established allochthonous species and reduction of pressures were pointed separately.

In total, 31 allochthonous macroinvertebrate species were registered. The most numerous were Crustaceans – group Malacostraca, originate from Ponto-caspian region. Among fish, 11 allochthonous species were detected from three different biogeographic region: Ponto-caspian, North American and Asian.

Regarding the mode of arrival and pathway we may conclude that the large majority of non-indigenous fish species and only few macroinvertebrate species were introduced as a direct effect of human intervention.

Analysis of allochthonous fauna showed that Upper and Middle sectors of the Danube are most affected. Due to high potential to spread, high potential for establishment in new environment and high potential to cause ecological and negative socio-economic impacts, eight macroinvertebrate and seven fish species were specified as Black list alien species.

For seven macroinvertebrate and three fish species high level of Biological contamination Index was estimated: *Chelicorophium curvispinum*, *Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus*, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Pectinatella magnifica*, *Sinanodonta woodiana*, *Carassius gibelio*, *Lepomis gibosus* i *Neogobius melanostomus*.

Based on the overall analyses of selected parameters assumed that are important for intensity of biological invasions, we may conclude that part of the Danube stretch between Belgrade and Iron Gate I dam, as well as locality downstream Novi Sad are

most affected regarding biological contamination. High class of invisibility was determined due to high intensity of water transport, as well as the level of hydromorphological changes.

Activities regarding invasive species recommended in this thesis are: definition of effective national legislation, creation of the National list of allochthonous species, assessment of their invasiveness, list of indicators of current status of selected water bodies, to increase public awareness about invasive species.

Key words: Allochthonous species, macroinvertebrates, fishes, invasiveness, the River Danube, indices and risk assessment procedure, invasiveness of the area, definition of measures

Scientific field: Biology

Specific scientific field: Hydrobiology

UDC number: 574.587+574.584:57.047(282.243.7)(043.3)

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Uvodne napomene.....	1
1.2. Pregled literature.....	3
1.2.1. Osnovni pojmovi u invazionoj biologiji.....	3
1.2.2. Alohtone vrste makroinvertebrata i riba Dunava - prethodna istraživanja.....	7
1.2.3. Zakonska regulativa i međunarodne konvencije.....	8
1.3. Ciljevi rada	9
2. Materijal i metode	10
2.1. Područje istraživanja.....	10
2.2. Materijal.....	19
2.2.1. Tehnike uzorkovanja materijala.....	19
2.2.1.1. Makroinvertebrati.....	19
2.2.1.2. Ribe.....	19
2.2.2. Obrada i fiksiranje materijala.....	20
2.2.2.1. Makroinvertebrati.....	20
2.2.2.2. Ribe.....	20
2.2.3. Dodatni parametri.....	20
2.3. Metode	21
2.3.1. Identifikacija organizama.....	21
2.3.2. Baza podataka	21
2.3.3. Korišćeni indeksi.....	22
2.3.3.1. Indeksi SBCI i IBCI	22
2.3.3.2. SBP-risk Index	24
2.3.3.3. BPL	26
2.3.3.4. FISK i FI-ISK protokoli	28
2.3.3.5. IFRA protokol	29
2.3.4. Analiza autekoloških osobina.....	29
2.3.5. Ocena invazibilnosti područja.....	30
2.3.6. Statistička analiza.....	32
2.3.7. Grafički prikazi	33
3. Rezultati	34
3.1. Pregled alohtonih vrsta makroinvertebrata.....	34
3.2. Pregled alohtonih vrsta riba.....	43
3.3. Rezultati ispitivanih indeksa i protokola za zajednice makroinvertebrata	50

3.4. Rezultati ispitivanih indeksa i protokola za zajednice riba	66
3.5. Korelacija nivoa bioloških invazija i izabranih opštih prirodnih karakteristika, kao i parametara antropogenog uticaja dela toka Dunava kroz Srbiju	74
3.5.1. Odnos parametara uticaja i prisutnih alohtonih vrsta makroinvertebrata.....	78
3.5.2. Odnos parametara uticaja i prisutnih alohtonih vrsta riba.....	81
3.6. Ključni ciljevi i aktivnosti u borbi protiv alohtonih vrsta	83
4. Diskusija	84
5. Zaključci.....	102
6. Literatura	104
7. Prilozi.....	135

1. UVOD

1.1. Uvodne napomene

Vodena staništa su, zahvaljujući svojim jedinstvenim osobinama, među najizloženijim ekosistemima u pogledu bioloških invazija. Posebno su ugroženi slatkovodni ekosistemi, čiji diverzitet opada većom stopom nego diverzitet terestričnih ekosistema (Sala i sar., 2000).

Iako se raspored živog sveta tokom geološkog vremena stalno menja kao deo prirodnog procesa, širenje vrsta van prirodnog areala pod dejstvom antropogenog faktora (namerno ili slučajno) poznato je još iz praistorije (Leppäkoski i sar., 2002). Pretpostavlja se da je u poslednjih 500 godina na ovaj način oko 480.000 vrsta raseljeno van granica prirodnog areala (Pimentel i sar., 2005). Posebno tokom prošlog veka, uočeno je da različite ljudske aktivnosti značajno ubrzavaju ovakve promene.

Povoljni hidrološki uslovi na teritoriji Evrope omogućili su razvoj raznovrsne akvatične faune. Dunav je druga najduža evropska reka i najznačajniji evropski plovni put, sa dužinom toka od 2.857 km. Svojom površinom sliva koja iznosi 801.093 km² on povezuje 17 zemalja i oko 165 miliona ljudi (Paunović i sar., 2007). Velika raznolikost reljefa i prirodnih staništa u slivu Dunava – planinski masivi Alpa i Karpata, Panonska nizija, brojna rečna ostrva u plavnom području donjeg toka Dunava i karakteristični biotopi delte Dunava, pružaju uslove za razvoj bogate flore i faune. Sliv Dunava predstavlja značajan region („*hot spot*“, vruća tačka) sa stanovišta biodiverziteta slatkovodnih ekosistema Evrope, a posebno je značajna ihtiofauna, koju čini preko 100 različitih vrsta riba, među kojima je šest ugroženih vrsta jesetri (Sommerwerk i sar., 2009).

Pored veličine i raznovrsnosti uslova, visokom biodiverzitetu slivnog područja Dunava doprinosi i pružanje basena, pretežno u pravcu istok-zapad. Dolinama većih reka, pre svega Dunava, istorijski su se kretali slatkovodni organizmi između Ponto-kaspijskog i centralno Azijskog regiona ka istoku i alpskog i mediteranskog regiona ka zapadu, što je ovaj rečni sistem učinilo koridorom za migraciju i rekolonizaciju u periodima glacijacija i interglacijacija (Sommerwerk i sar., 2009).

Podelom Dunava na sektore bavili su se mnogi autori (Lászlóffy, 1967; Literáthy i sar., 2002; Moog i sar., 2008; Vogel i sar., 2002). Danas je najviše u upotrebi podela na tri sektora, ili podregiona: gornji, srednji i donji Dunav. Gornji deo toka proteže se od izvora u Nemačkoj do Bratislave (1869 rkm, Republika Slovačka). Srednji deo toka je najveći i obuhvata deo od Bratislave do Đerdapa (1040 rkm, Srbija/Rumunija). Donji deo toka prostire se od Đerdapa do Suline (ušće Dunava u Crno more). Delta Dunava se najčešće pripaja donjem Dunavu, ali nije redak slučaj da se, zbog svojih posebnih hidroloških i faunističkih karakteristika, izdvaja kao zasebna celina. Dužina srpskog dela toka Dunava iznosi 588 km i obuhvata srednji i deo donjeg toka.

Ekološki status kopnenih voda je jedan od dve glavne odrednice Direktive o vodama (WFD, 2000). Vodeni makroinvertebrati su veoma značajna komponenta slatkovodnih ekosistema. Ova ekološka kategorija obuhvata veliki broj vrsta, a od bioloških karakteristika možemo posebno izdvojiti relativno dugačak životni ciklus u poređenju sa drugim grupama vodenih organizama, osetljivost na faktore spoljašnje sredine i široko rasprostranjenje. Značajni ekološki i ekonomski članovi slatkovodnih ekosistema su takođe i ribe. Pokretni i lako dostupni organizmi, veoma osetljivi na introdukciju alohtonih vrsta imaju važnu ulogu u funkcionisanju navedenih ekosistema.

Pored ekološkog statusa Direktivom o vodama (WFD, 2000) predviđeno je da sve zemlje potpisnice identifikuju značajne hidromorfološke promene na vodnim telima. Iako su hidrološki i morfološki podaci u mnogim zemljama deo standardne procedure, međusobna zavisnost hidromorfoloških promena i ekološkog statusa reka je slabo poznata (Babić Mladenović i Kolarov, 2010). Samo nekoliko zemalja je razvilo sistem kako da se hidromorfološke promene integrišu u ekološke procene. Za sliv Dunava, to je urađeno u okviru Međunarodne komisije za zaštitu reke Dunav (International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR). Kao najznačajnije, definisane su sledeće kategorije promena: prekid podužnog kontinuiteta (brane, ustave), prekid poprečnih veza (gubitak plavnih područja, zaštita obala) i hidrološke promene (zahvatanje vode i nagle promene nivoa vode).

Predmet istraživanja doktorske disertacije su alohtone vrste makroinvertebrata i riba čitavog toka Dunava, sa posebnim osvrtom na deo Dunava kroz Srbiju. Dunav i njegove pritoke, kao deo Južnog invazivnog koridora Evrope (Panov i sar., 2009),

predstavljaju jedan od najinteresantnijih rečnih sistema za praćenje unosa i širenja akvatičnih alohtonih vrsta. Pored pregleda vrsta u ovom radu biće analizirane i autekološke karakteristike koje doprinose invazivnosti, testirani indeksi kako bi se utvrdio stepen invazivnosti vrsta i identifikovala područja naročito izložena invazijama. Međusobna zavisnost hidromorfoloških promena i ekološkog statusa Dunava obuhvata značajan deo disertacije. Kao bitnom aspektu metodologije za procenu rizika od akvatičnih invazija izradi Crne liste za teritoriju Srbije biće posvećen poseban deo u radu.

1.2. Pregled literature

1.2.1. Osnovni pojmovi u invazionoj biologiji

Još tokom XIX veka Čarls Darwin, Alfons de Kandol i Čarls Lajel su u svojim radovima koristili termin *invazivne vrste* (Richardson i Pyšek, 2007), ali se ipak na pojavu prave literature u vezi sa invazivnim vrstama čekalo sve do sredine XX veka, kada je Čarls Elton (1958) svojom knjigom „Invazivna ekologija biljaka i životinja“ postavio temelje invazivne biologije, dok su tek u kasnijim radovima utvrđeni populacioni i cenotički mehanizmi kojima introdukovane vrste potiskuju native (Pianka, 1983).

Osnovni termini koji se koriste u invazionoj biologiji su autohtone, alohtone i invazivne vrste ili taksoni. Postoji veliki broj definicija koje opisuju navedene pojmove, a u ovom radu će se koristiti sledeće: *autohtone (native) vrste* naseljavaju oblasti koje su deo njihovog prirodnog areala rasprostranjenosti, dok *alohtone vrste*, poznate još i pod terminima egzotične ili „strane“, imaju zajedničku osobinu „da su unesene u sredinu u kojoj se ranije nisu nalazile“ (Westbrooks, 1998) – tj. u *recipijentno područje* (područje koje je „primalac“ alohtonog taksona). Region odakle takson potiče označava se terminom – *donorsko područje* (Richardson i sar., 2000). Usled kompleksnosti same problematike i nedostatka relevantnih podataka iz prošlosti, jasno je da postoje vrste za koje se ne može sa sigurnošću utvrditi kojoj od ove dve kategorije priradaju. Takve vrste definišemo kao *kriptogene* (Carlton, 1996). U novoj sredini alohtoni taksoni se mogu proširiti i realizovati deo životnog ciklusa, ali nisu sposobni za samostalnu

reprodukciju, bez pomoći čoveka – *aklimatizovani taksoni*. *Naturalizovani taksoni* su se u potpunosti prilagodili oblasti koju su naselili i nesmetano se razmnožavaju uspostavljajući svoje populacije.

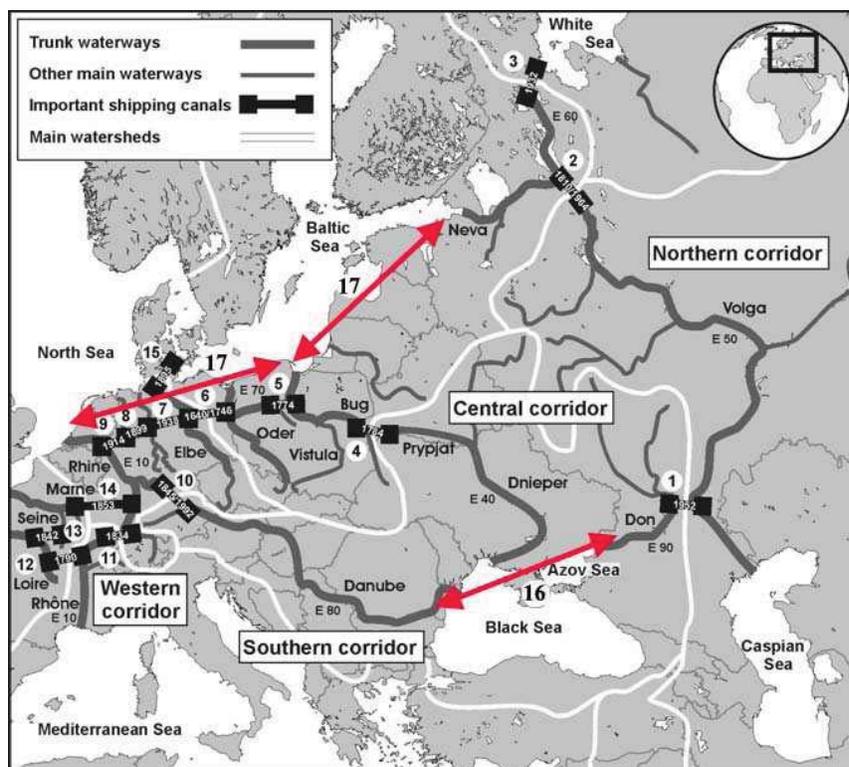
Postojanje prirodnih barijera i/ili neodgovarajući uslovi spoljašnje sredine predstavljaju ograničavajuće faktore za rasprostranjenje različitih vrsta akvatičnih organizama, održavajući na taj način jedinstvenost ekosistema. Tako na primer, nivo saliniteta predstavlja barijeru koja onemogućava prodor hidrobionata iz Mediterana u Crno i Azovsko more (Vinogradov, 1986). Međutim, širok opseg tolerancije, a često i potpuno isti zahtevi prema uslovima spoljašnje sredine u koju su translocirani alohtoni organizmi (najčešće pod uticajem antropogenog faktora), omogućava savladavanje prirodnih barijera. Unos i uspešna naturalizacija alohtonih vrsta dovodi i do narušenosti trofičkih odnosa, što takođe vodi ka smanjenju biodiverziteta, oslobađanjem ekoloških niša i okupacijom istih od strane alohtonih vrsta (Alexandrov i Zaitsev, 1998). Značajan faktor koji može da utiče na naturalizaciju alohtonih vrsta je i uniformnost ekosistema, kao i njegova narušenost, odnosno poremećaj ravnoteže uticajem spoljnih faktora (npr. eutrofikacija, Alexandrov i Zaitsev, 1998).

Introdukovane vrste koje su se naturalizovale u recipijentnom području, usled nepostojanja prirodnih neprijatelja koji bi ograničavali njihovu reprodukciju i širenje, mogu negativno uticati na autohtone organizme, menjajući strukturu zajednica i funkciju ekosistema, ali mogu uticati i na nebiotičku komponentu ekosistema, kao i na socijalne i ekonomske pojave vezane za delatnost stanovništva u tom području. Takve vrste nazivamo *invazivne vrste* (Davis i Thompson, 2000). Danas se invazivne vrste smatraju jednim od najznačajnijih faktora smanjenja biodiverziteta (Lambertini i sar., 2011). U evoluciji invazivnih populacija u novu sredinu, postoje dva primarna koraka (Allendorf i Lundquist, 2003). Prvi korak predstavlja unos, kolonizacija i uspostavljanje vrste, dok drugi korak čine širenje i moguća zamena nativnih vrsta introdukovanim. Između ova dva koraka odvija se „*lag*“ faza, period kada je gustina novounešene vrste veoma niska, dok kasnije nastupa faza eksponencijalnog rasta, u kojoj populacije ubrzano zauzimaju novu sredinu (Occhipinti-Ambrogi i Galil, 2004).

Pored navedenih, neophodno je definisati i sledeće termine: sredstvo širenja, vektori unosa i putevi unosa. *Sredstvo širenja* označava osnovne ljudske delatnosti odgovorne za širenje areala alohtonih vrsta (Minchin i sar., 2007), dok *vektor unosa*

(prenosilac) predstavlja objekat ili organizam koji omogućava prenos alohtone vrste do recipijentnog ekosistema (Panov i sar., 2009). *Putevi unosa i širenja* (rute, koridori) su geografski određeni putevi kojima se vrsta kreće i širi izvan područja svoje prirodne rasprostranjenosti.

Osnovni putevi unosa i širenja alohtonih vrsta označeni su terminom *invazivni koridor*. Na teritoriji Evrope postoje četiri invazivna koridora (Galil i sar., 2007, slika 1). *Severni koridor* povezuje Crno, Kaspijsko i Azovsko more, preko Volge, Dona i Neve sa Baltičkim i Belim morem. Ukupne je dužine oko 6.500 km. *Centralni koridor* rekama Dnjeper i Bug spaja Crno i Severno more, dok *Zapadni koridor* preko Rajne i Rone spaja Mediteran sa Severnim morem. *Južni koridor*, dužine 3.500 km sa više od 125 luka i 67 brana, spaja Crno sa Severnim morem, preko Dunava, Rajne i Majne. Pored ova četiri glavna koridora postoje i dva manja interkoridora, koji ih međusobno spajaju na severu, odnosno jugu – Severni i Južni interkoridor. Svaki koridor ima svoj ulaz, sa prelaznim tipom ekosistema – estuarom, tj. brakično-slatkovodnom sredinom koja služi kao aklimatizaciona komora za naseljavanje slatkih voda (Panov i sar., 2009).



Slika 1. Invazivni koridori Evrope (prema Galil-u i sar., 2007)

Ideja o kanalu koji je trebalo da spoji Dunav sa Rajnom, i preko nje se Severnim morem realizovana je još polovinom 19. veka izgradnjom Ludvigovog kanala dugog 172 km koji je spajao Kelhajm na Dunavu sa Banibergom na Majni. Ali zbog velikih tehničkih nedostataka i ograničenih plovnih mogućnosti ubrzo je napušten. Nakon ponovnog otvaranja kanala Majna-Dunav 1992. godine koji je povezivao Rajnu i Dunav, a samim tim i Severno sa Crnim morem, ovaj južni koridor danas predstavlja najvažniju vezu između Ponto-kaspijske oblasti i zapadne Evrope. Izgradnjom kanala stvorena je nova mreža plovih puteva koji su povezali ranije geografski izolovane rečne slivove i u velikoj meri doprineli širenju alohtonih vrsta (Leuven i sar., 2009). Smatra se da je Južni koridor posle 1992. godine postao najznačajniji put unosa alohtonih vrsta sa istoka na zapad (Bij de Vaate i sar., 2002).

Prema Elliott-u (2003) introdukcija alohtonih vrsta u ekosistem može imati značajan uticaj na populacije ili zajednice nativnih vrsta, životnu sredinu, ekonomiju i zdravlje ljudi i označava se terminom „*biološko zagađenje*“. Ipak, kako je kvantifikacija ovakvih uticaja vrlo zahtevan i dugotrajan zadatak, poslednjih godina se prednost daje pristupu da se svaka introdukcija alohtonih vrsta označava terminom „*biokontaminacija*“ nezavisno od mogućeg negativnog uticaja koji bi mogao proisteći usled takve introdukcije (Arbačiauskas i sar., 2008; Panov i sar., 2009).

Imajući u vidu sve napred navedeno možemo zaključiti da su nakon unosa alohtonih vrsta u novu sredinu, mogući sledeći ishodi:

- nestanak alohtone vrste, usled nedostatka slobodne ekološke niše,
- istrebljenje alohtone vrste od strane autohtonog predatora u vrlo ranom stadijumu naseljavanja,
- pronalaženje slobodne niše unutar postojeće zajednice, odnosno prilagođavanje na izvore hrane koji nisu bili u potpunosti iskorišćeni, čime alohtona vrsta postaje član zajednice,
- hibridizacija između alohtonih i autohtonih vrsta, što može dovesti do gubitka lokalnih genetičkih adaptacija autohtonih taksona,
- izumiranje ili značajno smanjenje autohtone vrste, dotadašnjeg ekološkog homologa,
- unos novih parazita i bolesti.

1.2.2. Alohtone vrste makroinvertebrata i riba Dunava – prethodna istraživanja

Fauna akvatičnih makroinvertebrata Dunava i njegovih pritoka je predmet istraživanja dugi niz godina. Najdetaljniji pregled makroinvertebrata čitavog toka Dunava sa posebnim aspektom na alohtonu komponentu dali su Literáthy i sar., 2002; Slobodník i sar., 2005 i Liška i sar., 2008. Arbačiauskas i sar., 2008 dali su spisak registrovanih vrsta čitavog toka Dunava, dok su Alexandrov i Zaitsev, 1998; Csányi i Paunović, 2006 i Tittizer i sar., 2000 obradili određene delove toka Dunava. Istraživanja Borza, 2011; Popescu-Marinescu, 2008 i Puky i Schád, 2006 imala su za predmet rasprostranjenje alohtonih organizama i nove nalaze alohtonih vrsta u Dunavu.

Proučavanja ihtiofaune Dunava započela su još u 18. i 19. veku (Marsilius, 1726; Heckel i Kner, 1858; Antipa, 1912). U skorije vreme istraživanja su neuporedivo brojnija, posebno ona koje se odnose na unos alohtonih vrsta: Balon, 1962; Bănărescu, 1964; Bănărescu i Nalbant, 1965; Berinkej, 1960; Ciolac, 2004; Čaleta i sar., 2010; Freyhof, 2003; Harka, 1993; Holcík i sar., 1981; Koščo i sar., 2003; Kováč i Siryová, 2005; Piria i sar., 2011; Pojoga, 1977; Wiesner, 2005 i Wiesner i sar., 2000.

U proteklih 30-ak godina istraživanja o alohtonim vrstama su intenzivirana u Srbiji. Visok nivo biokontaminacije u vodenim ekosistemima je već potvrđen i alohtone vrste su zabeležene među beskičmenjacima i kičmenjacima.

Dosadašnja istraživanja o alohtonim vrstama makroinvertebrata fokusirana su na pojedinačne vrste, njihovo rasprostranjenje i moguće negativne uticaje. Dat je detaljan pregled tek polovine alohtonih vrsta: *Branchiura sowerbyi* (Djukić, 1983; Paunović i sar., 2005), *Eriocheir sinensis* (Paunović i sar., 2004; Škraba i sar., 2103), *Sinanodonta woodiana* (Paunović i sar., 2006), *Orconectes limosus* (Pavlović i sar., 2006), *Corbicula fluminea* i *C. fluminalis* (Paunović i sar., 2007), *Hypania invalida* (Zorić i sar., 2011) i *Dreissena rostriformis bugensis* (Raković i sar., 2013). Alohtone vrste različitih akvatičnih sistema u Srbiji su predmet nekoliko objavljenih publikacija, a najobuhvatnije su istraženi Sava, Dunav i Velika Morava (Paunović i sar., 2008; Tomović i sar., 2010; Zorić i sar., 2010b, 2013). Metodologija za procenu rizika i uticaja od bioloških invazija do sada nije na adekvatan način obrađena i date su samo glavne smernice za njenu primenu (Stefanović i sar., 2009; Zorić i sar., 2010a).

Introdukovane vrste riba u vodama Srbije predmet su istraživanja brojnih publikacija. Prikaz novih nalaza za Srbiju i njihovo rasprostranjenje dati su za vrste:

Pseudorasbora parva (Cakić 1983; Cakić i sar., 2004; Janković 1985; Karaman, 1983), *Hypophthalmichthys molitrix* (Cakić i sar., 1996), *Gasterosteus aculeatus* (Cakić i sar., 2000), *Perccottus glenii* (Gergely i Tucakov, 2003; Šipoš i sar., 2004; Simonović i sar., 2006a), *Polyodon spathula* (Lenhardt i sar., 2006; Simonović i sar., 2006b), *Ameiurus melas* (Cvijanović i sar., 2005), *Micropterus salmoides* (Maletin, 1988), *Syngnathus abaster* (Sekulić i sar., 1999), *Pterygoplichthys pardalis* (Simonović i sar., 2010a), kao i predstavnici roda *Neogobius* (Hegediš i sar., 1991; Simonović i sar., 1998, 2001; Smederevac i sar., 2001). Detaljan pregled alohtonih vrsta riba i njihov uticaj na nativnu ihtiofaunu predstavljen je u radovima Simonović i Nikolić, 1997 i Lenhardt i sar., 2011, dok je primena procedura za procenu rizika upotrebom FISK i IFRA protokola predmet nekoliko publikacija (Simonović i sar., 2010b, 2013).

1.2.3. Zakonska regulativa i međunarodne konvencije

Uređena pravna regulativa koja kontroliše problem unosa, praćenja i suzbijanja alohtonih vrsta polazna je osnova za postavku efikasne strategije protiv bioloških invazija.

Na nivou Evrope i sveta postoji veliki broj konvencija i regulativa koje se sa različitih aspekata bave problematikom bioloških invazija. To su:

- Konvencija o biološkoj raznovrsnosti,
- Bernska konvencija (Konvencija o očuvanju evropske divlje flore i faune i prirodnih staništa),
- CITES konvencija (Konvencija o međunarodnoj trgovini ugroženim vrstama flore i faune – EEC Regulation 3626),
- Evropska strategija za introdukovane invazivne vrste,
- Okvirna direktiva o vodama EU (2000/60/EC),
- predlog Regulative o prevenciji i upravljanju unosa i širenja alohtonih invazivnih vrsta (2013/0307 COD).

Na teritoriji Republike Srbije problem unošenja, praćenja i suzbijanja alohtonih vrsta obuhvaćen je nacionalnim zakonodavstvom sledećim zakonima: Zakon o zaštiti životne sredine (Anonimno, 2004a), Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu

(Anonimno, 2004b), Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu (Anonimno, 2004c), Zakon o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Anonimno, 2014) i Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađenja životne sredine (Anonimno, 2015).

1.3. Ciljevi rada

Na osnovu sprovedenih istraživanja i dobijenih podataka postavljeni su sledeći ciljevi:

- identifikacija i pregled prisutnih alohtonih vrsta riba i makroinvertebrata – izrada liste taksona za Srbiju,
- taksonomska i zoogeografska analiza alohtonih vrsta,
- identifikacija sredstva širenja i vektora unosa,
- testiranje postojećih indeksa za ocenu pritisaka bioloških invazija,
- izdvajanje invazivnih vrsta na osnovu procedure procene rizika i izrada Crne liste (definisane invazivnih vrsta u okviru alohtonih),
- ocena invazibilnosti područja,
- identifikacija antropogenih pritisaka na vodene ekosisteme koji doprinose intenzitetu bioinvazija,
- korelacija nivoa bioloških invazija i izabranih parametara koji reflektuju nivo antropogenog stresa, kao i izabranih opštih prirodnih karakteristika koje opisuju jedinicu procene,
- ocena stanja ispitivanih ekosistema,
- predlog mera za smanjenje stope unosa alohtonih vrsta, širenje već introdukovanih alohtonih vrsta (translokacija), kao i za smanjenje pritiska, odnosno redukciju populacija.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Područje istraživanja

Istraživanje obuhvata 2.600 kilometara reke Dunav i ušća njenih najvećih pritoka: In, Morava, Vah, Hron, Ipoli, Sio, Drava, Tisa, Sava, Velika Morava, Timok, Iskar, Olt, Jantra, Rusenski Lom, Arges, Siret i Prut. Uzorci koji su korišćeni za analizu u ovom radu prikupljeni su u tokom 2007. i 2013. godine. Materijal je prikupljen u okviru istraživanja Odeljenja za hidroekologiju i zaštitu voda Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ tokom realizacije sledećih projekata: Zajedničko ispitivanje Dunava 2 (Joint Danube Survey 2 – JDS 2) 2007. godine, Zajedničko ispitivanje Dunava 3 (Joint Danube Survey 3 – JDS 3) 2013. godine – istraživanja organizovana od strane Međunarodne komisije za zaštitu reke Dunav (ICPDR), Utvrđivanje velikih rizika po biodiverzitet testiranim metodama (Assessing LARge scale Risks for biodiversity with tested Methods – ALARM FP6), Evolucija u heterogenim sredinama: mehanizmi adaptacija, biomonitoring i konzervacija biodiverziteta (ON 173025).

Zajedničko ispitivanje Dunava 2 (dalje u tekstu JDS 2) je trajalo od 13. avgusta do 27. septembra 2007. godine. Duž 2.600 km ispitivanog toka Dunava ukupno je uzorkovano na 109 lokaliteta (tabela 1). Od tog broja, 88 lokaliteta je bilo na glavnom delu toka, dok je 21 lokalitet na pritokama. Makroinvertebrati su uzorkovani na 94 lokaliteta, dok su uzorci riba prikupljeni sa 45 lokaliteta glavnog toka. Najveći broj lokaliteta uzorkovanja za makroinvertebrate i ribe se prostorno poklapao (lokaliteti koji su se razlikovali obeleženi su zvezdicom *).

Zajedničko ispitivanje Dunava 3 (dalje u tekstu JDS 3) je trajalo od 13. avgusta do 26. septembra 2013. godine. Duž 2.375 km ispitivanog toka ukupno je uzorkovano na 57 lokaliteta na glavnom toku i 16 lokaliteta na pritokama. Makroinvertebrati su prikupljeni na 52 lokaliteta glavnog toka i 16 lokaliteta na pritokama (tabela 2), dok su ribe izlovljavane na 32 lokaliteta glavnog toka (tabela 3). Tokom JDS 3 lokaliteti za makroinvertebrate i ribe nisu bili identični. Lokaliteti na kojima su izlovljavane ribe, kao i njihove oznake, poklapali su se sa lokalitetima iz 2007. godine, dok su za makroinvertebrate lokaliteti bili drugačije obeleženi.

Tabela 1. Lokaliteti uzorkovanja tokom JDS 2. Lokaliteti obeleženi zvezdicom (*) su različiti za makroinvertebrate i ribe. Pritoke su zatamnjene. Skraćenice: DE – Nemačka, AT – Austrija, SK – Slovačka, HU – Mađarska, HR – Hrvatska, SR – Srbija, RO – Rumunija, BG – Bugarska, MD – Moldavija, UA – Ukrajina, mzb – makroinvertebrati, r – ribe.

oznaka lokaliteta	naziv lokaliteta	država	rečni kilometar	vrsta uzorka
JDS1	uzvodno od ušća Ilera	DE	2600	mzb
JDS2	Kelhajm	DE	2415	mzb, r
JDS3	hidroelektrana Gajsling	DE	2354	mzb
JDS4	Degendorf	DE	2285	mzb
JDS5	Nideraltajh	DE	2278	mzb, r
JDS6	In	DE/AT	2225	mzb
JDS7	Johenštajn	DE/AT	2205	mzb, r
JDS8	uzvodno od brane Abvinden-Asten	AT	2120	mzb
JDS8*	Enghagen	AT	2118	r
JDS9*	Ibs	A	2072	r
JDS9	uzvodno od brane Ibs-Perzenbojg	AT	2061	mzb
JDS10	Oberlojben	AT	2008	mzb, r
JDS11	uzvodno od brane Grajfenštajn	AT	1950	mzb
JDS12	Klosternojburg	AT	1942	mzb
JDS13	Vildungsmauer	AT	1895	mzb, r
JDS14	uzvodno od ušća Morave (Hajnburg)	AT	1881	mzb
JDS15	Morava	AT	1880	mzb
JDS16	Bratislava	SK	1869	mzb, r
JDS16a*	Mali Dunav/Bratislava	SK	1865	r
JDS17*	Čunovo	SK	1860	r
JDS17	akumulacija Gabčikovo	SK/HU	1852	mzb
JDS17a*	stari Dunav/Dobrohost	SK/HU	1840	r
JDS18b*	stari Dunav/region Gabčikovo	SK/HU	1826	r
JDS18a*	stari Dunav/Istragov	SK/HU	1817	r
JDS18	Medvedov/Medve	SK/HU	1806	mzb, r
JDS19	rukavac Moson	HU	1794	mzb

JDS20	Komarno/Komarom	SK/HU	1768	mzb
JDS21	Vah	SK	1766	mzb
JDS22	Iža/Sonji	SK/HU	1761	mzb
JDS23	Šturovo/Estergom	SK/HU	1719	mzb
JDS24	Hron	SK	1716	mzb
JDS25	Ipoli	SK	1708	mzb
JDS26	Sob	HU	1707	mzb, r
JDS27	uzvodno od Sentandreje	HU	1692	mzb
JDS28	uzvodno Sentandreje (rukavac)	HU	1692	mzb
JDS29	uzvodno od Budimpešte	HU	1659	mzb
JDS30	Budimpešta	HU	1658	mzb, r
JDS31	Rackeve-Šorokšar rukavac (početak)	HU	1642	mzb
JDS32	nizvodno od Budimpešte	HU	1632	mzb, r
JDS33	Adoni/Lorev	HU	1605	mzb
JDS34	Rackeve-Šorokšar rukavac (kraj)	HU	1586	mzb
JDS35	Dunafoldvar	HU	1560	mzb
JDS36	Paks	HU	1533	mzb
JDS37	Sio	HU	1497	mzb
JDS38	Baja	HU	1481	mzb
JDS39a*	Mohač	HU	1446	r
JDS39	Hercegšanto	HU	1434	mzb
JDS40	Batina	HR/RS	1424	mzb, r
JDS41	uzvodno od ušća Drave	HR/RS	1384	mzb
JDS41*	Aljmaš	HR	1380	r
JDS42	Drava	HR/RS	1379	mzb
JDS43	nizvodno od ušća Drave (Erdut/Bogojevo)	HR/RS	1367	mzb
JDS44	Dalj	HR/RS	1355	mzb
JDS45	Ilok/Bačka Palanka	HR/RS	1300	mzb, r
JDS46	uzvodno od Novog Sada	RS	1262	mzb
JDS47	nizvodno od Novog Sada	RS	1252	mzb, r
JDS48	uzvodno od ušća Tise (Stari Slankamen)	RS	1216	mzb
JDS49	Tisa	RS	1216	mzb
JDS50*	Belegiš	RS	1202	r

JDS50	nizvodno od ušća Tise/uzvodno od ušća Save	RS	1200	mzb
JDS51	Sava	RS	1170	mzb
JDS52	uzvodno od Pančeva/nizvodno od ušća Save	RS	1159	mzb, r
JDS53	nizvodno od Pančeva	RS	1151	mzb
JDS54	Grocka	RS	1132	mzb, r
JDS55	uzvodno od ušća Velike Morave	RS	1107	mzb
JDS56	Velika Morava	RS	1103	mzb
JDS57	nizvodno od ušća Velike Morave	RS	1097	mzb, r
JDS58	Stara Palanka – Ram	RS	1077	mzb
JDS59	Banatska Palanka/Bazijaš	RS/RO	1071	mzb
JDS60	Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)	RS/RO	1040	mzb, r
JDS61	Donji Milanovac	RS/RO	991	mzb
JDS62	Đerdapska akumulacija (Tekija/Oršova)	RS/RO	954	mzb
JDS63	Vrbica/Simijan	RS/RO	926	mzb, r
JDS64*	Stari Dunav (rukavac)	RO	883	r
JDS64	Đerdap II	RS/RO	865	mzb
JDS65	uzvodno od ušća Timoka (Radujevac/Gruja)	RS/RO	849	mzb, r
JDS66	Timok	RS/BG	845	mzb
JDS67	Pristol/Novo selo (luka)	RO/BG	834	mzb
JDS68	Kalafat	RO/BG	795	mzb, r
JDS69	uzvodno od ušća Kozloduja	BG/RO	685	mzb, r
JDS70	uzvodno od ušća Iskara (Bajkal)	BG/RO	640	mzb, r
JDS71	Iskar	BG	637	mzb
JDS72	nizvodno od ušća Iskara	BG/RO	629	mzb
JDS73	uzvodno od ušća Olta	BG/RO	606	mzb
JDS74	Olt	RO	605	mzb

JDS75	nizvodno od ušća Olta	RO/BG	602	mzb, r
JDS76	nizvodno od Turnu-Megurele/Nikopol	RO/BG	579	mzb
JDS77	nizvodno od Zimnice/Svištov	RO/BG	550	mzb, r
JDS78	Jantra	BG	537	mzb
JDS79	nizvodno od ušća Jantre	RO/BG	532	mzb
JDS80	uzvodno od ušća Ruse	BG/RO	500	mzb
JDS81	Rusenski Lom	BG	498	mzb
JDS82	nizvodno od ušća Ruse/Đurđu	BG/RO	488	mzb, r
JDS83	uzvodno od ušća Argesa	RO/BG	434	mzb, r
JDS84	Arges	RO	432	mzb
JDS85	nizvodno od ušća Argesa, Oltenita	RO/BG	429	mzb
JDS86	Kičiu/Silistra	RO/BG	378	mzb, r
JDS87	uzvodno od Černavode	RO	295	mzb, r
JDS88	Đurđeni	RO	235	mzb
JDS89	Brajla	RO	167	mzb, r
JDS90	Siret	RO	154	mzb
JDS91a*	Reni	RO/MD	136	r
JDS91	Prut	RO/MD	135	mzb
JDS92	Reni	RO/UA	130	mzb
JDS93a*	Valcov-rukavac Kilia	RO/UA	60	r
JDS93	Vilkova-rukavac Kilia	RO/UA	18	mzb
JDS94	kanal Bistro	UA	8	mzb, r
JDS95	Sulina – rukavac Sulina	RO	0	mzb, r
JDS96	Sv. Georgije – rukavac Sv. Georgije	RO	0	mzb, r

Tabela 2. Lokaliteti uzorkovanja tokom JDS 3 za makroinvertebrate. Pritoke i rukavci su zatamnjeni. Skraćenice: DE – Nemačka, AT – Austrija, SK – Slovačka, HU – Mađarska, HR – Hrvatska, SR – Srbija, RO – Rumunija, BG – Bugarska, MD – Moldavija, UA – Ukrajina, mzb – makroinvertebrati.

oznaka lokaliteta	naziv lokaliteta	država	rečni kilometar	vrsta uzorka
JDS1	Bofinger Halde	DE	2581	mzb
JDS2	Kelhajm	DE	2415	mzb
JDS3	hidroelektrana Gajsling	DE	2354	mzb
JDS4	Degendorf	DE	2285	mzb
JDS5	Mulau	DE	2258	mzb
JDS6	Johenštajn	DE/AT	2204	mzb
JDS7	uzvodno od brane Abvinden-Asten	AT	2120	mzb
JDS8	Oberlojben	AT	2008	mzb
JDS9	Klosternojburg	AT	1942	mzb
JDS10	Vildungsmauer	AT	1895	mzb
JDS11	uzvodno od ušća Morave (Hajnburg)	AT	1881	mzb
JDS12	Morava	AT	1880	mzb
JDS13	Bratislava	SK	1869	mzb
JDS14	akumulacija Gabčíkovo	SK/HU	1852	mzb
JDS15	Medvedov/Medve	SK/HU	1806	mzb
JDS16	rukavac Moson	HU	1794	mzb
JDS17	Kliška Njema	SK/HU	1790	mzb
JDS18	Va	SK	1766	mzb
JDS19	Iža/Soni	SK/HU	1761	mzb
JDS20	Sob	HU	1707	mzb
JDS21	uzvodno od Budimpešte	HU	1659	mzb
JDS22	nizvodno od Budimpešte	HU	1632	mzb
JDS23	Rackeve-Šorokšar rukavac (kraj)	HU	1586	mzb
JDS24	Dunafoldvar	HU	1560	mzb
JDS25	Paks	HU	1533	mzb
JDS26	Baja	HU	1481	mzb
JDS27	Hercegsanto	HU	1434	mzb
JDS28	uzvodno od ušća Drave	HR/RS	1384	mzb
JDS29	Drava	HR/RS	1379	mzb

JDS30	nizvodno od ušća Drave (Erdut/Bogojevo)	HR/RS	1367	mzb
JDS31	Ilok/Bačka Palanka	HR/RS	1300	mzb
JDS32	uzvodno od Novog Sada	RS	1262	mzb
JDS33	nizvodno od Novog Sada	RS	1252	mzb
JDS34	uzvodno od ušća Tise (Stari Slankamen)	RS	1216	mzb
JDS35	Tisa	RS	1216	mzb
JDS36	nizvodno od ušća Tise/uzvodno od ušća Save	RS	1200	mzb
JDS37	Sava	RS	1170	mzb
JDS38	uzvodno od Pančeva/nizvodno od ušća Save	RS	1159	mzb
JDS39	nizvodno od Pančeva	RS	1151	mzb
JDS40	uzvodno od ušća Velike Morave	RS	1107	mzb
JDS41	Velika Morava	RS	1103	mzb
JDS42	nizvodno od ušća Velike Morave	RS	1097	mzb
JDS43	Banatska Palanka/Bazijaš	RS/RO	1071	mzb
JDS44	Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)	RS/RO	1040	mzb
JDS45	Đerdapska akumulacija (Tekija/Oršova)	RS/RO	954	mzb
JDS46	Vrbica/Simijan	RS/RO	926	mzb
JDS47	uzvodno od ušća Timoka (Radujevac/Gruja)	RS/RO	849	mzb
JDS48	Timok	RS/BG	845	mzb
JDS49	Pristol/Novo selo (luka)	RO/BG	834	mzb
JDS50	uzvodno od ušća Kozloduj	BG/RO	685	mzb
JDS51	Iskar	BG	637	mzb

JDS52	nizvodno od ušća Olta	RO/BG	602	mzb
JDS53	nizvodno od Zimnice/Svištov	RO/BG	579	mzb
JDS54	Jantra	BG	537	mzb
JDS55	nizvodno od ušća Jantre	RO/BG	532	mzb
JDS56	Rusenski Lom	BG	498	mzb
JDS57	nizvodno od ušća Ruse/Đurđu	BG/RO	488	mzb
JDS58	Arges	RO	432	mzb
JDS59	nizvodno od ušća Argesa, Oltenita	RO/BG	429	mzb
JDS60	Kičíu/Silistra	RO/BG	378	mzb
JDS61	Đurđeni	RO	235	mzb
JDS62	Brajla	RO	167	mzb
JDS63	Siret	RO	154	mzb
JDS64	Pрут	RO/MD	135	mzb
JDS65	Reni	RO/UA	130	mzb
JDS66	Vilkova-rukavac Kilia	RO/UA	18	mzb
JDS67	Sulina – rukavac Sulina	RO	0	mzb
JDS68	Sv. Georgije – rukavac Sv. Georgije	RO	0	mzb

Tabela 3. Lokalizacije uzorkovanja tokom JDS 3 za ribe. Skraćenice: DE – Nemačka, AT – Austrija, SK – Slovačka, HU – Mađarska, HR – Hrvatska, SR – Srbija, RO – Rumunija, BG – Bugarska, MD – Moldavija, UA – Ukrajina.

oznaka lokaliteta	naziv lokaliteta	država	rečni kilometar	vrsta uzorka
JDS2	Kelhajm	DE	2415	ribe
JDS5	Nideraltajh	DE	2278	ribe
JDS7	Johenštajn	DE/AT	2205	ribe
JDS9	Jib	A	2072	ribe
JDS10	Oberlojben	AT	2008	ribe
JDS13	Vildungsmauer	AT	1895	ribe
JDS16	Bratislava	SK	1869	ribe
JDS17	Čunovo	SK	1860	ribe
JDS18	Medvedov/Medve	SK/HU	1806	ribe
JDS26	Zob	HU	1707	ribe

JDS32	nizvodno od Budimpešte	HU	1632	ribe
JDS39a	Mohač	HU	1446	ribe
JDS41	Aljmaš	HR	1380	ribe
JDS45	Ilok/Bačka Palanka	HR/RS	1300	ribe
JDS47	nizvodno od Novog Sada	RS	1252	ribe
JDS50	Belegiš	RS	1202	ribe
JDS52	uzvodno od Pančeva/nizvodno od ušća Save	RS	1159	ribe
JDS54	Grocka	RS	1132	ribe
JDS60	Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)	RS/RO	1040	ribe
JDS63	Vrbica/Simijan	RS/RO	926	ribe
JDS65	uzvodno od ušća Timoka (Radujevac/Gruja)	RS/RO	849	ribe
JDS69	uzvodno od ušća Kozloduj	BG/RO	685	ribe
JDS72	nizvodno od ušća Iskara	BG/RO	629	ribe
JDS75	nizvodno od ušća Olta	RO/BG	602	ribe
JDS77	uzvodno od ušća Jantre	RO/BG	550	ribe
JDS82	nizvodno od ušća Ruse	BG/RO	488	ribe
JDS86	Kićiu/Silistra	RO/BG	378	ribe
JDS89	Brajla	RO	167	ribe
JDS91a	Reni	RO/MD	136	ribe
JDS93a	Valcov-rukavac Kilia	RO/UA	60	ribe
JDS95	Sulina – rukavac Sulina	RO	0	ribe

2.2. Materijal

2.2.1. Tehnike uzorkovanja materijala

Primena adekvatne procedure uzorkovanja je ključni korak u sprovođenju istraživanja i dobijanju reprezentativnih uzoraka i poredivih podataka. Tokom JDS 2 i JDS 3 uzorci su prikupljeni sa broda, osim prvog lokaliteta (JDS1, uzvodno od ušća Ilera, odnosno Bofinger Halde) koji je uzet sa obale.

2.2.1.1. Makroinvertebrati

Materijal za ovaj rad prikupljen je upotrebom ručnih bentoloških mreža promera okaca 500 i 1000 μm . Utvrđeno je da su ručne bentološke mreže najpogodnije za uzorkovanje, posebno ako ispitivanje treba da obuhvati različite tipove tekućih voda (Csányi i Paunović, 2006), tako da su one korišćene gde god je to bilo moguće. Uzorkovanje ručnim bentološkim mrežama vršilo se kombinovanom tehnikom podizanja materijala sa podloge trzajima nogu (kako bi se obezbedilo prisustvo svih vrsta organizama) i njegovim sakupljanjem u mrežu koja je orijentisana u pravcu vodenog toka i ručnim sakupljanjem sa podloge (kick & sweep tehnika), semi-kvantitativnim uzorkovanjem u definisanom vremenskom intervalu. Ukupno je uzimano po 10 poduzoraka sa površine približno 25x25 cm sa različitih podloga kako bi uzorak bio što reprezentativniji. Na delovima toka gde uslovi na terenu nisu bili adekvatni za uzorkovanje ručnom mrežom (velika dubina i/ili brzina toka) prikupljanje je izvršeno upotrebom dredže.

2.2.1.2. Ribe

Uzorkovanje ribljih zajednica Dunava rađeno sa čamca elektroagregatom Aqua Tech Honda EL63 II GL, snage 5 KW, sa ručnom anodom i izlaznim naponom kontinuirane jednosmerne struje od 600V, a prema evropskom standardu EN 14011. Na svakom lokalitetu uzorci su uzeti sa nekoliko profila različite strukture staništa reprezentativne za taj lokalitet. Na pojedinim lokalitetima na Dunavu (Belegiš, Višnjica, Grocka) uzeti su i noćni uzorci, nakon jednog sata od nastupanja potpunog mraka.

Elektroribolov je najefikasnija metoda za uzorkovanje ribljih zajednica u plitkim vodama dubine do 2 m (priobalna zona Dunava), dok je za uzorkovanje faune glavnog toka neophodno bilo koristiti metlice, troslojne („iz tri liša“) mreže sa „špiglovima“ koja lovi ribu tako što ulovljena riba stvara džep koji obrazuje središnji liš mreže sa manjim okcima kad ga preplašena riba, pošto udari u njega, progura kroz jedan od dva spoljašnja liša većih okaca („špiglova“).

2.2.2. Obrada i fiksiranje materijala

2.2.2.1. Makroinvertebrati

Nakon prikupljanja uzoraka na terenu, materijal je prosejan kroz sito promera okaca 500 μm , kako bi se ukonio sediment, a zatim je prebačen u odgovarajuću ambalažu sa obeleženim nazivom lokaliteta i datumom. Za fiksiranje uzoraka do obrade koristio se 4% rastvor formaldehida. Materijal se trajno čuva u 70% rastvoru etil-alkohola.

2.2.2.2. Ribe

Identifikacija ihtiofaune, merenje dužine tela i pregled površine tela radi utvrđivanja tragova bolesti ili prisustva parazita rađena je još na terenu, nakon čega su jedinke žive vraćane u vodotok.

2.2.3. Dodatni parametri

Pored bioloških uzoraka, na terenu su prikupljeni i sledeći podaci o lokalitetu: geografske koordinate, nadmorska visina i sastav podloge. Podaci o geografskim koordinatama i nadmorskoj visini prikupljeni su GPS ručnom stanicom tipa „Garmin eTrex“, u sistemu WGS 1984, sa greškom merenja od 6 do 10 m, prosečno 8 m. Analiza zastupljenih tipova podloge obavljena je vizuelnom procenom prema skali po Verdonschot-u (1999).

2.3. Metode

2.3.1. Identifikacija organizama

Obrada prikupljenih uzoraka makroinvertebrata u laboratoriji podrazumevala je njegovo sortiranje, identifikaciju i trajno čuvanje u zbirdama. Identifikacija uzoraka vršena je korišćenjem binokularnih lupa uveličanja do 40x i mikroskopa uveličanja do 100x, uz pomoć odgovarajućih ključeva za identifikaciju i literature, do najnižeg mogućeg nivoa. Za najveći broj organizama je to bio nivo vrste.

Obrada prikupljenog ribljeg materijala podrazumevala je merenje težine i ukupne i standardne dužine tela. Identifikacija uzoraka vršena je pomoću odgovarajućih ključeva za identifikaciju do nivoa vrste (prilog 1).

2.3.2. Baza podataka

Radi lakše manipulacije podacima, procene statusa, izrade metodologije procene rizika i definisanja mera suzbijanja formirana je baza podataka svih alohtonih vrsta Srbije, ali i čitavog južnog invazivnog koridora – AISSIC (Allochthonous Invasive Species of the Southern Invasion Corridor) baza podataka (2015). Izrada AISSIC baze je deo aktivnosti Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ (IBISS) u okviru međunarodnog projekta ALARM (Assessing LArge-scale environmental Risks with tested Methods), šesti okvirni program EU. U AISSIC bazu uneti su literaturni podaci, informacije iz većeg broja tehničkih izveštaja, kao i neobjavljeni podaci kojima raspolažu IBISS, Institut za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu i Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu. AISSIC baza pored ček liste sadrži i brojne druge podatke o invazivnim vrstama.

Podaci organizovani na ovaj način u velikoj meri su olakšali analizu različitih aspekata u vezi sa alohtonim vrstama. Klasifikacija alohtonih obuhvatila je zoogeografsku i horološku analizu vrsta, kao i analizu načina unosa, sredstva širenja i vektora unosa. Način unosa je određen kao slučajni unos (nenamerna introdukcija) i ciljani unos (planska introdukcija). Sredstva širenja označena su kao: vodni transport, izgradnja kanala, akvakultura, akvaristika, poribljavanje, širenja areala, transport sa gajenim biljkama i zoohorija.

Nomenklatura i klasifikacija makroinvertebrata je data prema fauni Evrope (De Jong, 2013), dok je za ribe korišćena elektronska baza Fishbase (Froese i Pauly, 2014).

Sektori Dunava određeni su prema Literáthy i sar., (2002) i Liška i sar., (2008) – gornji Dunav (GD – od izvora do Bratislave), srednji Dunav (SD – od akumulacije Gabčikovo do Banatske Palanke) i donji Dunav (DD – od Golupca do ušća).

2.3.3. Korišćeni indeksi

Nakon izrade baze podataka, koja je bila prvi korak u primeni protokola za procenu rizika od vodenih invazija, trebalo je oceniti stepen invazivnosti i negativnih uticaja koje može izazvati određena potencijalno invazivna alohtona vrsta. Postoji veliki broj indeksa koje je trebalo izračunati kako bi procena nivoa pritisaka i invazivnosti u najvećoj mogućoj meri odgovarala realnoj situaciji. U ovom radu analiza invazivnosti taksona i njihov uticaj na sve komponente životne sredine urađena je korišćenjem sledećih indeksa i protokola: indeks biološke kontaminacije – SBCI (Site-specific Biological Contamination Index), integrisani indeks biološke kontaminacije – IBCI (Integrated Biological Contamination Index), indeks rizika biološkog specijskog zagađenja – SBP-risk Index (Species-specific Biopollution risk Index), nivo biološkog zagađenja – BPL (Biopollution Level), FISK protokol (Fish Invasiveness Screening Kit), FI-ISK protokol (Freshwater Invertebrate Invasiveness Scoring Kit) i IFRA protokol (Invasive Fish Risk Assessment).

2.3.3.1. Indeksi SBCI i IBCI

Jednostavan metod za procenu nivoa biokontaminacije je korišćenje indeksa biološke kontaminacije (Site-specific Biological Contamination Index, SBCI, Arbačiauskas i sar., 2008). Ovaj indeks prikazuje nivo biokontaminacije na lokalitetima u okviru „jedinica procene“ (Assessment Unit, AU) u odnosu na abundancu i broj taksona. Može se primeniti za poređenje prisustva alohtonih vrsta na različitim lokalitetima unutar AU, ali i izračunavanje indeksa IBCI (Integrated Biological

Contamination Index, Arbačiauskas i sar., 2008) koji opisuje prisustvo alohtonih vrsta za čitav AU.

Terminom „jedinica procene“ (AU) se opisuje svaki deo vodenog staništa kao kriterijum procene stepena biološkog zagađenja ili kontaminacije (Elliot, 2003). Određivanje granica AU zavisi uglavnom od dva elementa – od cilja procene i od tipa vodnog tela, koje je predmet procene. U ovom radu za „jedinice procene“ su uzeti sektori Dunava.

SBCI je određen putem dva parametra: indeksa kontaminacije abundance (Abundance Contamination Index ACI) i indeksa kontaminacije raznovrsnosti (Richness Contamination Index RCI).

Ovi parametri se računaju po formulama:

$ACI = Na/Nt$, gde je Na abudanca alohtonih taksona, odnosno Nt ukupna abudanca taksona u uzorku,

$RCI = Ta/Tt$, gde su Ta i Tt broj alohtonih taksona i ukupan broj taksona u uzorku.

Abudanca za uzorke makroinvertebrata sa JDS 2 i JDS 3, kao i za uzorke riba sa JDS 2 data je kao celobrojna vrednost broja jedinki, dok je za uzorke riba sa JDS 3 abudanca izražena u broju individua po hektaru (ind/ha) i predstavljena kao decimalna vrednost. Standardizacija uzoraka nije vršena, jer jedinice u kojima je abudanca izražena nisu imale uticaja na konačne vrednosti indeksa.

Na osnovu dobijenih vrednosti ACI i RCI izraženim u procentima, a preko tabele 4 dobija se vrednost indeksa SBCI. IBCI se određuje kao prosečna vrednost SBCI svih lokaliteta i daje informaciju o prisustvu alohtonih vrsta za ceo AU. U slučajevima kada je vrednost SBCI bila na sredini između dve vrednosti (npr. 3,5) za konačnu vrednost je uziman veći broj (u ovom slučaju 4). Visoke vrednosti SBCI dobijaju se ukoliko alohtone vrste predstavljaju više od polovine detektovanih taksona ili su zastupljene sa brojnošću većom od 50% po lokalitetu (Arbačiauskas i sar., 2008).

Vrednosti SBCI kreću se u opsegu od 0 do 4: 0 – nema biokontaminacije (veoma dobar ekološki status), 1 – nizak nivo biokontaminacije (dobar ekološki status), 2 – umereni nivo biokontaminacije (umereni ekološki status), 3 – visok nivo biokontaminacije (loš ekološki status) i 4 – jako visok nivo biokontaminacije (veoma loš ekološki status). Ovih pet klasa direktno odgovara klasama ekološkog kvaliteta voda prema Direktivi o vodama (Water Framework Directive – EC 2000, EC 2003).

Tabela 4. Procena SBCI (indeks biološke kontaminacije), zasnovana na ACI (indeks kontaminacije abundance) i RCI (indeks kontaminacije raznovrsnosti) izražen u procentima (%) prema Arbačiauskas-u i sar., 2008.

RCI %	ACI %				
	0	>0 - <10	>10-20	21-50	>50
0	0				
>0-<10		1	2	3	4
>10-20		2	2	3	4
21-50		3	3	3	4
>50		4	4	4	4

2.3.3.2. SBP-risk Index

Vrlo koristan indeks za procenu invazivnosti naturalizovanih alohtonih vrsta je indeks rizika biološkog specijskog zagađenja (Species-specific Biopollution Risk Index, SBPRI, Panov i sar., 2009) koji se opisuje nizom parametara na osnovu kojih se određuje potencijalna invazivnost alohtonih vrsta.

Parametar visok potencijal vrste za širenje areala (High Potential to Spread, *HPS*) definiše se velikim brojem osobina same vrste, koje mogu biti species-specifične ili specifične za određeni životni stadijum. Kao kvantitativni indikator ovog parametra prisustvo alohtone vrste u više od jedne AU pokazatelj je da vrsta ima visok potencijal vrste za širenje areala.

Parametar visok potencijal vrste za naturalizaciju (High Potential for Establishment in a new environment, *HPE*) definiše se biološkim karakteristikama alohtone vrste, npr. eurihalnost, euritermnost, širok opseg preferenci za stanište i druge. Kvantitativno, ovaj parametar se može pripisati vrsti koja je sa visokom abundancom prisutna u dve ili više AU.

Parametar visok potencijal vrste da prouzrokuje ekološke i negativne socio-ekonomske uticaje (High Potential to cause ecological and negative socio-economic Impacts, *HPI*) definiše se kao kvantitativna mera negativnog efekta alohtone vrste na

recipijentno područje u smislu degradacije staništa, kompeticije i/ili hibridizacije sa nativnim vrstama, kao i negativnih uticaja na ekonomiju i zdravlje ljudi.

Vrednost indeksa SBPRI može imati vrednosti od 0 do 3:

SBPRI = 0 – kada nema podataka ni o jednom od navedenih parametara;

SBPRI = 1 – kada postoje podaci o jednom od parametara, HPS ili HPE;

SBPRI = 2 – kada postoje podaci o oba parametra, i HPS i HPE;

SBPRI = 3 – ako su dostupni podaci o parametru HPI, bez obzira na ostala dva parametra.

Značajan aspekt metodologije za procenu rizika od akvatičnih invazija je i izrada Crne, Bele i Sive liste određene ispitivane teritorije. Ove liste mogu biti formirane za vodna tela, slivove, države ili regione. Prema Evropskoj strategiji za borbu protiv invazivnih vrsta (Genovesi i Shine, 2004), posledice introdukcije se procenjuju putem sveobuhvatnog skrining sistema koji se bazira na analizi rizika. Na Crnoj listi nalaze se vrste koje su već identifikovane kao visoko invazivne ili su invazivne u jednoj ili više evropskih zemalja. Niskorizične vrste prema proceni rizika, ili na osnovu dugotrajnog iskustva, svrstavaju se na belu listu, dok se na sivoj nalaze sve vrste koje nisu uključene ni u jednu od dve prethodne, odnosno za koje ne postoji dovoljno podataka i trebalo bi da budu predmet procene rizika. Ovaj listing sistem je dinamičan, omogućava prebacivanje vrste sa jedne na drugu listu ukoliko je to naučno opravdano.

Dobijene vrednosti SBPRI indeksa direktno određuju na koju listu će se svrstati određena alohtona vrsta (Panov i sar., 2009). Za vrednost indeksa SBPRI = 0, alohtone vrste se stavljaju na sivu listu, sa nepoznatim stepenom invazivnosti. Ukoliko je vrednost SBPRI = 1 i SBPRI = 2, vrste imaju nizak ili umeren nivo invazivnosti i stavljaju se na belu listu. Crna lista obuhvata alohtone vrste sa visokim stepenom invazivnosti (SBPRI = 3).

2.3.3.3. BPL

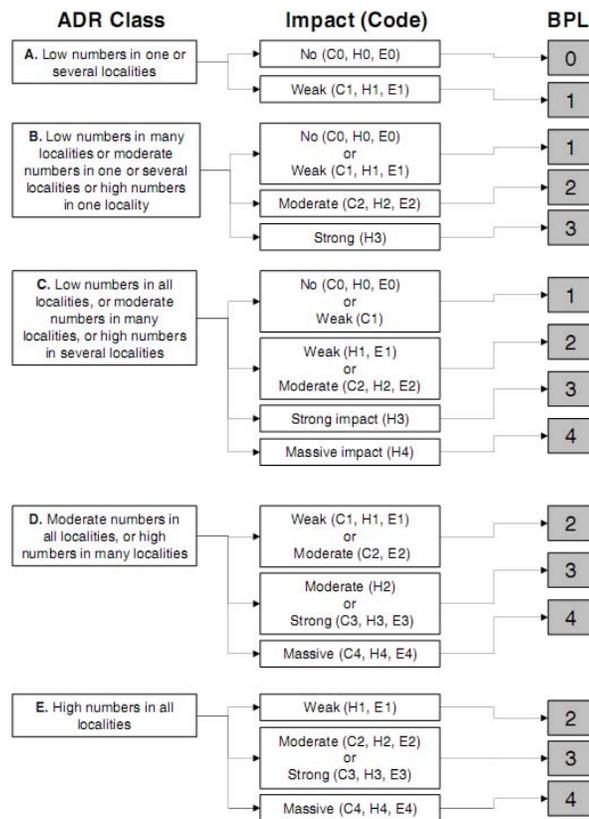
Procena nivoa biološkog zagađenja (Biopollution level, BPL, Olenin i sar., 2007) jedna od najobuhvatnijih metoda za procenu uticaja alohtonih vrsta jer izračunava njihov uticaj na zajednice, stanište i funkcionisanje ekosistema u kombinaciji sa abundancom i distribucijom. Može se primeniti na bilo koju grupu akvatičnih organizama – ribe, alge, zooplankton i makroinvertebrate.

Prvi korak u proceduri je kombinacija dobijene abundance i distribucije alohtonih vrsta na određenom staništu. Abundanca vrste može biti: mala (brojnost alohtone vrste na lokalitetu je do 5% ukupne brojnosti, uključujući i graničnu vrednost), umerena (brojnost alohtone vrste je od 5-50%) i visoka (brojnost je preko 50%, uključujući i graničnu vrednost). Distribucija se određuje na osnovu prisustva vrste na određenom broju lokaliteta i to: na jednom lokalitetu, na nekoliko lokaliteta (vrsta je prisutna na lokalitetima koji čine do polovine ukupnog broja ispitivanih lokaliteta, uključujući i graničnu vrednost), većina lokaliteta (vrsta je prisutna na 50-90% lokaliteta) i svi lokaliteti (vrsta je prisutna na više od 90% lokaliteta, uključujući i graničnu vrednost). U zavisnosti od ova dva parametra vrsti se dodeljuje jedna od pet klasa, skraćeno označene kao ADR klase (Abundance and Distribution Range, tabela 5).

Tabela 5. Petostepena skala (A do E) dobijena kombinacijom abundance i distribucije na alohtonih taksona (prema Olenin-u i sar., 2007).

abundanca	distribucija			
	jedan lokalitet	nekoliko lokaliteta	većina lokaliteta	svi lokaliteti
mala	A	A	B	C
umerena	B	B	C	D
visoka	B	C	D	E

Drugi korak je procena uticaja alohtonih vrsta na zajednice, stanište i čitav ekosistem takođe prema petostepenoj skali sa vrednostima od 0 do 4, gde 0 označava najmanji, a 4 najveći uticaj. Kombinacijom abundance i distribucije na jednoj strani, odnosno ADR klase i nivoa uticaja na jednu ili sve komponente ekosistema dobija se konačna ocena BPL (slika 2). BPL može imati vrednosti od 0 do 4: 0 – nema biološkog zagađenja, 1 – slabo biološko zagađenje, 2 – umereno biološko zagađenje, 3 – izraženo biološko zagađenje i 4 – jako izraženo biološko zagađenje.



Slika 2. Šema za procenu nivoa biološkog zagađenja. Oznaka C se odnosi na vrste i zajednice, oznaka H na stanište, a oznaka E na ekosistem (prema Olenin-u i sar., 2007).

2.3.3.4. FISK i FI-ISK protokoli

FISK protokol (Fish Invasiveness Screening Kit v2, Lawson i sar., 2013) identifikuje negativni uticaj alohtonih vrsta riba na osnovu procene biogeografskih i istorijskih osobina invazivnosti (domestifikacija i/ili kultivacija, klima i distribucija, invazivnost u drugim područjima) i biologije i ekologije samih vrsta svrstanih u pet kategorija (nepoželjne osobine ili osobine upornosti, tip ishrane, reproduktivne odlike, mehanizmi širenja, svojstva tolerantnosti). Protokol se sastoji iz 49 pitanja (iz gore navedenih kategorija) koja imaju za cilj da se sa različitih aspekata dobije realna slika o određenoj vrsti i njenom mogućem negativnom uticaju. Odgovor na svako od pitanja može biti DA ili NE, a zatim se na osnovu lične procene uz naravno konsultaciju naučnih radova, knjiga, izveštaja i ostale dostupne literature, u vidu brojeva, daje ocena verodostojnosti tj. sigurnosti datog iskaza i ona može dobiti vrednosti od 1 (najmanji nivo poverenja) do 4 (najveći nivo poverenja). Na osnovu toga izračunata je ukupna očekivana vrednost za svih 49 pitanja za svaku vrstu. Zatim se uz pomoć kompjuterskog programa vrši procena i kategorizacija vrsta na *vrste niskog rizika* (FISK vrednost u intervalu [-15 do 1]), *vrste srednjeg rizika* (FISK vrednost u intervalu [1 do 9,5]) i *vrste visokog rizika* (FISK vrednost u intervalu [9,5 do 57]). Granične vrednosti za kategorije su uzete prema Simonoviću i sar., 2013.

FI-ISK protokol (Freshwater Invertebrate Invasiveness Scoring Kit, Tricarico i sar., 2010) predstavlja adaptiranu verziju napred navedenog FISK protokola za akvatične makroinvertebrate. Takođe postoji 49 pitanja, od kojih su neka formulisana na drugačiji način nego što je to bio slučaj za ribe. Granične vrednosti za kategorije su: *vrste niskog rizika* (FI-ISK vrednost u intervalu [-11 do 1]), *vrste srednjeg rizika* (FI-ISK vrednost u intervalu]1 do 18]) i *vrste visokog rizika* (FI-ISK vrednost u intervalu]18 do 54]).

2.3.3.5. IFRA protokol

IFRA protokolom (Invasive Fish Risk Assessment, Copp i sar., 2005) se procenjuje rizik od introdukcije invazivnih riba. U okviru ovog protokola postoje tri segmenta sa pitanjima u vezi sa osobinama riba: 1) rizik od namerne i slučajne introdukcije; 2) rizik od naturalizacije; 3) procena uticaja. Slično kao i za FISK protokol, na svako pitanje se daje odgovor u vidu brojeva 1, 2 i 3 koji odgovaraju kategorijama niskog, srednjeg i visokog rizika. Ukoliko je odgovor nepoznat, tom pitanju se dodeljuje vrednost 0. Pored jasnih odrednica, postoji i mogućnost za određivanje nepoznatih osobina u 13 koraka, kako bi se odredio „stepen nepouzdanosti“ izračunavanjem procenta nalaza nepoznatih osobina prema formuli $A/13 \times 100$, gde je A broj pitanja na koja nije dat odgovor. Ukupan skor se dobija sabiranjem rezultata svih segmenata, pri čemu svaki segment ima podjednak doprinos konačnom skor. Granične vrednosti za kategorije su: *vrste niskog rizika* (IFRA vrednost ispod 40]), *vrste srednjeg rizika* (IFRA vrednost u intervalu 40 do 60]) i *vrste visokog rizika* (IFRA vrednost preko 60) uzete su prema Copp-u i sar., 2005.

2.3.4. Analiza autekoloških osobina

Analiza autekoloških karakteristika detektovanih alohtonih vrsta predstavlja jedan od važnijih zadataka sa aspekta potencijala invazivnih vrsta, naročito izdvajanja onih osobina koje doprinose invazivnosti.

Za analizu navedenih karakteristika makroinvertebrata korišćen je ASTERICS programski paket (AQEM, 2002). Ovaj paket se pokazao kao jako koristan za izračunavanje velikog broja parametara (više od 150). U pratećoj bazi podataka obuhvaćene su informacije o sistematici i osnovnim biološkim (ekološkim) karakteristikama (autekološki podaci) za oko 12.800 taksona – saprobni indeksi, mere tolerancije, mere zonacije, meru odnosa prema brzini vode, preferencu prema određenom tipu mikro staništa, indekse diverziteta, razmatranje tipova ishrane, tipova kretanja, mere strukture, raznovrsnosti i abundance. Ujedno, ovaj program korišćen je za unos vrsta u AISSIC bazu podataka, čime su izbegnute greške u navođenju imena

vrsta (svaka vrsta se unosi pomoću numeričkog koda, uz dva stepena filtracije podataka).

Podaci o ekološkim karakteristikama riba preuzeti su iz elektronske baze Fishbase (Froese i Pauly, 2014) i dokumenta Nacionalna metodologija za procenu ekološkog statusa malih vodotokova na osnovu zajednice riba: Slovački ihtiološki indeks (Kováč, 2010).

2.3.5. Ocena invazibilnosti područja

Ocena invazibilnosti područja urađena je za lokalitete na delu toka kroz Srbiju. Ocena je dobijena kombinacijom dva tipa uticaja: prirodnih karakteristika ispitivanih lokaliteta i nivoa antropogenih uticaja. Pretpostavka je da izabrani parametri imaju najveći uticaj na osetljivost vodenih ekosistema prema bioinvazijama. Parametri koji su ispitivani u okviru prirodnih karakteristika su nadmorska visina, udaljenost od inazivnog koridora i razućenost reljefa, dok su za nivo antropogenog stresa to bili: broj stanovnika, nivo hidroloških promena i intenzitet rećnog saobraćaja. Skale ocenjenih klasa prema parametrima su date u tabeli 6. Za parametre je data podela na pet klasa, osima za razućenost reljefa i intenzitet rećnog saobraćaja, pri ćemu jedan oznaćava najmanji, a pet najveći uticaj. Kategorije su: vrlo visok rizik, visok rizik, umeren rizik, nizak rizik i vrlo nizak rizik. Konaćna vrednost uticaja odrećdenog parametra je data kao srednja vrednost dve napred navedene grupe pritisaka. Ukoliko je ona bila na sredini između dve vrednosti, za konaćnu ocenu je uzeta lošija klasa. Kako su vrednosti dva parametara ocenjene u tri klase, prilikom raćunanja konaćne vrednosti ocene ovih parametara mnoćzene su faktorom 5/3.

Stanja korita, obala i inundacija (plavnih zona) klasifikovana su u jednu od pet klasa, a zatim je ukupna ocena raćunata kao srednja vrednost klasa za ove tri kategorije. Klase za ocenu nivoa hidromorfoloških promena date su prema Schwarz-u i Kraier-u (2008), a preuzete prema Babić Mladenović i Kolarov (2010). Ocene hidromorfoloških promena u rećnom koritu, na obalama i na inundacijama, kao i ukupna ocena ispitivane su dućž ukupno 12 deonica, koje se nisu poklapale sa definisanim lokalitetima dućž Dunava za JDS 2. Umesto toga je ocena hidromorfoloških promena uraćdena prema rećnim kilometrima.

Tabela 6. Klase ispitivanih parametara u okviru prirodnih karakteristika i antropogenog uticaja.

grupa parametara	parametar/ocena	1	2	3	4	5
prirodne karakteristike	nadmorska visina	>801 m.n.v.	501-800 m.n.v.	201-500 m.n.v.	101-200 m. n.v.	1-100 m.n.v.
	udaljenost od koridora	> 201 km	101-200 km	51-100 km	do 50 km	deo koridora
	razuđenost reljefa	veoma razuđen	umereno razuđen	jednoli- čan	/	/
antropo- geni uticaj	broj stanovnika	ispod 10.000	10.000- 49.999	50.000- 99.999	100.000- 999.999	preko 1.000.000
	hidrološke promene (stanje)	skoro prirodno	malo izmenje- no	umereno izmenje- no	jako izmenjen o	potpuno izmenje- no
	rečni saobraćaj (t/km)	ispod 5.000	5.000- 10.000	preko 10.000	/	/

Stanja korita, obala i inundancija (plavnih zona) klasifikovana su u jednu od pet klasa, a zatim je ukupna ocena računata kao srednja vrednost klasa za ove tri kategorije. Klase za ocenu nivoa hidromorfoloških promena date su prema Schwarz-u i Kraier-u (2008), a preuzete prema Babić Mladenović i Kolarov (2010). Ocene hidromorfoloških promena u rečnom koritu, na obalama i na inundacijama, kao i ukupna ocena ispitivane su duž ukupno 12 deonica, koje se nisu poklapale sa definisanim lokalitetima duž Dunava za JDS 2. Umesto toga je ocena hidromorfoloških promena urađena prema rečnim kilometrima.

Ocena broja stanovnika rađena je na osnovu broja stanovnika opština čija se mesta nalaze duž obala Dunava, a u cilju procene opterećenja vodotoka različitim vrstama zagađenja, gradske i industrijske otpadne vode, kao i vode koje se spiraju sa poljoprivrednih površina. Broj stanovnika je dat prema popisu stanovništva Republike Srbije iz 2011. godine Republičkog zavoda za statistiku (www.popis2011.stat.rs).

Uticaj intenziteta rečnog saobraćaja procenjen je prema gustini saobraćaja u t/km prema podacima Republičkog zavoda za statistiku iz 2007. godine (2009).

2.3.6. Statistička analiza

Za obradu podataka korišćene su odabrane statističke procedure uz upotrebu programskih paketa „FLORA“ verzija 2013 (Karadžić, 2013) i „Statistica for Windows 6.0“ (StatSoft Inc., 2001).

Nakon sveobuhvatnog sistema procene napred navedenih uticaja, vrednosti svakog od parametara su upoređene sa prisutnim zajednicama makroinvertebrata i riba na lokalitetima u Srbiji tokom JDS 2 i JDS 3, kako bi se utvrdilo da li postoji određeni stepen korelacije parametara pritiska i prisutne alohtone faune. Statističke analize rađene su samo za srednji deo toka kroz Srbiju. Za makroinvertebrate su to lokaliteti JDS44-JDS59 (JDS 2) i JDS28-JDS43 (JDS 3), a za ribe JDS40-JDS57 (JDS 2) i JDS41-JDS57 (JDS 3). Donji Dunav nije rađen zbog velikog broj Ponto-kaspijskih vrsta koje nisu alohtone za ovaj sektor, a prisutne su, što bi moglo uticati na pogrešnu interpretaciju dobijenih rezultata.

Odnos brojnosti i abundance prisutnih alohtonih vrsta makroinvertebrata i riba i izabranih parametara uticaja obrađeni su neparametarskim testom Spearman-ove korelacije (Spearman, 1904) i kanonijskom korespondentnom analizom (Canonical Correspondence Analysis, CCA – Ter Braak i Verdonschot, 1995). U okviru CCA primenjen je model „ponderisanih proseka“ (Weighted Averaging – WA), kao i ponderisani proseci skorova (WA scores). Prilikom analize korelisanosti parametara i zajednica makroinvertebrata parametri čije su vrednosti bile iste na svim lokalitetima isključeni su iz dalje analize (udaljenost od koridora, nadmorska visina i razuđenost reljefa).

Iako se radi o manjem broju parametara uticaja koji su ispitivani, neposredno pre pokretanja CCA izvršen je odabir najznačajnijih parametara „Forward selection“ analizom (FS) uz korišćenje Pearson-ovog korelacionog testa (Karadžić, 2013). U okviru ove analize primenjen je i Monte Karlo permutacioni test kao provera značajnosti izbora pojedinačnih faktora (Karadžić, 2013).

2.3.7. Grafički prikazi

Kartiranje nalaza najznačajnijih invazivnih vrsta vršiće se upotrebom Arc Map programskog paketa (verzija 10.0).

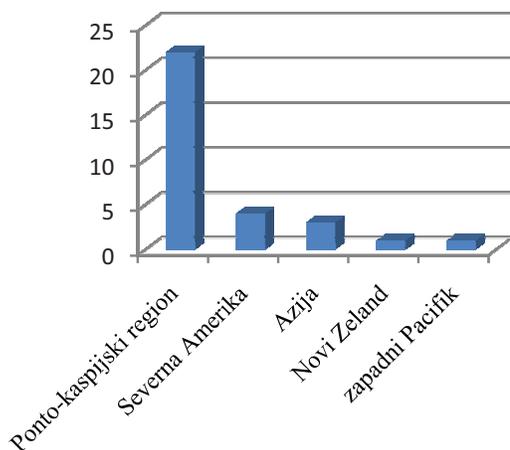
3. REZULTATI

3.1. Pregled alohtonih vrsta makroinvertebrata

Na osnovu ispitivanja Dunava tokom JDS 2 i JDS 3 registrovana je 31 alohtona vrsta makroinvertebrata (tabela 7). U pregledu zabeleženih vrsta, pored latinskog naziva, izneti su i podaci o: pripadnosti višem taksonu, poreklu vrste, prisustvu vrste u sektorima Dunava, godini prvog nalaza u Južnom invazivnom koridoru, sredstvima širenja, kao i odgovarajući literaturni podaci.

Najveći broj vrsta, oko 71%, potiče iz Ponto-kaspijskog regiona (slika 3), dok su Severna Amerika i Azija zastupljene sa 4, odnosno 3 vrste. Po jedna zabeležena vrsta poreklom je sa Novog Zelanda i zapadnog Pacifika.

Ako se analizira raspodela alohtonih vrsta prema taksonomskim grupama uočava se da najveći broj pripada rakovima – grupa Malacostraca (slika 4). Znatno manje su zastupljeni pripadnici Bivalvia, dok je ostalih pet grupa (Gastropoda, Oligochaeta, Polychaeta, Turbellaria i Phylactolaemata) zastupljeno sa ukupno osam vrsta.



Slika 3. Raspodela broja alohtonih vrsta makroinvertebrata u odnosu na nativni areal.

Tabela 7. Alohtone vrste makroinvertebrata Dunava. Sektori Dunava: GD – gornji Dunav, SD – srednji Dunav, DD – donji Dunav (* vrste Ponto-kaspijskog porekla nisu alohtone za donji Dunav, tako da njihovo prisustvo u donjem Dunavu nije navedeno). Skraćenice za sredstva širenja: BR – brodarstvo (vodni transport), K – izgradnja kanala, ZOO – zoohorija, BILJ – transport sa gajenim biljkama, AKV – akvakultura, AKS – akvaristika. Terminii obeleženi kurzivom predstavljaju ciljani unos.

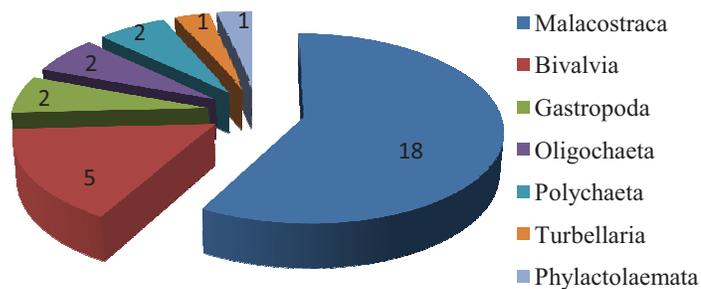
klasa, familija i vrsta	nativni areal	prisustvo u Dunavu			prvi nalaz za Južni invazivni koridor	sredstvo širenja	referenca
		GD	SD	DD*			
Bivalvia Corbiculidae <i>Corbicula fluminalis</i> (O. F. Müller, 1774)	Azija	+	+		1984.	BR, K, AKV	Kinzelbach, 1991; Meister, 1997
<i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774)	Azija	+	+	+	1987.	K, AKV	Kinzelbach, 1991; Nehring, 2002
Dreissenidae <i>Dreissena bugensis</i> * (Andrusov, 1897)	Ponto-kaspijski region	+	+		2004.	BR, K	Micu i Telembici, 2004
<i>Dreissena polymorpha</i> * (Pallas, 1771)	Ponto-kaspijski region	+	+		1824.	BR, K	Dahl, 1891; Thienemann, 1950
Unionidae <i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)	Azija	+	+	+	1979.	K, AKV	Sárkány-Kiss, 1986; Essl i Rabitch, 2002; Rashleigh, 1995

Gastropoda Physidae <i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Severna Amerika	+	+	1870.	AKS	Gittenberger i sar., 1998; Bernauer i Jansen, 2006
Tateidae <i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J.E. Gray, 1843)	Novi Zeland	+	+	1900.	BR, K, ZOO	Thienemann, 1950; Cole, 1982
Malacostraca Astacidae <i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852)	Severna Amerika	+	+	1980-ih	AKV	Huber i Schubart, 2005; Souty-Grosset i sar., 2006
Cambaridae <i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	Severna Amerika	+	+	1890.	AKV	Schellenberg, 1928; Sukopp i Brie, 1984
Corophiidae <i>Chelicorophium curvispinum*</i> (G. O. Sars, 1895)	Ponto-kaspijski region	+	+	1912.	BR	Wundsch, 1912; Tittizer, 1996
<i>Chelicorophium robustum*</i> (G. O. Sars, 1895)	Ponto-kaspijski region	+	+	2002.	K	Bernerth i Stein, 2003; Eggers i Martens, 2004
<i>Chelicorophium sowinskyi*</i> (Martynov, 1924)	Ponto-kaspijski region	+	+	1920-ih	BR	Borza, 2011

Gammaridae <i>Dikerogammarus bispinosus</i> * Martynov, 1925	Ponto- kaspjski region	+	+	1940-ih	BR, K	Dudich, 1947; Bij de Vaate i sar., 2002
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> * (Eichwald, 1841)	Ponto- kaspjski region	+	+	1960-ih	K	Tittizer, 1996; Wawrazyniak- Wydrowska i Gruszka, 2005
<i>Dikerogammarus villosus</i> * (Sowinsky, 1894)	Ponto- kaspjski region	+	+	1989.	BR	Tittizer, 1996; Nehring, 2002
<i>Echinogammarus ischnus</i> * (Stebbing, 1899)	Ponto- kaspjski region	+	+	1977.	BR, K	Tittizer, 1996; Nehring, 2002
<i>Echinogammarus trichiatus</i> (Martynov, 1932)	Ponto- kaspjski region	+	+	2000.	BR, K	Podraza i sar., 2001; Nehring, 2002
Janiridae <i>Jaera sarsi</i> * Valkanov, 1936	Ponto- kaspjski region	+	+	1958.	BR	Kothe, 1968; Nehring, 2002
Mysidae <i>Hemimysis anomala</i> * G. O. Sars, 1907	Ponto- kaspjski region	+	+	pre 1997.	BR, K	Ketelaars i sar., 1999; Wittmann, 2002

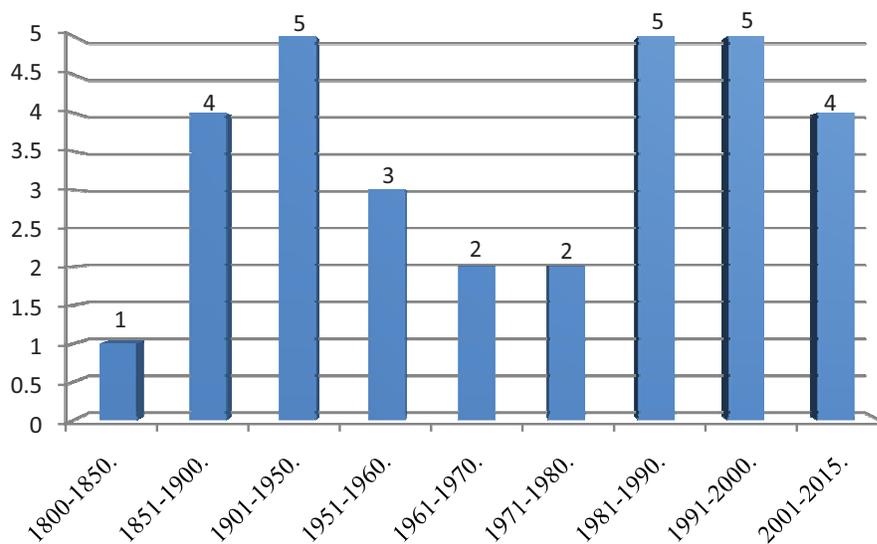
<i>Katamysis warpachowskyi</i> * G. O. Sars, 1893	Ponto- kaspijski region	+	+	1995.	BR	Wittmann, 2002
<i>Limnomysis benedeni</i> * Czerniavsky, 1882	Ponto- kaspijski region	+	+	1940-ih	BR, K	Dudich, 1947; Wittmann, 2002
<i>Paramysis lacustris</i> * (Czerniavsky, 1882)	Ponto- kaspijski region	+	+	2007.	BR	Paunović i sar., 2007
Niphargidae <i>Niphargus hrabei</i> * S. Karaman, 1932	Ponto- kaspijski region	+	+	1987.	BR	Nesemann i sar., 1995
Pontogammaridae <i>Euxinia sarai</i> * (Sowinsky, 1898)	Ponto- kaspijski region	+	+	1953.	nepoznato	Karaman, 1953
<i>Obesogammarus obesus</i> * (G. O. Sars, 1894)	Ponto- kaspijski region	+	+	2004.	BR, K	Nehring, 2006
Oligochaeta Tubificidae <i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892	zapadni Pacifik	+	+	1959.	BR, BILJ	Tobias, 1972; Nehring, 2002
<i>Potamotrix moldaviensis</i> * Vejdovský & Mrázek, 1903	Ponto- kaspijski region	+	+	1960-ih	BR, ZOO	Milbrink i Timm, 2001
Polychaeta Ampharetidae <i>Hypania invalida</i> * (Grube, 1860)	Ponto- kaspijski region	+	+	1995.	BR, K	Kothe, 1968; Nehring, 2002

Fabriciidae <i>Manayunkia caspica</i> * Annenkova, 1929	Ponto- kaspjski region		+		1943.	K	Băcescu, 1944; Popescu-Marinescu, 2008
Turbellaria Dendrocoelidae <i>Dendrocoelum</i> <i>romanodanubiale</i> * (Codreanu, 1949)	Ponto- kaspjski region	+	+		1992.	K	Tittizer i sar., 2000; Nehring, 2002
Phylactolaemata Pectinatellidae <i>Pectinatella magnifica</i> (Leidy, 1851)	Severna Amerika		+		1883.	BR	Bernauer i Jansen, 2006



Slika 4. Odnos zastupljenih taksonomskih grupa.

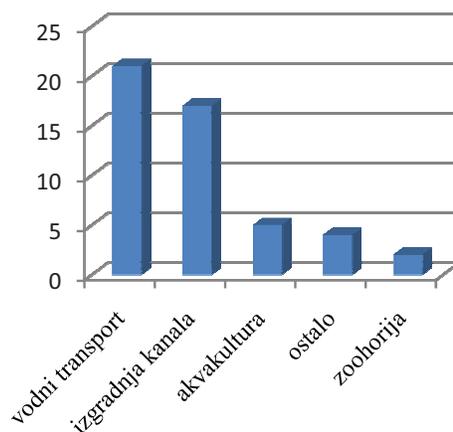
Možemo videti da je za ukupno 126 godina (1824-1950.) unešeno ukupno 10 alohtonih vrsta, dok se od 1980. godine broj introdukcija u Dunav naglo povećava i takav trend postoji i danas (slika 5).



Slika 5. Broj unešenih alohtonih vrsta makroinveretbrata tokom vremena.

Razmatranjem načina unosa i sredstava kojima su vrste raširene van granica nativnog areala, možemo konstatovati da je za 25 vrsta dokazano da u širenju areala nije bilo neposrednog uticaja antropogene aktivnosti, dok su tri vrste namerno unešene (tabela 7). Kod tri vrste je zastupljena kombinacija planiranog i slučajnog unosa. Za jednu vrstu nisu utvrđeni način unosa i sredstvo širenja.

Za najveći broj vrsta karakteristična je disperzija kao posledica kombinacije dva ili više sredstava unosa. Vodni transport (brodarstvo) i izgradnja kanala su označeni kao sredstva unosa koja su daleko najviše doprinela introdukciji i daljem širenju zabeleženih alohtonih vrsta (slika 6). Ostala sredstva imaju manju ulogu u rasprostranjenju alohtonih makroinvertebrata. Akvakultura (unos radi privrednog gajenja), kao vid planirane introdukcije, ustanovljen je za dve vrste dekapodnih rakova *Orconectes limosus* i *Pacifastacus leniusculus*, dok je školjka *Physella acuta* unešena za potrebe akvaristike (takođe planirana introdukcija). Za tri vrste školjki (*C. fluminea*, *C. fluminalis* i *S. woodiana*) jedno od sredstava širenja je takođe akvakultura, u ovom slučaju ribljih populacija. Zoohorija (disperzija pomoću ptica) je za dve vrste označena kao jedno od sredstava unosa. Vektori introdukcije za navedena sredstva širenja dati su u tabeli 8.



Slika 6. Najznačajnija sredstva širenja alohtonih makroinvertebrata. Za određene vrste računata su dva ili više sredstava unosa. Y osa predstavlja broj vrsta.

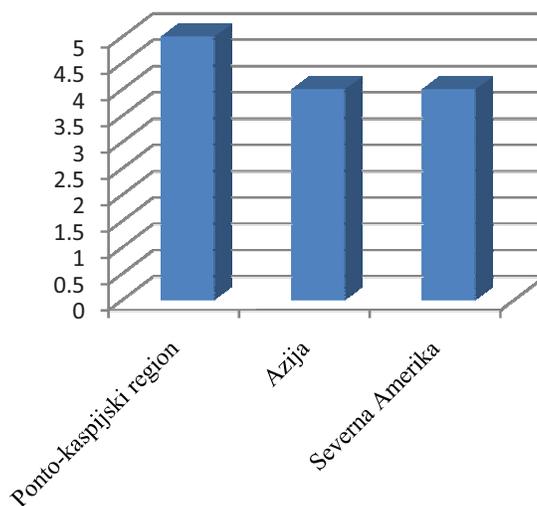
Tabela 8. Vektori unosa alohtonih vrsta makroinvertebrata u Dunav.

sredstvo širenja	vektor unosa
vodni transport i plovni objekti	transport vode i sedimenta u balastnoj vodi, sve strukture plovni objekata za koje se organizmi mogu pričvrstiti
izgradnja kanala	protok vode, plimni i poplavni talasi
akvakultura	premeštanje populacija radi gajenja
akvaristika	slučajno ili namerno oslobađanje
transport sa gajenim biljkama	vrsta u vodotokove
zoohorija	ptice

3.2. Pregled alohtonih vrsta riba

Analizom uzoraka ribljih zajednica prikupljenih tokom JDS2 i JDS3 ukupno je registrovano 13 alohtonih vrsta (tabela 9), što čini oko 5% u odnosu na ukupni diverzitet riblje faune Evrope koja broji oko 250 vrsta (Maitland, 2000). Kao i za makroinvertebrate, i za ribe su pored latinskog naziva vrste dati i podaci o: pripadnosti višem taksonu, poreklu vrste, prisustvu vrste u sektorima Dunava, godini prvog nalaza u Južnom invazivnom koridoru, sredstvima širenja, kao i odgovarajući literaturni podaci.

Alohtona ihtiofauna Dunava potiče iz tri biogeografske regije čiji su predstavnici podjednako zastupljeni: Ponto-kaspijske, Severno-američke i Azijske (slika 7). Alohtone vrste riba zabeležene u ovom radu svrstane su u šest porodica. Najbrojniji su predstavnici porodica Cyprinidae i Gobiidae, dok ostale familije (Ictaluridae, Centrarchidae, Gasterosteidae, Salmonidae i Odontobutidae) imaju manji udeo (slika 8).



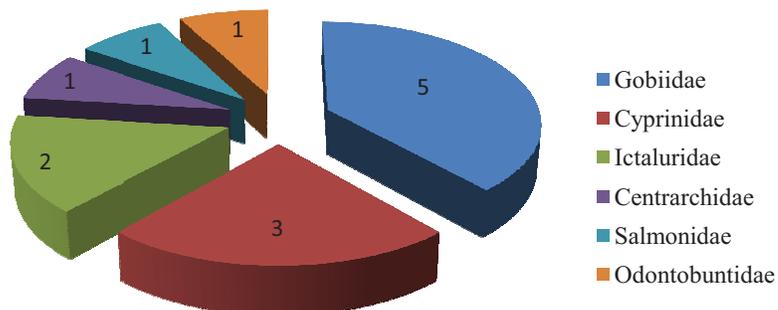
Slika 7. Raspodela alohtonih vrsta riba u odnosu na nativni areal.

Tabela 9. Alohtone vrste ribe Dunava. Sektori Dunava: GD – gornji Dunav, SD – srednji Dunav, DD – donji Dunav (* vrste Ponto-kaspijskog porekla nisu alohtone za donji Dunav, tako da njihovo prisustvo u donjem Dunavu nije navedeno). Skraćenice za sredstva širenja: BR – brodarstvo (vodni transport), PO – poribljavanje, ŠA – širenje areala, AKV – akvakultura, AKS – akvaristika. Termini obeleženi kurzivom predstavljaju cilijani (namerni) unos.

familija i vrsta	nativni areal	prisustvo u Dunavu			prvi nalaz za Južni invazivni koridor	sredstvo širenja	referenca
		GD	SD	DD*			
Centrarchidae <i>Lepomis gibbosus</i> Linnaeus, 1758 Suncica	Severna Amerika	+	+	+	1930.	AKS	Ristić, 1940
Cyprinidae <i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782 Babuška	Azija	+	+	+	1912.	PO	Pojoga, 1977
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Vallenciennes, 1844 Beli tolstolobik	Azija	+	+	+	početkom 1960-ih	PO	Cioliac, 2004
<i>Pseudorasbora parva</i> Schlegel, 1846 Amurski čebačok	Azija	+	+	+	1961.	AKV	Bănărescu i Nalbant, 1965

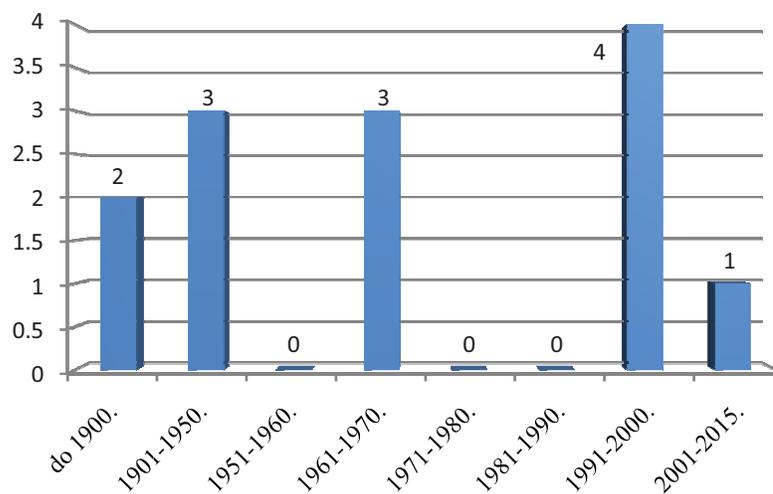
Gobiidae <i>Babka gymnotrachelus*</i> Kessler, 1857 Glavoč peskar	Ponto- kaspjski region	+	+	1991.	ŠA, BR	Hegediš i sar., 1991
<i>Neogobius fluviatilis*</i> Pallas, 1814 Glavoč trkač	Ponto- kaspjski region	+	+	početkom 1960-ih	ŠA, BR	Bănărescu, 1964
<i>Neogobius melanostomus*</i> Pallas, 1814 Glavoč kruglak	Ponto- kaspjski region	+	+	1997.	ŠA, BR	Simonović i sar., 1998
<i>Ponticola kessleri*</i> Günther, 1861 Glavoč glavaš	Ponto- kaspjski region	+	+	početkom 1990-ih	ŠA, BR	Kováč i Siryová, 2005
<i>Proterorhinus semilunaris*</i> Heckel, 1837 Glavoč cevonos	Ponto- kaspjski region	+	+	2001	ŠA	Simonović i sar., 2001
Ictaluridae <i>Ameiurus melas</i> Rafinesque, 1820 Crni cverglan	Severna Amerika	+		1936.	AKV	Pintér, 1989

<i>Ameiurus nebulosus</i> Lesueur, 1819 Smeđi cverglan	Severna Amerika	+	+	1885.	<i>PO</i>	Wheeler, 1978
Odontobutidae <i>Percottus glenii</i> Dybowski, 1877 Amurski spavač	Azija	+	+	1997.	<i>AKS</i>	Koščo i sar., 2003
Salmonidae <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792) dužičasta pastrmka	Severna Amerika	+		1882.	<i>AKV</i>	Freyhof, 2003



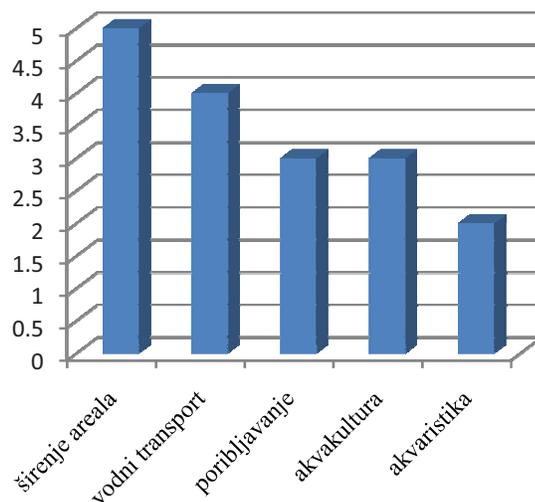
Slika 8. Odnos broja zastupljenih familija riba.

Unos novih vrsta riba u Dunav započeo je krajem 19. veka unosom dužičaste pastrmke u vodotokove u Nemačkoj 1882. godine (Freyhof, 2003). Nakon toga su unešene obe vrste cverglana i babuška. Najveći broj vrsta uveden je tokom šezdesetih i devedesetih godina 20. veka srazmerno dužini perioda (slika 9).



Slika 9. Broj unešenih alohtonih vrsta riba tokom vremena.

Analizom podataka kojima raspolažemo, za samo jednu vrstu utvrđeno je da u širenju areala nije bilo neposrednog uticaja antropogene aktivnosti, dok je za preostalih 12 vrsta disperzija posledica kombinacije dva ili više sredstava unosa (tabela 9). Kao način unosa planirana introdukcija je daleko zastupljenija, dok se ni jedno od sredstava širenja posebno ne izdava kao dominantno (slika 10). Širenje areala u kombinaciji sa vodnim transportom predstavlja osnovno sredstvo širenja Ponto-kaspijskih glavoča. Slučajna introdukcija u vodotokove nakon ispuštanja iz akvarijuma karakteristična je za vrste *Lepomis gibbosus* i *Perccottus glenii*. Vektori introdukcije za navedena sredstva širenja dati su u tabeli 10.



Slika 10. Najznačajnija sredstva širenja alohtonih riba. Za određene vrste računata su dva ili više sredstava unosa. Y osa predstavlja broj vrsta.

Tabela 10. Vektori unosa alohtonih vrsta makroinvertebrata u Dunav.

sredstvo širenja	vektor unosa
vodni transport i plovni objekti	transport vode i sedimenta u balastnoj vodi, sve strukture plovnih objekata za koje se organizmi mogu pričvrstiti
poribljavanje	premeštanje populacija radi popunjavanja prazne niše, oporavka ribljeg fonda ili radi sportskog ribolova
širenje areala	prirodna disperzija
akvakultura	premeštanje populacija radi gajenja
akvaristika	slučajno oslobađanje vrsta u vodotokove

3.3. Rezultati ispitivanih indeksa i protokola za zajednice makroinvertebrata

Vrednosti indeksa SBCI date su u tabeli 11 za sve ispitivane lokalitete (po sektorima) tokom JDS 2 i JDS 3. Za najveći broj lokaliteta gornjeg i srednjeg Dunava uzorkovanih tokom JDS 2 vrednost indeksa iznosi 3, dok za najveći broj lokaliteta donjeg Dunava ima vrednost 4. Tokom JDS 3 broj lokaliteta sa vrednostima indeksa 3 i 4 je skoro podjednak u gornjem i srednjem Dunavu, dok u donjem Dunavu najviše lokaliteta ima vrednost indeksa 1. Ocenom prisustva alohtone faune na nivou sektora preko indeksa IBCI uočava se da su sva tri sektora Dunava pod sličnim pritiskom alohtone faune, osim sektora donjeg Dunava tokom JDS 3 (tabela 11).

Tabela 11. Vrednosti SBCI i IBCI ispitivanih lokaliteta tokom JDS 2 i JDS 3 (po sektorima): 0 – nema biokontaminacije (veoma dobar ekološki status), 1 – nizak nivo biokontaminacije (dobar ekološki status), 2 – umereni nivo biokontaminacije (umereni ekološki status), 3 – visok nivo biokontaminacije (loš ekološki status) i 4 – jako visok nivo biokontaminacije (veoma loš ekološki status).

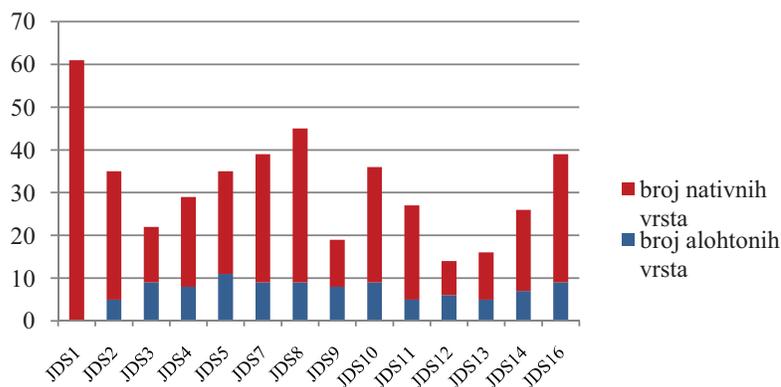
		JDS 2	JDS 3		
		SBCI	SBCI		
gornji Dunav	JDS1	1	0	JDS1	
	JDS2	3	4	JDS2	
	JDS3	3	4	JDS3	
	JDS4	3	4	JDS4	
	JDS5	3	4	JDS5	
	JDS7	3	3	JDS7	
	JDS8	2	3	JDS8	
	JDS9	4	3	JDS9	
	JDS10	3	3	JDS10	
	JDS11	2	4	JDS11	
	JDS12	4	2	JDS13	
	JDS13	3			
	JDS14	3			
	JDS16	3			

	JDS 2	JDS 3	
	SBCI	SBCI	
	JDS17 3	3	JDS14
	JDS18 3	4	JDS15
	JDS20 3	4	JDS17
	JDS22 4	4	JDS19
	JDS23 2	4	JDS20
	JDS26 3	4	JDS21
	JDS27 3	4	JDS22
	JDS28 3	4	JDS24
	JDS29 3	4	JDS25
	JDS30 3	4	JDS26
	JDS32 2	3	JDS27
	JDS33 2	2	JDS28
	JDS35 3	4	JDS30
	JDS36 2	3	JDS31
	JDS38 4	4	JDS32
srednji	JDS39 3	3	JDS33
Dunav	JDS40 3	3	JDS34
	JDS41 3	3	JDS36
	JDS43 3	3	JDS38
	JDS44 2	3	JDS39
	JDS45 3	3	JDS40
	JDS46 3	3	JDS42
	JDS47 3	4	JDS43
	JDS48 3		
	JDS50 3		
	JDS52 2		
	JDS53 2		
	JDS54 3		
	JDS55 3		
	JDS57 2		
	JDS58 3		
	JDS59 2		

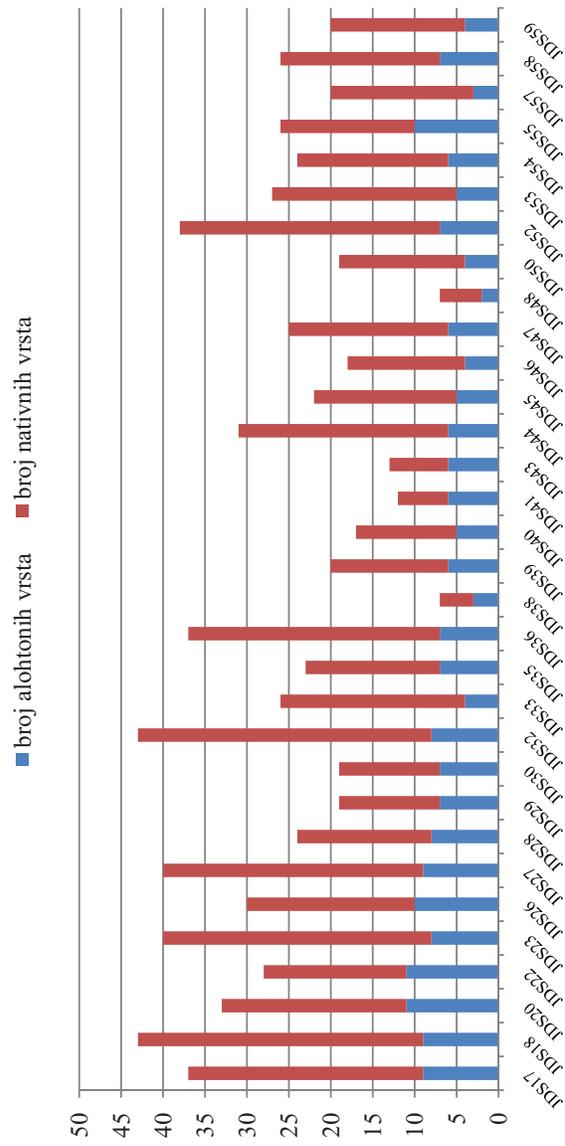
		JDS 2	JDS 3			
		SBCI	SBCI			
	JDS60	1	1	JDS44		
	JDS61	1	1	JDS45		
	JDS62	1	1	JDS46		
	JDS63	1	3	JDS47		
	JDS64	2	2	JDS49		
	JDS65	4	3	JDS50		
	JDS67	2	1	JDS52		
	JDS68	4	1	JDS53		
	JDS69	4	1	JDS55		
	JDS70	4	3	JDS57		
	JDS72	4	1	JDS59		
	JDS73	4	1	JDS60		
	JDS75	3	2	JDS61		
	JDS76	4	1	JDS62		
donji	JDS77	3	1	JDS65		
Dunav	JDS79	4	1	JDS66		
	JDS80	3	1	JDS67		
	JDS82	4	1	JDS68		
	JDS83	3				
	JDS85	3				
	JDS86	3				
	JDS87	3				
	JDS88	4				
	JDS89	2	JDS 2	3	3	3
	JDS92	4				
	JDS93	1	JDS 3	3	3	1
	JDS94	1				
	JDS95	3				
	JDS96	2				

		IBCI		
		gornji	srednji	donji
		Dunav	Dunav	Dunav
	JDS 2	3	3	3
	JDS 3	3	3	1

Kako SBCI zavisi od broja alohtonih vrsta i gustine populacija, na graficima koji slede prikazan je i ovaj aspekt alohtone faune. Uočava se da je tokom JDS 2 u gornjem i srednjem Dunavu broj registrovanih alohtonih vrsta bio prilično ujednačen, dok je u donjem Dunavu zabeležen manji broj alohtonih vrsta (slike 11, 12 i 13). Ako to isto pogledamo tokom JDS 3 uočavamo povećanje broja alohtonih vrsta u gornjem i srednjem Dunavu, dok donji Dunav karakteriše sličan broj vrsta koji je bio zabeležen tokom JDS 2 (slike 14, 15 i 16). Lokaliteti sa najvećim brojem prisutnih alohtonih vrsta po sektorima su: tokom JDS 2 gornji Dunav – JDS5 (Nideraltajh) sa 11 vrsta, srednji Dunav – JDS20 (Komarno/Komarom) i JDS22 (Iža/Soni) sa po 11 vrsta i donji Dunav JDS60 (Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)) sa 3 vrste. Tokom JDS 3 to su sledeći lokaliteti: gornji Dunav – JDS4 (Degendorf) sa 22 vrste, srednji Dunav – JDS20 (Sob) sa 20 vrsta i u donjem Dunavu ukupno šest lokaliteta sa po 3 vrste – JDS44 (Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)), JDS52 (nizvodno od ušća Olta), JDS53 (nizvodno od Zimnice/Svištov), JDS55 (nizvodno od ušća Jantre), JDS57 (nizvodno od ušća Ruse/Đurđu) i JDS66 (Vilkova-rukavac Kilia).

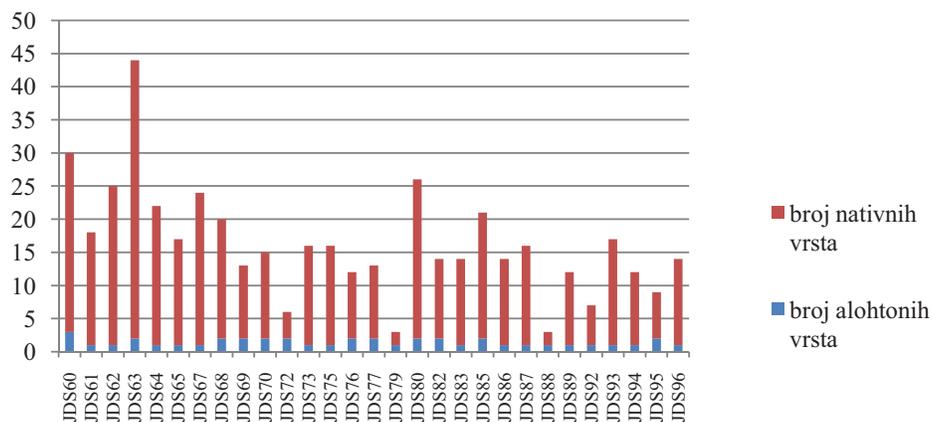


Slika 11. Broj registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata u gornjem Dunavu tokom JDS 2. X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



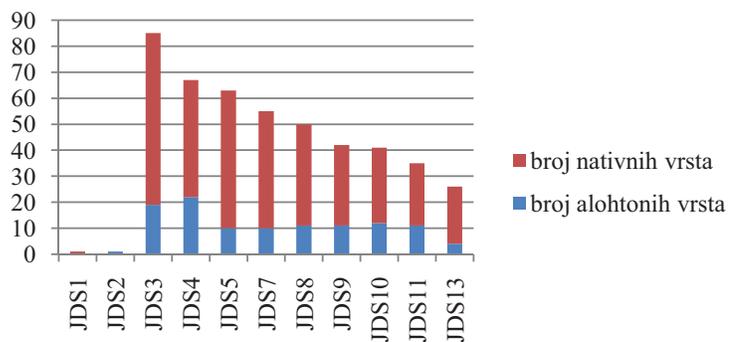
Slika 12. Broj registrovanih alohtonih vrsta u srednjem Dunavu tokom JDS 2.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



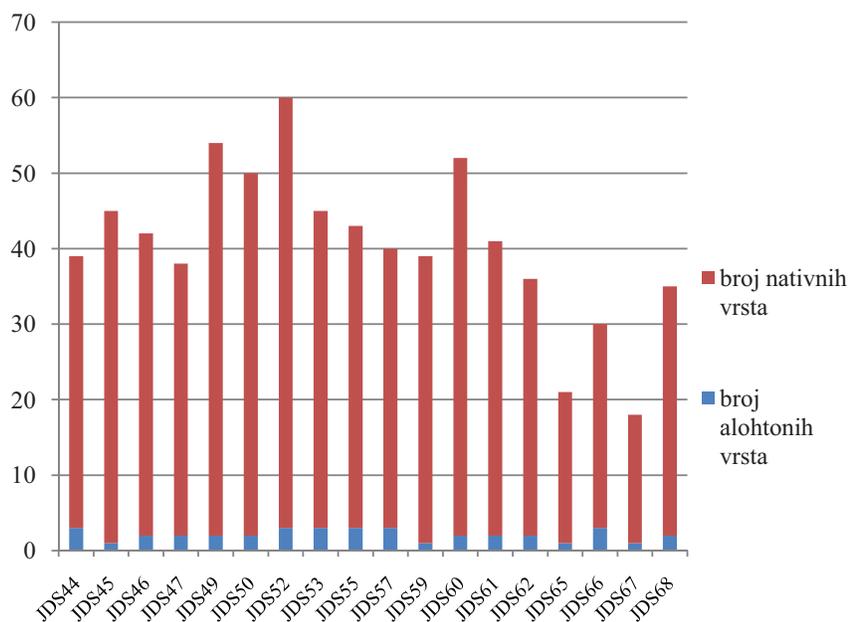
Slika 13. Broj registrovanih alohtonih vrsta u donjem Dunavu tokom JDS 2.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



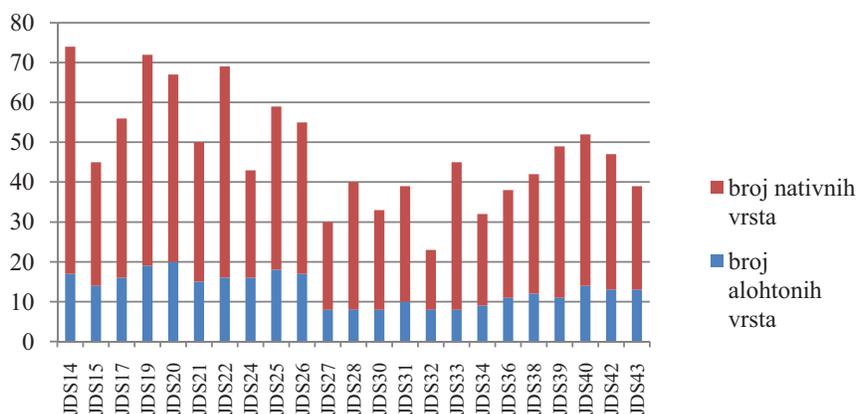
Slika 14. Broj registrovanih alohtonih vrsta u gornjem Dunavu tokom JDS 3.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



Slika 15. Broj registrovanih alohtonih vrsta u srednjem Dunavu tokom JDS 3.

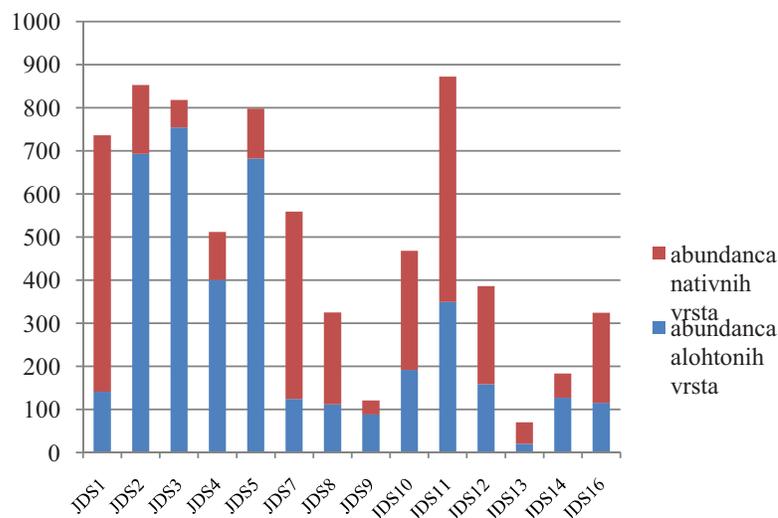
X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



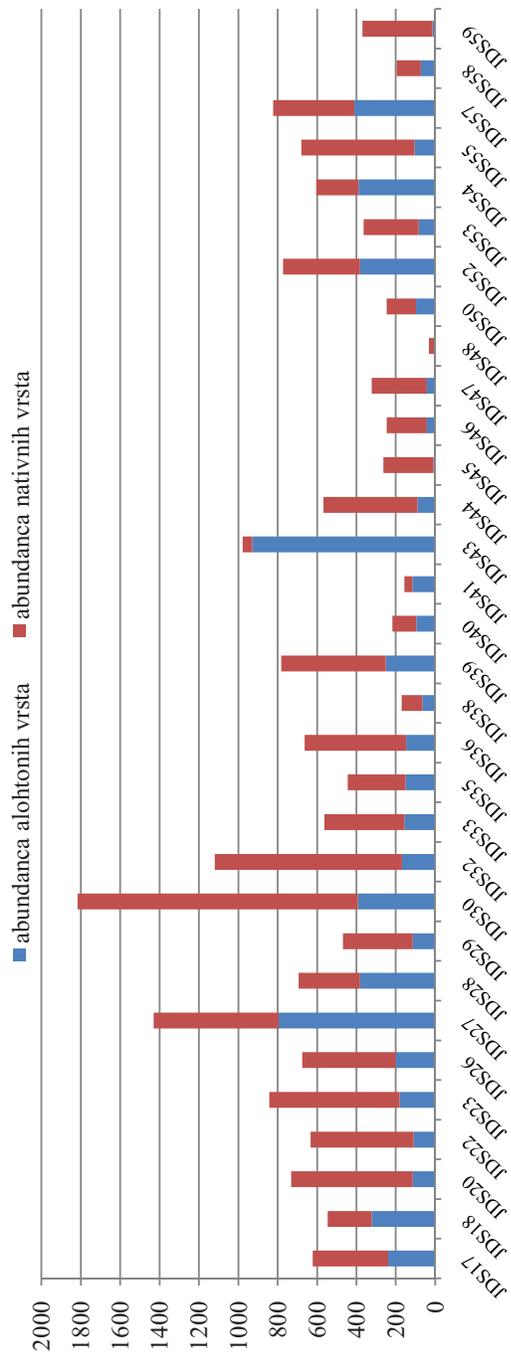
Slika 16. Broj registrovanih alohtonih vrsta u donjem Dunavu tokom JDS 3.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.

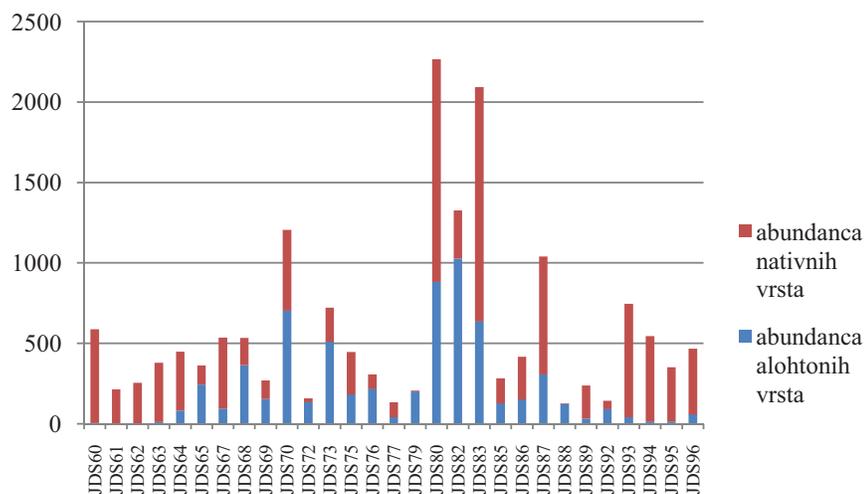
Abundanca alohtonih vrsta varira u velikoj meri. Tokom JDS 2 zabeležene najmanje i najveće brojnosti po sektorima su: gornji Dunav – od 20 (JDS13, Vildungsmauer) do 693 (JDS2, Kelhajm), srednji Dunav – od 3 (JDS48, uzvodno od ušća Tise (Stari Slankamen)) do 930 (JDS43, nizvodno od ušća Drave (Erdut/Bogojevo)) i donji Dunav – od 1 (JDS61, Donji Milanovac; JDS62, Đerdapska akumulacija (Tekija/Oršova)) do 1027 (JDS82, nizvodno od ušća Ruse/Đurđu) – slike 17, 18 i 19. Tokom JDS 3 najmanja i najveća brojnost po sektorima su: gornji Dunav – od 0 (JDS1, Bofinger Halde) do 2223 (JDS4, Degendorf), srednji Dunav – od 44 (JDS28, uzvodno od ušća Drave) do 7102 (JDS20, Sob) i donji Dunav – od 1 (JDS65, Reni; JDS67, Sulina – rukavac Sulina) do 2360 (JDS50, uzvodno od ušća Kozloduj) – slike 20, 21 i 22.



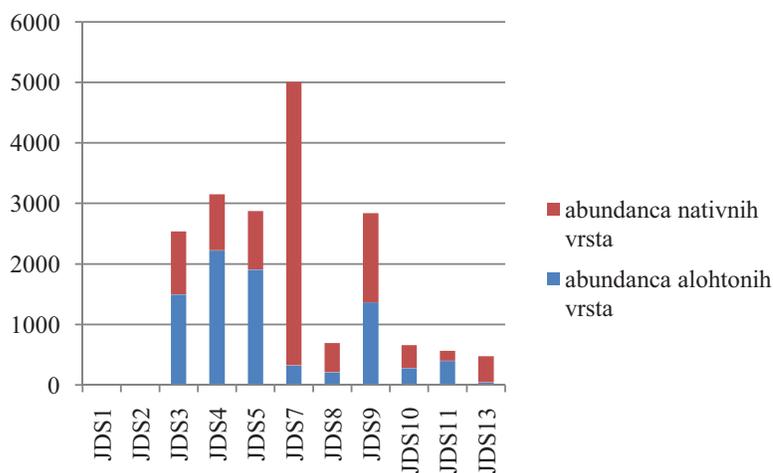
Slika 17. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata u gornjem Dunavu tokom JDS 2. X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.



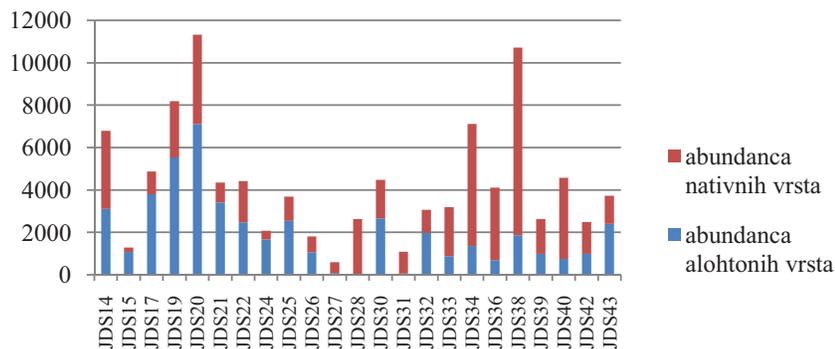
Slika 18. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata u srednjem Dunavu tokom JDS 2.
 X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.



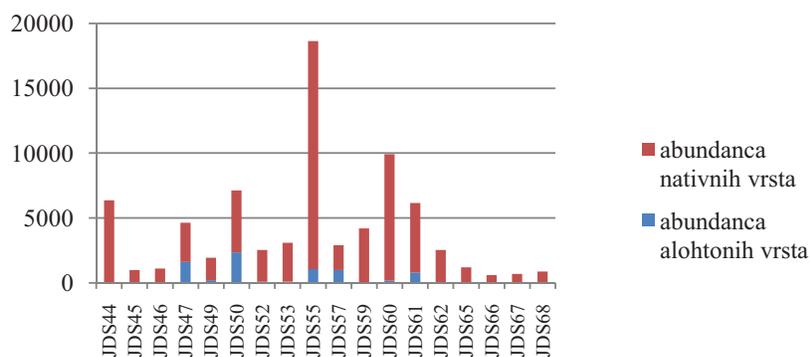
Slika 19. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata u donjem Dunavu tokom JDS 2. X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.



Slika 20. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta u gornjem Dunavu tokom JDS 3. X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.



Slika 21. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta u srednjem Dunavu tokom JDS 3. X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.



Slika 22. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta u donjem Dunavu tokom JDS 3. X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost.

Lokaliteti obrađeni na istraživanim pritokama Dunava, bili su drugačijeg statusa od onog koji je procenjen za lokalitete na glavnom toku (tabela 12). Na 6 od 19 pritoka tokom JDS 2 i 11 od 16 tokom JDS 3 nije zabeleženo prisustvo alohtonih vrsta, dok su najveću vrednost indeksa imale samo jedna, odnosno dve pritoke.

Tabela 12. Prisustvo alohtonih vrsta makroinvertebrata u pritokama tokom JDS 2 i JDS 3.

		JDS 2	JDS 3			
gornji Dunav	JDS6	0	3	JDS6		
	JDS15	3	0	JDS12		
srednji Dunav	JDS19	2	2	JDS16		
	JDS21	2	0	JDS18		
	JDS24	1	4	JDS23		
	JDS25	2	0	JDS29		
	JDS31	0	3	JDS35		
	JDS34	2	0	JDS37		
	JDS37	2	0	JDS41		
	JDS42	4				
	JDS49	1				
	JDS51	3				
	JDS56	1				
	donji Dunav	JDS66	0	0	JDS48	
		JDS71	0	4	JDS51	
JDS74		0	0	JDS54		
JDS78		3	0	JDS56		
JDS90		0	0	JDS58		
JDS91		2	0	JDS63		
			0	JDS64		

Procena uticaja preko indeksa SBPRI data je u tabeli 13. Osam vrsta ima visok potencijal za širenjem areala, uspostavljanjem populacija i visok potencijal da prouzrokuje ekološke i negativne socio-ekonomske uticaje i tih osam vrsta je stavljeno na Crnu listu usled visokog stepena invazivnosti. Dvadeset jedna vrsta sa procenjenim vrednostima indeksa SBPRI=1 i SBPRI=2 su stavljene na Belu listu, dok za dve vrste ne postoji dovoljno podataka ni o jednom od parametara neophodnih za ocenu SBPRI tako da su vrste svrstane na Sivu listu.

Tabela 13. Vrednost SBPRI za alohtone vrste makroinvertebrata.

vrsta	SBPRI	vrsta	SBPRI
<i>Branchiura sowerbyi</i>	2	<i>Hypania invalida</i>	2
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	2	<i>Jaera sarsi</i>	2
<i>Chelicorophium robustum</i>	2	<i>Katamysis warpachowskyi</i>	1
<i>Chelicorophium sowinskyi</i>	1	<i>Limnomysis benedeni</i>	1
<i>Corbicula fluminalis</i>	1	<i>Manayunkia caspica</i>	1
<i>Corbicula fluminea</i>	3	<i>Niphargus hrabei</i>	0
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	1	<i>Obesogammarus obesus</i>	1
<i>Dikerogammarus bispinosus</i>	1	<i>Orconectes limosus</i>	3
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	1	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	3
<i>Dikerogammarus villosus</i>	3	<i>Paramysis lacustris</i>	0
<i>Dreissena bugensis</i>	3	<i>Pectinatella magnifica</i>	3
<i>Dreissena polymorpha</i>	3	<i>Physella acuta</i>	1
<i>Echinogammarus ischnus</i>	1	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2
<i>Echinogammarus trichiatus</i>	1	<i>Potamotrix moldaviensis</i>	1
<i>Euxinia sarsi</i>	1	<i>Sinanodonta woodiana</i>	3
<i>Hemimysis anomala</i>	1		

Upotrebom BPL indeksa, od 31 registrovane alohtone vrste makroinvertebrata, za njih 28 je procenjeno da imaju odeđeni uticaj na osnovu dobijenog nivoa biološkog zagađenja, dok za 3 vrste nivo biološkog zagađenja nije procenjen (tabela 14). Za tri vrste nije bilo moguće proceniti BPL usled toga što je kombinacija abundance i distribucije dala klasu A koja se ne može ukombinovati sa umerenim ili visokim stepenom uticaja na zajednicu, ekosistem i stanište po šemi datoj za ocenu BPL. Tokom ocene abundance i distribucije preko ADR klasa samo je za četiri vrste određena visoka D klasa i to usled umerenog rasprostranjenja na svim ili skoro svim lokalitetima u okviru sektora: *C. fluminea*, *C. curvispinum*, *D. villosus* i *D. polymorpha*. Visok stepen uticaja na zajednicu, ekosistem i/ili stanište procenjen je za sledeće vrste: *C. fluminea*, *D. villosus*, *D. polymorpha*, *D. bugensis*, *O. limosus*, *P. leniusculus*, *P. magnifica* i *S. woodiana*. U skladu sa napred navedenim, visok nivo biološkog zagađenja, odnosno vrednost indeksa 3 na pojedinim ili svim sektorima ima sedam vrsta: *C. curvispinum*, *C. fluminea*, *D. villosus*, *D. polymorpha*, *D. bugensis*, *P. magnifica* i *S. woodiana*. Iako su vrste imale procenjen visok stepen uticaja, u pojedinim sektorima vrednost ADR klase je bila A tako da nije bilo moguće oceniti BPL tih sektora, iako je za druge on bio 3 (*C. fluminea*, *D. polymorpha*, *D. bugensis*, *P. magnifica* i *S. woodiana*). Ni za jednu vrstu nije procenjena najviša vrednost BPL, odnosno jako izraženo biološko zagađenje.

Procena stepena negativnog uticaja prema FI-ISK protokolu urađena je za obe vrste dekapodnih rakova detektovanih tokom istraživanja – *P. leniusculus* i *O. limosus*. Obe vrste sa ukupnim skorom od 23, odnosno 25 spadaju u vrste visokog rizika. Procena uticaja rezultat je ukupne sume skorova dobijenih u tri kategorije (za *P. leniusculus* i *O. limosus*) – biogeografske osobine invazivnosti (8, odnosno 11), neželjene osobine (4, odnosno 7), kao i biologija i ekologija vrste (11, odnosno 7).

Tabela 14. Vrednosti procene nivoa biološkog zagađenja preko BPL. Skraćenice: NA – vrednost nije procenjena, GD – gornji Dunav, SD – srednji Dunav, DD – donji Dunav.

	JDS 2			JDS 3		
	GD	SD	DD	GD	SD	DD
<i>Branchiura sowerbyi</i>			NA	NA	NA	NA
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	3	2		3	2	
<i>Chelicorophium robustum</i>				1	1	
<i>Chelicorophium sowinskyi</i>				1	1	
<i>Corbicula fluminalis</i>	1	1			1	
<i>Corbicula fluminea</i>	3	3	3	NA	3	3
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>				1	1	
<i>Dikerogammarus bispinosus</i>				1	1	
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	1	1		1	1	
<i>Dikerogammarus vilosus</i>	3	3		3	3	
<i>Dreissena bugensis</i>				NA	3	
<i>Dreissena polymorpha</i>	3	3		NA	3	
<i>Echinogammarus ischnus</i>	1	1		1	1	
<i>Echinogammarus trichiatus</i>				1	1	
<i>Euxinia sarsi</i>						
<i>Hemimysis anomala</i>		1				
<i>Hypania invalida</i>	1	1		1	1	
<i>Jaera sarsi</i>	1	1		1	1	
<i>Katamysis warpachowskyi</i>		1		1	1	
<i>Limnomysis benedeni</i>	1	1		1	1	
<i>Manayunkia caspica</i>					1	
<i>Niphargus hrabei</i>				1		
<i>Obesogammarus obesus</i>	1	1		1	2	
<i>Orconectes limosus</i>		NA		NA	NA	NA
<i>Pacifastacus leniusculus</i>				NA		
<i>Paramysis lacustris</i>				1		
<i>Pectinatella magnifica</i>		NA	3			
<i>Physella acuta</i>			1		1	1
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	NA		NA	NA	NA
<i>Potamotrix moldaviensis</i>	1	1		1	1	
<i>Sinanodonta woodiana</i>		3	NA		3	3

Analizom autekoloških karakteristika prisutnih taksona uočava se da je za najveći broj vrsta dominantni tip ishrane filtracija (kod 12 vrsta). Ovakav način ishrane zastupljen je kod svih detektovanih vrsta školjki, račića iz porodice *Corophiidae* i *Mysidae* i vrsta *Hypania invalida* i *Pectinatella magnifica*. Tolerantnost na organsko zagađenje kao osobina koja bi mogla imati značajnu ulogu u invazivnosti taksona prisutna je kod 17 alohtonih vrsta makroinvertebrata. Svi taksoni su α - i β -mezosaprobni taksoni odnosno adaptirani na izvestan stepen organskog zagađenja. Za preostalih 14 taksona nema podataka o klasifikaciji u odnosu na saprobiološku toleranciju. Autekološke karakteristike za koje se pretpostavlja da značajno doprinose širenju detektovanih vrsta i njihovoj aklimatizaciji u novoj sredini su eurihalnost, široka hranidbena niša, kratak životni vek i vreme generacije, kao i briga o potomstvu. Oko polovina ukupnog broja vrsta ima izražene bar dve od četiri navedene osobine, dok najveći broj zabeleženih vrsta Malacostraca ima sve četiri osobine.

3.4. Rezultati ispitivanih indeksa i protokola za zajednice riba

Vrednosti indeksa SBCI date su u tabeli 15 za sve ispitivane lokalitete (po sektorima) tokom JDS2 i JDS3. Tokom oba perioda istraživanja vrednosti SBCI su se razlikovale po sektorima. Za najveći broj lokaliteta gornjeg Dunava uzorkovanih tokom JDS 2 vrednost indeksa iznosi 2, srednjeg Dunava 3, dok najveći broj lokaliteta donjeg Dunava ima vrednost 1. Tokom JDS 3 najveći broj lokaliteta gornjeg Dunava ima vrednost 4, dok je broj lokaliteta sa vrednostima indeksa 2 i 3 podjednak. U donjem Dunavu najviše lokaliteta ima vrednost indeksa 1. Ocnom prisustva alohtone faune na nivou sektora preko indeksa IBCI uočava se da su sva tri sektora Dunava pod sličnim pritiskom alohtone faune tokom oba perioda istraživanja (tabela 15).

Tabela 15. Vrednosti SBCI i IBCI ispitivanih lokaliteta tokom JDS 2 i JDS 3 (po sektorima). 0 – nema biokontaminacije (veoma dobar ekološki status), 1 – nizak nivo biokontaminacije (dobar ekološki status), 2 – umereni nivo biokontaminacije (umereni ekološki status), 3 – visok nivo biokontaminacije (loš ekološki status) i 4 – jako visok nivo biokontaminacije (veoma loš ekološki status).

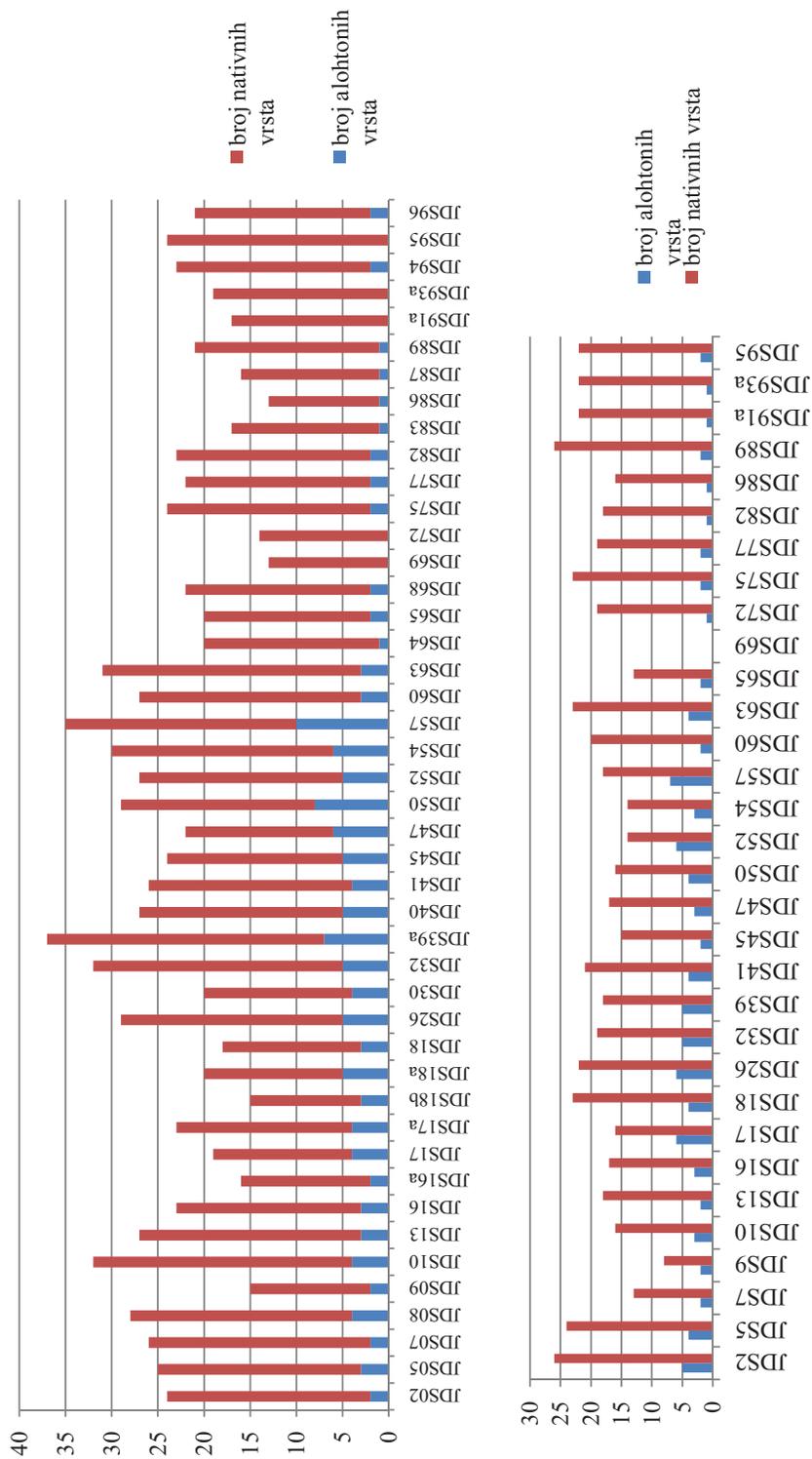
	JDS 2 SBCI	JDS 3 SBCI	
gornji Dunav	JDS2	1	JDS2
	JDS5	2	JDS5
	JDS7	3	JDS7
	JDS8	3	JDS9
	JDS9	4	JDS10
	JDS10	2	JDS13
	JDS13	2	JDS16
	JDS16	3	
	JDS16a	2	

		JDS 2	JDS 3		
		SBCI	SBCI		
srednji Dunav	JDS17	4	3	JDS17	
	JDS17a	3	2	JDS18	
	JDS18b	3	3	JDS26	
	JDS18a	3	3	JDS32	
	JDS18	3	3	JDS39a	
	JDS26	3	2	JDS41	
	JDS30	2	2	JDS45	
	JDS32	2	2	JDS47	
	JDS39a	2	2	JDS50	
	JDS40	3	3	JDS52	
	JDS41	2	2	JDS54	
	JDS45	3	3	JDS57	
	JDS47	3			
	JDS50	3			
	JDS52	2			
	JDS54	2			
	JDS57	3			
donji Dunav	JDS60	2	4	JDS60	
	JDS63	3	2	JDS63	
	JDS64	1	2	JDS65	
	JDS65	1	0	JDS69	
	JDS68	1	1	JDS72	
	JDS69	0	1	JDS75	
	JDS72	0	1	JDS77	
	JDS75	1	1	JDS82	
	JDS77	1	1	JDS86	
	JDS82	1	1	JDS89	
	JDS83	1	1	JDS91a	
	JDS86	1	1	JDS93a	
	JDS87	1	1	JDS95	
	JDS89	1			
	JDS91a	0			
	JDS93a	1			
	JDS94	1			
JDS95	0				
JDS96	1				
		IBCI			
		gornji D. srednji D. donji D.			
JDS 2	2	3	1		
JDS 3	3	3	1		

Kako ovaj indeks zavisi od broja i brojnosti prisutnih alohtonih vrsta na graficima koji slede prikazan i ovaj aspekt alohtone faune. Prisutnost alohtone faune po sektorima je prilično ujednačena tokom JDS 2 i JDS 3 (slike 23 i 24). Lokalitet sa najvećim brojem alohtonih vrsta tokom oba perioda istraživanja je bio JDS57 (nizvodno od ušća Velike Morave) sa 10 odnosno 7 vrsta. Tokom JDS 2 u gornjem Dunavu najviše alohtonih vrsta je registrovano na lokalitetima JDS8 (Enghagen) i JDS10 (Oberlojben) po 4 vrste, dok su u donjem Dunavu to bili lokaliteti JDS60 (Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)) i JDS63 (Vrbica/Simijan) sa po 3 vrste. Tokom JDS 3 u gornjem Dunavu najviše alohtonih vrsta je registrovano na lokalitetu JDS2 (Kelhajm) 5 vrsta, dok je u donjem Dunavu to takođe bio lokalitet JDS63 (Vrbica/Simijan) sa 4 vrste.

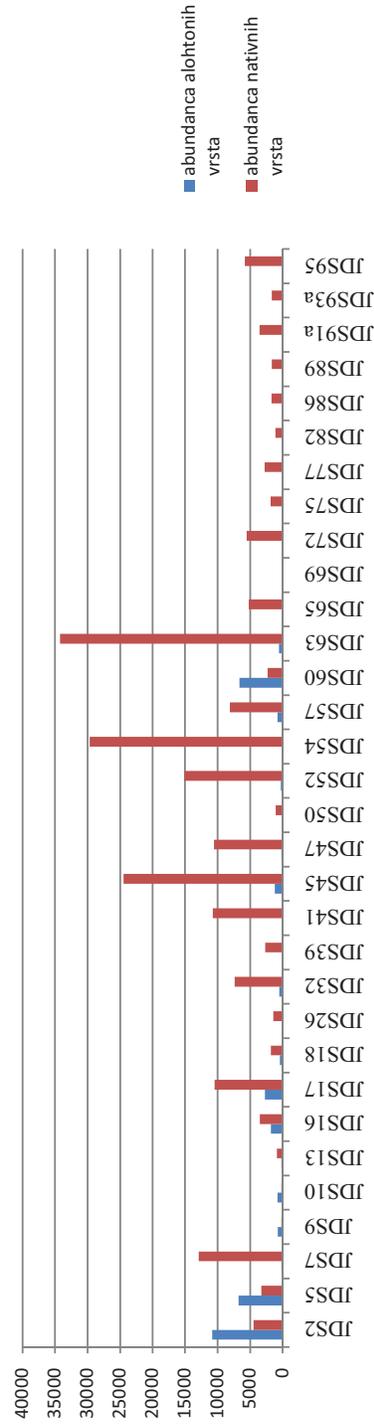
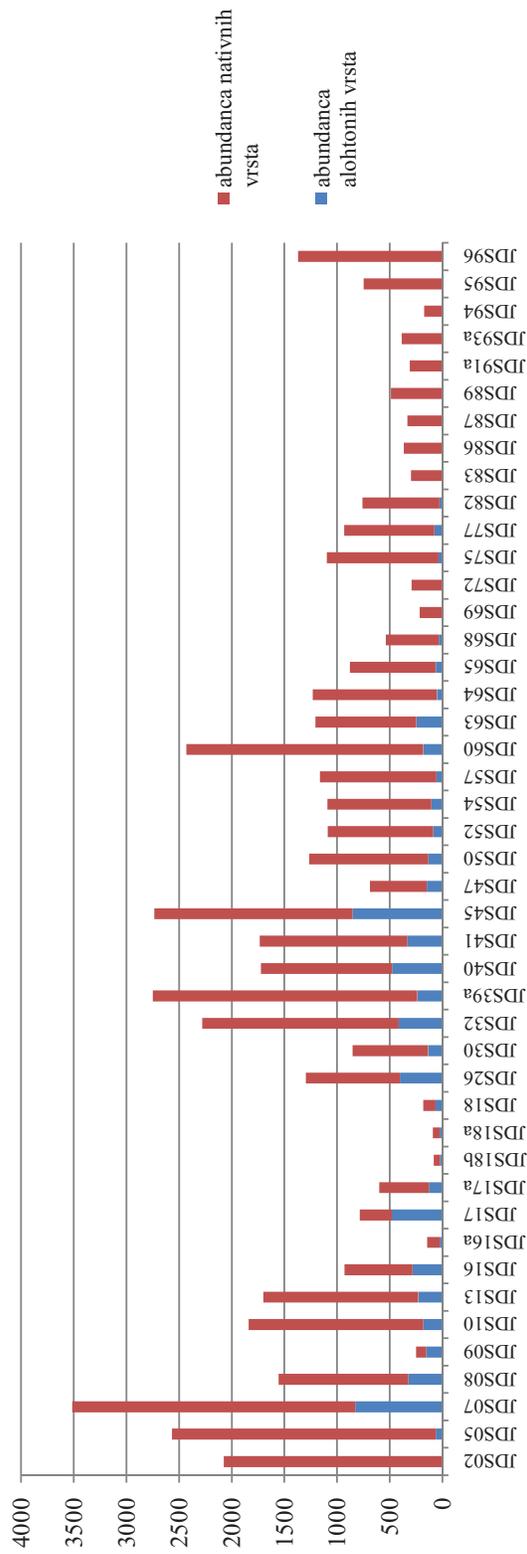
Abundanca alohtonih vrsta varira u velikoj meri. Tokom JDS 2 zabeležene najmanje i najveće brojnosti po sektorima su: gornji Dunav – od 5 (JDS2, Kelhajm) do 827 (JDS7, Johenštajn), srednji Dunav – od 24 (JDS18b, stari Dunav/region Gabčikovo) do 853 (JDS45, Ilok/Bačka Palanka) i donji Dunav – lokaliteti bez prisustva alohtonih vrsta (JDS69, uzvodno od ušća Kozloduj; JDS72, nizvodno od ušća Iskara; JDS 91a – Reni; JDS94 – kanal Bistro; JDS95 – Sulina – rukavac Sulina) do 246 (JDS63, Vrbica/Simijan) – slika 25. Tokom JDS 3 najmanja i najveća brojnost po sektorima su: gornji Dunav – od 211,42 (JDS7, Johenštajn) do 10831,78 (JDS2, Kelhajm), srednji Dunav – od 11,52 (JDS39a, Mohač) do 2738,94 (JDS17, Čunovo) i donji Dunav – lokalitet bez prisustva alohtonih vrsta (JDS69, uzvodno od ušća Kozloduj) do 6621,38 (JDS60, Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)) – slika 26. Vrednosti za abundancu tokom JDS 3 su date u ind/ha.

Kako su lokaliteti na pritokama obrađeni samo na delu toka kroz Srbiju tokom JDS2 nije bilo moguće porediti podatke sa drugim pritokama, ali je uočeno da su one bile drugačijeg statusa od onog koji je procenjen za lokalitete na glavnom toku (tabela 16). Za razliku od vrednosti SBCI koja je bila 2 na oba lokaliteta i na Velikoj Moravi i na Tisi, vrednost SBCI za uzvodni lokalitet na Savi (Sremska Mitrovica) je bila 3, dok je na nizvodnom lokalitetu (selo Ušće) bila 4. Prema ovim procenama, vrednost IBCI i za Veliku Moravu i za Tisu je bila 2, dok je za Savu bila 4.



Slike 23 i 24. Broj registrovanih alohtonih vrsta riba u Dunavu tokom JDS 2 i JDS 3.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa broj vrsta.



Slike 25 i 26. Abundanca registrovanih alohtonih vrsta riba u Dunavu tokom JDS 2 i JDS 3.

X osa predstavlja lokalitete, a y osa brojnost vrsta..

Tabela 16. Prisustvo alohtonih vrsta riba u pritokama srpskog dela Dunava tokom JDS 2.

	Titel	Novi Bečej	uzvodno od Kupinova	Sremska Mitrovica	Ljubičevski most	Varvarin
	Tisa 1	Tisa 2	Sava 1	Sava 2	VM 1	VM 2
SBCI	2	2	3	4	2	2
IBCI	2		4		2	

Procena uticaja preko SBPRI data je u tabeli 17. Sedam vrsta ima visok potencijal za širenjem areala, uspostavljanjem populacija i visok potencijal da prouzrokuje ekološke i negativne socio-ekonomske uticaje. Tih sedam vrsta je stavljeno na Crnu listu usled visokog stepena invazivnosti. Šest vrsta sa procenjenim vrednostima indeksa SBPRI=1 i SBPRI=2 su stavljene na Belu listu.

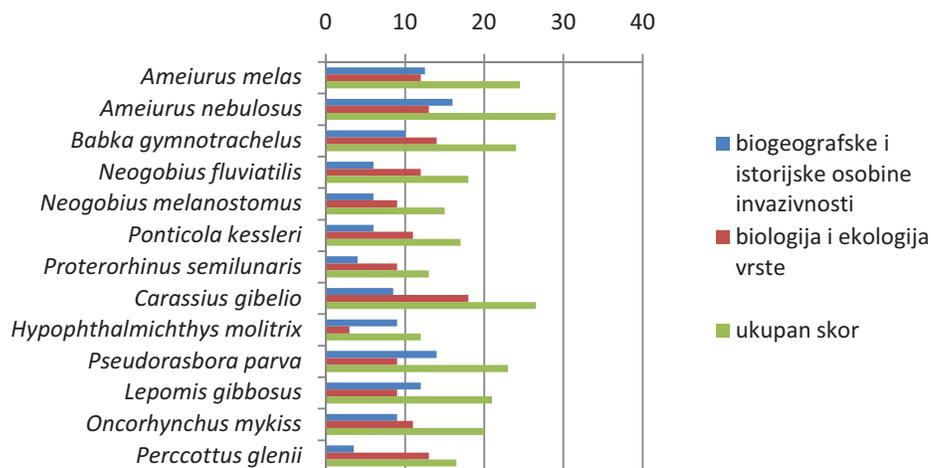
Od 13 registrovanih alohtonih vrsta riba za njih 8 procenjeno je da imaju određeni uticaj, dok za pet vrsta nivo biološkog zagađenja nije procenjen (tabela 17). Za njih nije bilo moguće proceniti BPL usled toga što je kombinacija abundance i distribucije dala klasu A koja se ne može ukombinovati sa umerenim ili visokim stepenom uticaja na zajednicu, ekosistem i stanište po šemi datoj za ocenu BPL. Tokom ocene abundance i distribucije preko ADR klasa samo je za jednu vrstu (*N. melanostomus*) na jednom sektoru određena najviša E klasa i to usled visoke abundance na svim lokalitetima sektora, dok je visoka D klasa određena za dve vrste (*N. melanostomus* i *P. kessleri*). Visok stepen uticaja na zajednicu, ekosistem i/ili stanište procenjen je za sledeće vrste: *A. melas*, *A. nebulosus*, *C. gibelio*, *L. gibosus* i *N. melanostomus*. U skladu sa napred navedenim, visok nivo biološkog zagađenja, odnosno vrednost indeksa 3 na pojedinim ili svim sektorima imaju 3 vrste: *C. gibelio*, *L. gibosus* i *N. melanostomus*. Iako su vrste imale procenjen visok stepen uticaja, u pojedinim sektorima vrednost ADR klase je bila A tako da nije bilo moguće oceniti

BPL, iako je za druge sektore on bio 3 (*C. gibelio* i *L. gibbosus*). Ni za jednu vrstu nije procenjena najviša vrednost BPL indeksa, odnosno jako izraženo biološko zagađenje.

Tabela 17. Vrednosti procene SBPRI i nivoa biološkog zagađenja preko BPL.
Skraćenice: NA – vrednost nije procenjena, GD – gornji Dunav, SD – srednji Dunav,
DD – donji Dunav.

vrsta	SBPRI	BPL (JDS 2)			BPL (JDS 3)		
		GD	SD	DD	GD	SD	DD
<i>Ameiurus melas</i>	3		NA				
<i>Ameiurus nebulosus</i>	3		NA	NA			
<i>Babka gymnotrachelus</i>	1		2		1	1	
<i>Carassius gibelio</i>	3				NA	3	3
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	3		NA			NA	
<i>Lepomis gibbosus</i>	3	NA	NA	3	NA	NA	3
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2		2			1	
<i>Neogobius melanostomus</i>	3	3	3		3	3	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1	NA			NA		
<i>Perccottus glenii</i>	1		NA	NA			NA
<i>Ponticola kessleri</i>	1	2	2		2	2	
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	1	1	1		1	1	
<i>Pseudorasbora parva</i>	3		NA	2		NA	NA

Procene stepena negativnog uticaja svake alohtone vrste ribe prema FISK protokolu rezultat je ukupne sume skorova dobijenih u dve kategorije – biogeografske i istorijske osobine invazivnosti i druga kategorija, biologija i ekologija vrste (slika 27). Rezultati procene ukazuju na najveći negativni uticaj obe vrste cverglana (*Ameiurus melas* i *A. nebulosus*), babuške *Carassius gibelio*, glavoča trkača *Babka gymnotrachelus* i amurskog čebačoka *Pseudorasbora parva*. Za ostale vrste je zabeležen niži stepen negativnog uticaja. Najmanji uticaj je ustanovljen za vrstu *Hypophthalmichthys molitrix*. Kao što se i očekivalo, sve registrovane vrste spadaju u vrste visokog rizika sa skorom iznad 9,5. Za 8 od 13 vrsta je utvrđeno da biološke i ekološke osobine vrsta imaju veći doprinos ukupnom negativnom uticaju od biogeografskih i istorijskih osobina invazivnosti.



Slika 27. Procena stepena negativnog uticaja alohtonih vrsta riba primenom FISK protokola.

I prema IFRA protokolu skoro sve registrovane vrste spadaju u vrste visokog rizika sa skorom iznad 60, osim dve vrste *Proterorhinus semilunaris* (59) i *Perccottus glenii* (53) koje su kategorisane kao vrste srednjeg rizika. Rezultati procene rizika od alohtonih vrsta riba u Dunavu prema IFRA protokolu su pokazali najveću ukupnu vrednost za babušku (77) i obe vrste cverglana (71). U poređenju sa njima i za razliku od očekivanih visokih vrednostima prema FISK protokolu, za sve ponto-kaspijske glavoče prema IFRA protokolu procenjene su ukupne vrednosti od samo 63.

Posmatrajući određene ekološke karakteristike detektovanih alohtonih vrsta riba, možemo uočiti da se među dominantnim tipovima ishrane ističu ribe koje se hrane vodenim invertebratama (ukupno 8 od 13 vrsta) i svaštojedi (4 od 13 vrsta). Osim ishrane, analizirano je i reproduktivno ponašanje tokom ili nakon polaganja ikre, kako bi se ispitalo da li određene strategije imaju ulogu u povećanju invazivnog potencijala. Ustanovljeno je da najveći broj vrsta ispoljava određeni stepen brige o potomstvu u vidu čuvanja gnezda u koja je položena ikra (8 od 13 vrsta).

3.5. Korelacija nivoa bioloških invazija i izabranih opštih prirodnih karakteristika i parametara antropogenog uticaja dela toka Dunava kroz Srbiju

Ocene izabranih parametara koji reflektuju nivo antropogenog stresa i opštih prirodnih karakteristika, a za koje se pretpostavlja da doprinose intenzitetu bioloških invazija prikazane su u tabeli 18.

Rezultati ocene stanja rečnog korita Dunava pokazuju da su delovi toka uzvodno od ušća Save (JDS50) relativno dobri uz mali do umeren stepen hidromorfoloških promena. Efekat izgradnje hidroelektrana „Đerdap I“ i „Đerdap II“ oseća se na nizvodnim deonicama koje karakterišu jako izmenjeni uslovi samog toka. Dvadesetak kilometara toka nizvodno od brane „Đerdap II“ (JDS64) karakteriše umereno izmenjeno korito. Inundancije (poplavna područja) Dunava u Srbiji gotovo da ne postoje u svom izvornom obliku, osim na dva lokaliteta: JDS41 – Apatinsko-monoštorski rit i JDS48 – inundancije obrasle šumom uzvodno od ušća Tise (Koviljsko-Petrovaradinski rit). Visokom stepenu hidromorfoloških promena duž đerdapskih akumulacija doprinose i potpuno obložene obale kao zaštita od visokog vodostaja.

Parametar ocena broja stanovnika rađena je na osnovu broja stanovnika opština čija se mesta stanovanja nalaze duž obala Dunava. Pored Beograda, Novog Sada i Požarevca, gradova koji imaju više opština, na Dunav izlazi još 17 opština i četiri grada koji u svom sastavu nemaju opštine (Sombor, Zrenjanin, Pančevo i Smederevo). Duž čitavog toka kroz Srbiju samo Beograd ima više od milion stanovnika i klasu uticaja 5 (JDS53), dok četvrtoj klasi ne pripada ni jedna opština ili naseljeno mesto (od 999.999 do 100.000 stanovnika). Najveći broj gradova duž Dunava pripada drugoj klasi sa brojem stanovnika između 10.000 i 49.999. Sa tog aspekta najopterećeniji deo Dunava predstavlja 150 km rečnog toka od Novog Sada do Smedereva (JDS47-JDS57). Nizvodno od brane „Đerdap I“ (JDS60) broj stanovnika opada.

Tabela 18. Ocene izabranih parametara koji reflektuju nivo antropogenog stresa i opštih prirodnih karakteristika. Ocene razuđenosti reljefa i intenziteta rečnog saobraćaja su date u tri klase, a ostalih parametara su date u pet klasa. *Dobijene ocene za parametre čije su vrednosti date u tri klase (razuđenost reljefa i intenzitet rečnog saobraćaja) množene su faktorom 5/3 prilikom računanja ukupnih vrednosti dve grupe parametara.

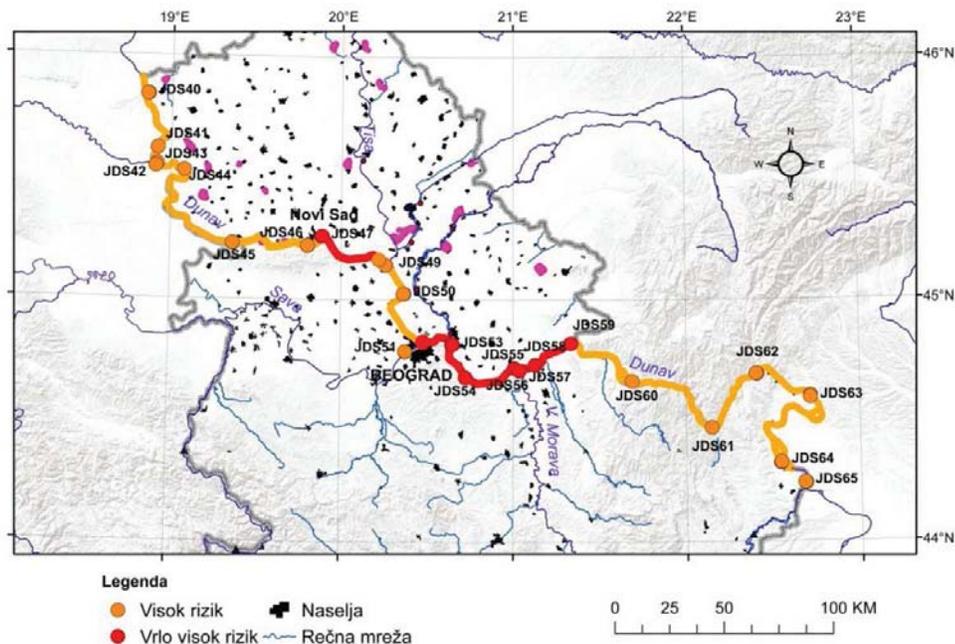
parametar lokalityet	prirodne karakteristike			antropogeni uticaj			konačna vrednost		
	nadm. visina	razuđenost reljefa*	udaljenost od koridora	ukupno prir. kar.	broj stanovnika	nivo hidroloških promena		intenzitet rečnog saobraćaja*	ukupno antr. uticaj
JDS40	5	3	5	5	3	3	1	3	4
JDS41	5	3	5	5	2	2	1	2	4
JDS42	5	3	5	5	2	2	1	2	4
JDS43	5	3	5	5	2	2	1	2	4
JDS44	5	3	5	5	2	2	1	2	4
JDS45	5	3	5	5	3	3	2	3	4
JDS46	5	3	5	5	2	2	2	3	4
JDS47	5	3	5	5	4	4	2	4	5
JDS48	5	3	5	5	1	2	2	3	4
JDS49	5	3	5	5	2	2	2	3	4
JDS50	5	3	5	5	2	3	2	3	4
JDS51	5	3	5	5	3	3	2	3	4

JDS52	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5
JDS53	5	3	5	5	5	5	4	3	5	5
JDS54	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5
JDS55	5	3	5	5	5	2	4	3	4	5
JDS56	5	3	5	5	5	2	4	3	4	5
JDS57	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5
JDS58	5	3	5	5	5	3	4	3	4	5
JDS59	5	3	5	5	5	3	4	3	4	5
JDS60	5	1	5	4	4	2	4	2	3	4
JDS61	5	1	5	4	4	2	4	2	3	4
JDS62	5	1	5	4	4	1	4	2	3	4
JDS63	5	2	5	5	5	2	4	2	3	4
JDS64	5	2	5	5	5	2	4	2	3	4
JDS65	5	2	5	5	5	2	3	2	3	4
JDS66	5	2	5	5	5	2	3	2	3	4

Što se tiče intenziteta rečnog saobraćaja uočava se da on raste kako se ide nizvodno duž toka reke, a zatim je nizvodno od Đerdapa ponovo u padu. Ako se posmatraju brojčane vrednosti, sektori sa najvećim intenzitetom transporta imaju gustinu saobraćaja preko 10.000 t/km (JDS52-JDS59), dok najmanja gustina iznosi svega oko 3.500 t/km (JDS40-JDS41).

Analiza opštih prirodnih karakteristika na delu toka kroz Srbiju nema značajnih uticaja u smislu razlike među lokalitetima. Analiza prema udaljenosti od invazivnog koridora i nadmorskoj visini daje za sve lokalitete klasu 5, jer se svi lokaliteti nalaze na glavnom toku Dunava na nadmorskoj visini do 100 m. Od prirodnih karakteristika značajniji efekat ima samo aspekt razuđenosti reljefa. Izdvajaju se tri regiona. Deo toka od granice (JDS40) do lokaliteta Banatska Palanka/Bazijaš (JDS59) odlikuje se najvećom razuđenošću toka u vidu rukavaca, rečnih ostrva i sprudova, sa promenljivom dubinom i širinom korita na pojedinim delovima. Naredni sektor je Đerdapska klisura (JDS60-JDS62) sa dodeljenom klasom najmanje razuđenosti usled relativno ujednačenih morfoloških karakteristika. U sektoru nizvodno od brane „Đerdapa II“ (JDS63-JDS66) Dunav ima tipične karakteristike nizijske reka sa višim rečnim terasama (dodeljena klasa 2).

Na osnovu ukupne ocene koja je dobijena pojedinačno za dve grupe parametara izračunata je srednja vrednost, koja predstavlja konačnu vrednost ocene invazibilnosti područja glavnog toka Dunava u Srbiji (slika 28). Možemo zaključiti da je, sa tog stanovišta, sektor od Beograda do brane „Đerdap I“ (JDS52-JDS59) najosetljiviji na biološko zagađenje, kao i lokalitet nizvodno od Novog Sada (JDS47). Na sektor od Beograda do brane „Đerdap I“ najveći uticaj na visoku klasu invazibilnosti ima prvenstveno intezivan rečni saobraćaj, kao i nivo hidromorfoloških promena. Preliminarna ocena invazibilnosti za čitavu teritoriju Srbije primenom iste metodologije data je u prilogu 2a.



Slika 28. Ocena invazibilnosti glavnog toka Dunava u Srbiji

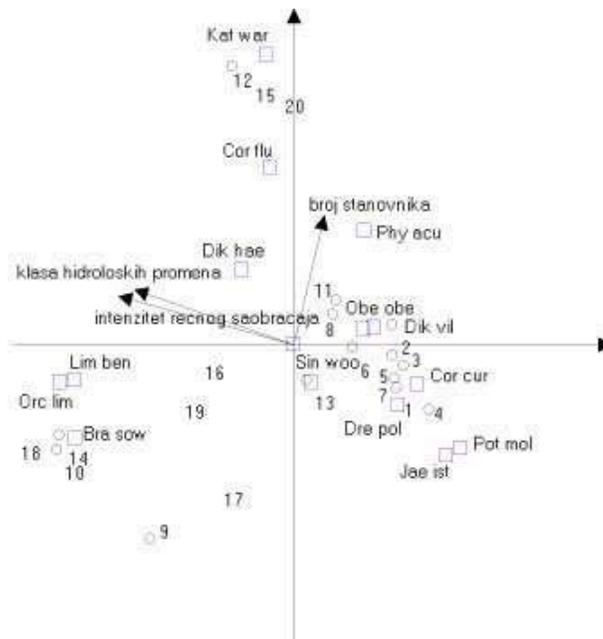
3.5.1. Odnos parametara uticaja i prisutnih alohtonih vrsta makroinvertebrata

Ispitivanje korelacija odabranih parametara uticaja, sa jedne strane i broja i abundance alohtonih i nativnih vrsta makroinvertebrata, sa druge strane, za JDS 2 pokazala je da su broj i abundance i alohtonih i nativnih vrsta pozitivno korelisani svim parametrima uticaja (prilog 3a). Za uzorke sa JDS 3 je situacija vrlo slična. I broj i abundance alohtonih i nativnih vrsta su pozitivno korelisani svim parametrima uticaja, osim abundance nativnih vrsta koja je negativno korelisana parametrom broj stanovnika (prilog 3b).

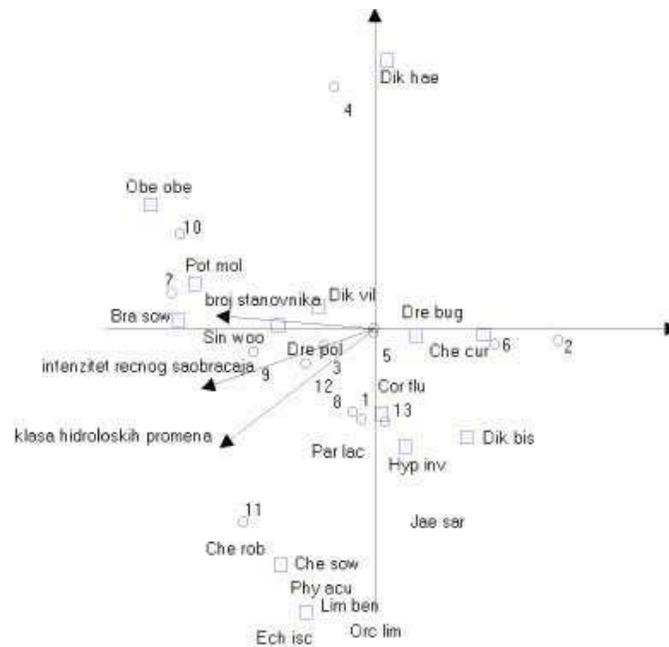
Da bi se odredio odnos između parametara uticaja i zabeleženih alohtonih vrsta makroinvertebrata urađena je CCA analiza, uz prethodnu FS analizu radi odabira najznačajnijih faktora. U oba slučaja (JDS 2 i JDS 3) kao najvažniji faktor izdvojio se intenzitet rečnog saobraćaja (prilog 3c). Izvedena CCA analiza (ulazne matrice 14 vrsta x 20 lokaliteta i 3 parametra x 20 lokaliteta) sa JDS 2 podacima (slika 29) ukazuje na

izdvajanje tri grupe makroinvertebrata i prikazuje njihove odnose sa ispitivanim parametrima uticaja. Kao najvažniji (vektori duž prve kanonijske ose) i pozitivno korelisani parametri, izdvojili su se intenzitet saobraćaja i klasa hidroloških promena. Grupa vrsta koju čine *Limnomysis benedeni*, *Branchiura sowerbyi* i *Orconectes limosus* pozitivno su korelisani sa ovim parametrima. Drugu grupu čine vrste *Dikerogammarus haemobaphes*, *Katamysis warpachowskyi* i *Corbicula fluminea*, na koje dati parametri (intenzitet saobraćaja i klasa hidroloških promena) imaju najmanji uticaj. Ova grupa vrsta je pozitivno korelisana sa, kako se pokazalo, „najslabijim“ faktorom (broj stanovnika). Treća, i najveća, grupa koju čine preostale vrste je negativno korelisana sa dva najznačajnija faktora (intenzitet saobraćaja i klasa hidroloških promena).

Izvedena CCA analiza (ulazne matrice 20 vrsta x 13 lokaliteta i 3 parametara x 13 lokaliteta) sa JDS 3 podacima (slika 30) ukazuje na odnose ispitivanih alohtonih vrsta i odabranih parametara uticaja. Za razliku od prethodnog slučaja, ovde su sva tri parametra pozitivno korelisana, pri čemu je izraženiji uticaj parametra broj stanovnika duž prve kanonijske ose. Ovaj parametar ima najznačajniji uticaj na grupu vrsta koji čine *Obesogammarus obesus*, *Potamothrix moldaviensis*, *Branchiura sowerbyi* i *Dikerogammarus vilosus*. Određeni broj vrsta negativno je korelisan sa sva tri faktora: *Corbicula fluminea*, *Dreissena bugensis*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. bispinosus*, *Chelicorophium curvispinum*, *Jaera sarsi* i *Hypania invalida*.



Slika 29. Prikaz rezultata kanonijsko korespondentne analize (CCA) za alohtone vrste makroinvertebrata u uzorcima sa JDS 2 i odabranih parametara uticaja.



Slika 30. Prikaz rezultata kanonijsko korespondentne analize (CCA) za alohtone vrste makroinvertebrata u uzorcima sa JDS 3 i odabranih parametara uticaja.

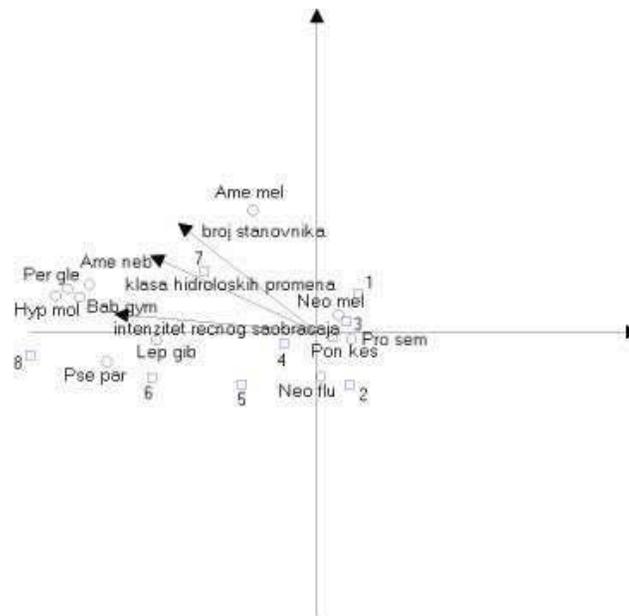
3.5.2. Odnos parametara uticaja i prisutnih alohtonih vrsta riba

Ispitivanje korelacija odabranih parametara uticaja, sa jedne strane i broja i abundance alohtonih i nativnih vrsta riba, sa druge strane, za JDS 2 pokazala je da je broj alohtonih vrsta riba pozitivno korelisan svim parametrima uticaja, dok je abundance negativno korelisana (prilog 3d). U uzorcima riba sa JDS 3 uočavamo da su i broj i abundance alohtonih i nativnih vrsta pozitivno korelisani svim parametrima uticaja (prilog 3e).

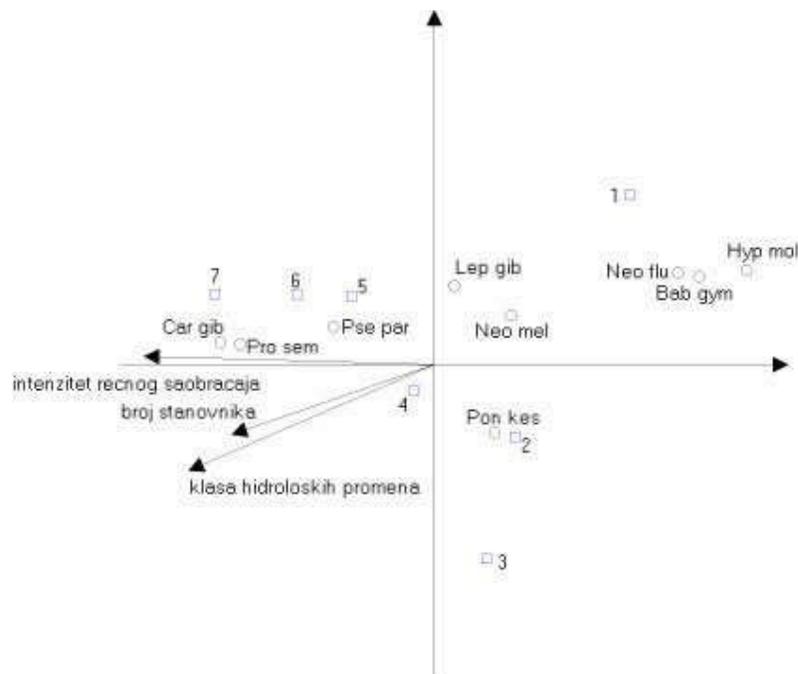
Da bi se odredio odnos između parametara uticaja i zabeleženih alohtonih vrsta riba urađena je CCA analiza, uz prethodnu FS analizu radi odabira najznačajnijih faktora. U oba slučaja (JDS 2 i JDS 3) kao najvažniji faktor izdvojio se intenzitet rečnog saobraćaja (prilog 3f).

Izvedena CCA analiza (ulazne matrice 11 vrsta x 8 lokaliteta i 3 parametra x 8 lokaliteta) sa JDS 2 podacima (slika 31) ukazuje da su svi parametri pozitivno korelisani, a da se na osnovu dužine vektora i ugla koji zaklapa sa prvom CCA osom parametar intenzitet rečnog saobraćaja može izdvojiti kao najznačajniji. Grupa vrsta koju čine *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ameiurus nebulosus*, *Lepomis gibbosus*, *Percottus glenii*, *Pseudorasbora parva* i *Babka gymnotrachelus* podjednako je korelisana kombinacijom dva parametra – intenzitet rečnog saobraćaja i klasa hidroloških promena. Na najveći broj vrsta porodice Gobiidae odabrani parametri nemaju uticaj.

Izvedena CCA analiza (ulazne matrice 9 vrsta x 7 lokaliteta i 3 parametra x 7 lokaliteta) sa JDS 3 podacima (slika 32) pokazuje da je faktor intenzitet rečnog saobraćaja najjače korelisan sa prisustvom alohtonih vrsta riba posebno *Proterorhinus semilunaris*, *Pseudorasbora parva* i *Carassius gibelio*. Ostale registrovane vrste riba negativno su korelisane sa sva tri odabrana parametra uticaja.



Slika 31. Prikaz rezultata kanonijsko korespondentne analize (CCA) za alohtone vrste riba u uzorcima sa JDS 2 i odabranih parametara uticaja



Slika 32. Prikaz rezultata kanonijsko korespondentne analize (CCA) za alohtone vrste riba u uzorcima sa JDS 3 i odabranih parametara uticaja

3.6. Ključni ciljevi i aktivnosti u borbi protiv alohtonih vrsta

U cilju proširenja saznanja o biološkim invazijama i posledicama njihovog unosa, predlažu se ključni ciljevi i aktivnosti koje vode ka pripremi osnove za efikasnu borbu protiv daljeg unošenja i širenja invazivnih vrsta, kao i za suzbijanje alohtonih vrsta koje su već nastanile područje Srbije, a sve primereno trenutnoj socio-ekonomskoj situaciji u zemlji:

1. definisanje i usvajanje odgovarajuće zakonske regulative,
2. definisanje nadležnih institucija za koordinaciju aktivnosti, monitoring stanja i prikupljanje podataka,
3. popis unešenih alohtonih vrsta,
4. procena stepena njihove invazivnosti upotrebom nekog od navedenih indeksa,
5. inventar i ocena invazibilnosti potencijalno recipijentnih područja u Srbiji,
6. definisanje i formiranje informacionog sistema za praćenje bioloških invazija,
7. uključivanje u međunarodna tela i projekte koji se bave detektovanjem, praćenjem i kontrolom bioloških invazija,
8. uključivanje javnosti u proces suzbijanja invazivnih vrsta,
9. preduzimanje mera za sprečavanje unosa novih invazivnih i drugih stranih vrsta,
10. sprečavanje širenja invazivnih vrsta koje su već unete i
11. smanjenje negativnih efekata introdukovanih invazivnih vrsta.

4. DISKUSIJA

U poslednjih nekoliko decenija zabeležen je porast interesovanja za alohtone vrste, što se može zaključiti iz velikog broja publikacija o pojavi novih, ili o širenju ranije već detektovanih alohtonih vrsta. Ovaj rad predstavlja korak ka boljem poznavanju alohtonih vrsta, njihovoj distribuciji, biologiji, ekološkim uticajima i mehanizmima suzbijanja njihovog širenja.

Prikaz alohtonih vrsta makroinvertebrata i riba Dunava koje su registrovane tokom ovog istraživanja predstavlja deo kompletne alohtone faune koja je do sada zabeležena u ovoj reci. Važnost ove teze je zapravo u tome što je ovo prva publikacija koja je zasnovana na terenskim istraživanjima čitavog toka sa aspekta alohtone faune dve pomenute grupe, uključujući taksonomsku i zoogeografsku analizu i testiranje indeksa za ocenu pritisaka. Do sada objavljeni radovi imali su za temu alohtone vrste pojedinih delova Dunava (Nesemann i sar., 1995; Simonović i Nikolić, 1996; Alexandrov i Zaitsev, 1998; Essl i Rabitch, 2002; Nehring, 2002; Freyhof, 2003; Ciolac, 2004; Csányi i Paunović, 2006; Simonović i sar. 2010b; Lenhardt i sar., 2011), njegovih pritoka (Podraza i sar., 2001; Bernerth i Stein, 2003; Bernauer i Jansen, 2006; Leuven i sar., 2009; Müller i sar., 2011;) ili pojedinačne vrste i grupe organizama (Wheeler, 1978; Djukić, 1983; Maletin, 1988; Hegediš i sar., 1991; Kinzelbach, 1991; Cakić i sar., 1996, 2000, 2004; Simonović i sar., 1998, 2001, 2006a, 2006b, 2010a; Smederevac i sar., 2001; Wittmann, 2002; Koščo i sar., 2003; Micu i Telembici, 2004; Paunović i sar., 2004, 2005, 2006, 2007; Cvijanović i sar., 2005; Huber i Schubart, 2005; Wiesner, 2005; Lenhardt i sar., 2006; Pavlović i sar., 2006; Puky i Schád, 2006; Popescu-Marinescu, 2008; Borza i sar., 2010; Borza, 2011; Zorić i sar., 2011, 2014; Raković i sar., 2013;).

Ukupno je zabeležena 31 vrsta alohtonih makroinvertebrata, što od ukupnog broja ove grupe organizama na nivou Evrope (201 vrsta; Gherardi i sar., 2009) čini oko 15%. Kako detaljnijih istraživanja o celokupnoj alohtonj fauni makroinvertebrata pojedinih regiona ili država dunavskog sliva nema, osim za Nemačku (Gollasch i Nehring, 2006) i Austriju (Füreder i Pöckl, 2007), ovaj podatak možemo uporediti jedino sa faunom ovih regija, u kojima je registrovana 51, odnosno 62 alohtone vrste

makroinvertebrata. Možemo zaključiti da se, prateći trend koji je postojao proteklih nekoliko decenija, u skorijoj budućnosti može očekivati povećanje broja alohtonih vrsta makroinvertebrata, naročito vrsta koje su već zabeležene u susednim regionima, o čemu će kasnije biti više reči.

Broj registrovanih vrsta riba tokom sprovedenih istraživanja, ukupno 13, predstavlja tek nešto više od polovine broja vrsta bar jednom zabeleženih u Dunavu i/ili pritokama (ukupno 20, Zorić i sar., 2014). Prema Polačik-u i saradnicima (2008) alohtona ihtiofauna u Dunavu čini 11,4%, odnosno 5 od 44 vrste.

Vrste koje nisu zabeležene tokom ovog istraživanja, a ranije su detektovane u Dunavu su: *Coregonus peled* (Gmelin, 1789), *Ctenopharyngodon idella* (Vallenciennes, 1844), *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758, *Micropterus salmoides* (Lacepede, 1802), *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792) i *Pterygoplychthys pardalis* (Castelnau, 1855). Vrsta *Syngnathus abaster* Risso, 1827 registrovana je samo na lokalitetima donjeg Dunava, kako ova vrsta nativna za deltu Dunava i region Crnog mora, izuzeta je iz dalje analize i tretirana je kao nativna u tom sektoru.

Za navedene vrste nije neočekivano što su njihovi nalazi izostali tokom terenskih istraživanja, jer su u većini slučajeva radi o slučajnim, pojedinačnim ili malobrojnim nalazima koji sugerišu da se vrste ipak nisu naturalizovale. Jedini nalaz južnoameričke vrste *P. pardalis* iz 2009. godine u blizini mesta Orešac (Simonović i sar., 2010a), što je i prvi podatak za Evropu, svedoči o slučajnom nalazu. Ako se uz to doda da je za opstanak vrste neophodna temperatura vode između 23°C i 28°C (Baensch i Riehl, 1997), jasno je da se aklimatizacija i opstanak vrste ne očekuju. Slično je i sa vrstom *P. spathula*, za koju postoje tri nalaza, jedan iz 2000. godine u blizini mesta Pogarevo u Bugarskoj (Kutsarov, 2005), a druga dva iz 2006. godine (Lenhardt i sar., 2006; Simonović i sar., 2006) kod Prahova. Pretpostavka je da su primerci slučajno dospeli u Dunav iz ribnjaka u Rumuniji ili Bugarskoj, gde se vrsta gaji zbog kvalitetne ikre. Ali, podaci o nalazima juvenilnih jedinki u donjem Dunavu (Vasilev i Pehlivanov, 2005) pozivaju na oprez, jer je očigledno da se vrsta u velikoj meri aklimatizovala na nove uslove sredine, što bi se moglo dogoditi i u uzvodnijim delovima toka. Nekoliko nalaza vrste *G. aculeatus* zabeleženo je u delti Dunava (Banarescu, 1964), okolini Budimpešte (Berinkey, 1960) i Bratislave (Balon, 1967), dok je prvi potvrđeni nalaz za Srbiju iz 1995. godine (Cakić i sar., 2000). Jedan od skorijih nalaza je iz 2005-2006. godine u

Bugarskom delu Dunava (Polačik i sar., 2008). Još jedna vrsta čiji pojedinačni nalazi u proteklih 50 godina ukazuju na nemogućnost naturalizacije je i *C. peled*. Introdokovana radi popunjavanja prazne niše, prvi put je detektovana u Nemačkoj 1965. godine (Greiter i sar., 2002), zatim Slovačkoj 1974. (Holcik i sar., 1981) i 1991. u srpskom delu Dunava (Maletin i Đukić, 1991). U kasnijim radovima prisustvo vrste nije zabeleženo (Lenhardt i sar., 2006; Koščo i sar., 2010). Vrsta *M. salmoides* iako rasprostranjena u vodama Nemačke (Bauer, 1991) i Srbije (Lenhardt i sar., 2006) nije zabeležena tokom istraživanja što se može obrazložiti time da njeno širenje u najvećoj meri ide mrežom kanala (Maletin, 1992). Iako je vrsta *C. idella* zabeležena u 27 zemalja Evrope (Gherardi i sar., 2009) jedini nalaz iz Dunava (Janković, 1998) sugerise da se ne može govoriti o uspešnoj aklimatizaciji vrste, već možda samo odraslih jedinki (Lenhardt i sar., 2006).

Određene vrste riba kriptogenog statusa nisu uključene u listu alohtonih vrsta za Dunav u ovom radu, uprkos antropogenom uticaju na širenje njihovog areala. To je slučaj sa vrstom *Cyprinus carpio* koja je Ponto-kaspijskog porekla, što podrazumeva i donji deo toka Dunava i koja datira iz perioda oko 6.000 – 7.000 g.p.n.e. (Tsepkin, 1995). Iako su distribuciji ove vrste širom Evrope doprineli Rimljani pre oko 2 000 godina (Balon, 1995), kako se to odigralo veoma davno danas ovu vrstu smatramo nativnom za region Evrope.

Različite ljudske aktivnosti u velikoj meri odgovorne su za ubrzavanje procesa translokacije organizama van granica prirodnog areala. Evropska mreža plovnih puteva je vekovima omogućavala širenje vodenih alohtonih vrsta (Copp i sar., 2005), ali je tokom prošlog veka izgradnjom kanala njihov potencijal širenja u velikoj meri povećan. Vodni transport, odnosno prebacivanje vrsta balastnom vodom brodova smatra se glavnim sredstvom širenja malih vodenih organizama i biljaka sa jednog kontinenta na drugi (Hallegraeff i Bolch, 1991). Za širenje areala Ponto-kaspijskih vrsta, naročito makroinvertebrata na području čitave Evrope tokom 19. i 20. veka zadužen je upravo vodni transport i stvaranje nove mreže plovnih puteva (Milbrink i Timm, 2001), što je i uslovalo porast broja alohtonih vrsta iz ove regije u evropskim vodotokovima. Tako je u rekama Majni i Rajni uočena povećana brojnost vrste *Jaera istri* (Schleuter i Schleuter, 1995), dok je 1995. godine registrovana nova vrsta Ponto-kaspijske amfipode *Dikerogammarus villosus* u Rajni. Pretpostavka da je upravo uneta usled otvaranja

kanala Majna-Dunav (Tittizer i sar., 2000). Vrsta se zatim veoma brzo raširila u susedne vodotokove i novi nalazi su zabeleženi u reci Odri 2000. godine (Müller i sar., 2001). Pojedine vrste makroinvertebrata tokom životnog ciklusa prolaze kroz stadijume sposobne za preživljavanje nepovoljnih uslova (kokoni oligoheta), što im omogućava bolje preživljavanje tokom transporta u novu sredinu. Čak je u Sjedinjenim Američkim Državama donešen zakon po kome je obavezno da brodovi koji dolaze iz Evrope moraju isprazniti balastnu vodu pre uplovljavanja u kopnene vode i zameniti je morskom (čija koncentracija prelazi 13 ppt), što nije bilo od velikog značaja jer su vijabilni kokoni oligoheta ipak detektovani i nakon toga (Dumont, 1998; Ricciardi i MacIsaac, 2000).

I za pojedine vrste riba ustanovljena je povezanost između brodarstva, industrijskih luka i širenja Ponto-kaspijskih glavoča koji su kolonizovali Dunav u Austriji (Wiesner, 2005). Balastna voda brodova smatra se jednim od najskorijih sredstava unosa alohtonih vrsta riba (Jude i sar., 1992; Skora i Stolarski, 1993; Grigorovich i sar., 2003).

Jedno od najistaknutijih sredstava unosa je i poribljavanje alohtonim vrstama. Tokom 20. veka regularna praksa je bila da se novoformirane akumulacije poribljavaju alohtonim vrstama prvenstveno radi rekreativnog ribolova, što je dovelo do uništavanja nativnih ribljih zajednica sastavljenih prevashodno od krkušice *Gobio gobio*, klena *Squalius cephalus*, dunavske mreke *Barbus balcanicus*, pijora *Phoxinus phoxinus*, pliske *Alburnoides bipunctatus*, brkice *Barbatula barbatula* kao i nekoliko vrsta čikova *Cobitis* spp. (Zorić i sar., 2014).

Dokazano je i da su introdukcija i širenje pojedinih vrsta slatkovodnih školjki *Corbicula fluminalis*, *C. fluminea* (Paunović i sar., 2007) i *Sinanodonta woodiana* (Paunović i sar., 2006) usko je povezani sa unosom ribljih vrsta iz Kine.

Ciljana (namerna) introdukcija alohtonih vrsta riba radi gajenja u akvakulturi je u velikom broju slučajeva bila praćena slučajnim ispuštanjem u vodotokove, a zatim najčešće i širenjem u prirodnoj sredini. Takav je slučaj sa babuškom (Pojoga, 1977) koja se ubrzo nakon unosa aklimatizovala, a kasnije i naturalizovala u novoj sredini, ubrzo ispoljavajući karakter invazivne vrste. Za vrste porodice Gobiidae, poreklom iz Ponto-kaspijskog regiona, osnovno sredstvo unosa je širenje areala, uzvodno duž Dunava, naročito u susednim oblastima. Uopšteno govoreći, prisustvo elemenata Ponto-

kaspijskog faunističkog kompleksa u Dunavu u velikoj meri otežava procenu broja alohtonih vrsta. Granica Ponto-kaspijskog regiona nalazi se u donjem delu toka Dunava. Kako je ranije navedeno za granicu između donjeg i srednjeg dela Dunava uzet je lokalitet Banatska Palanka – Bazijaš na 1071 rkm, što je uzeto i kao granica Ponto-kaspijske oblasti u Dunavu. Zbog svega navedenog vrste čije je poreklo Ponto-kaspijski region, ne mogu biti alohtone za donji deo Dunava, ali mogu za ostatak toka uzvodno od Đerdapa I. Jasno je naravno da, naročito u vodenim ekosistemima, precizne granice nema.

Unosom alohtone faune došlo je do toga da vrste poreklom iz različitih biogeografskih oblasti koegzistiraju u istim vodotokovima. Tako na primer u Rajni imamo zabeleženo prisustvo četiri vrste račića: nativna vrsta *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758), severno-američka *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939, mediteranska *Atyaephyra desmaresti* Millet, 1831 i Ponto-kaspijska *Dikerogammarus villosus* (Beisel, 2001). Takav ekološki proces koji vodi ka povećanju sličnosti između ranije vrlo različitih biota tokom vremena označen je terminom *biotička homogenizacija* (Olden i Rooney, 2006). Ovaj proces se konstantno ubrzava (Clavero i García-Berthou, 2006; Rahel, 2007) i određeni slatkovodni ekosistemi, kao što su npr. Velika jezera funkcionišu kao „vruće tačke“ ksenodiverziteta (MacIsaac i sar., 2001).

Kako je već istaknuto, među alohtonim makroinvertebratama najbrojniji su pripadnici grupe Malacostraca. Ovaj podatak ne čudi ukoliko se zna da je na nivou Evrope grupa Arthropoda filum sa najvećim procentom alohtonih vrsta (23,1%) od svih životinjskih filuma (Olenin i Didžiulis, 2009), a takođe i filum čije vrste čine polovinu svih alohtonih vrsta makroinvertebrata (104 od 201 vrste, Ghererdi i sar., 2009). Ukoliko se tome pridoda da, u poslednjih nekoliko decenija, širenje areala Ponto-kaspijskih vrsta predstavlja jedan od najznačajnijih biogeografskih procesa koji se odvija u kopnenim vodama severoatlantskog regiona (Bij de Vaate i sar., 2002; Ojaveer i sar., 2002; Ricciardi i MacIsaac, 2000) jasno je da su upravo Ponto-kaspijske Malacostraca najveća pretnja nativnim ekosistemima i populacijama.

Prema podacima Welcomme-a (1991) i Holčik-a (1991) u evropskim vodotocima je registrovano 113, odnosno 134 taksona alohtonih slatkovodnih riba. Ipak, ako od tog broja oduzmemo native vrste Evrope koje su translokacijama premeštane iz jednog u drugi vodotok, dolazimo do ukupnog broja od 76 vrsta iz 21 familije

(Lehtonen, 2002). Isti autor navodi da se od tog broja čak 51 vrsta naturalizovala, nesmetano se razmnožavajući i uspostavljajući svoje populacije, dok za ostalih 25 vrsta to nije slučaj. Prema tome, ukupan broj od 13 registrovanih vrsta riba u Dunavu, za koje možemo reći da su se naturalizovale jer su njihovi nalazi redovno dokumentovani dugi niz godina unazad, čini čak 25% što dovoljno govori o opterećenosti ovog rečnog sistema alohtonim vrstama riba, a i makroinvertebratama takođe.

Rezultati dobijeni primenom različitih indeksa potvrđuju da je Dunav pod značajnim uticajem alohtone faune. Uprkos razlici u prisustvu pojedinih alohtonih vrsta, odnosno značajno većem broju registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata tokom JDS 3, identične vrednosti indeksa IBCI za zajednice različitih sektora pokazuju da je metodologija procene rizika zasnovana na indeksima SBCI i IBCI vrlo pouzdana i primenljiva. Procenjene vrednosti IBCI indeksa za gornji i srednji Dunav iznose 3 i za JDS 2 i za JDS 3, što dokazuje da su ovi sektori Dunava podjednako opterećeni alohtonom faunom. Značajna razlika se uočava jedino za sektor donjeg Dunava. Za podatke sa JDS 2 dobijena vrednost indeksa IBCI je 3, a za podatke sa JDS 3 ona iznosi 1. Ovakva razlika proizilazi iz podatka da je tokom JDS 2 u ovom sektoru zabeležen podjednako mali broj prisutnih alohtonih vrsta kao i tokom JDS 3, ali je njihova abundanca u uzorcima sa JDS 2 bila višestruko veća, posebno vrste *Corbicula fluminea* čije je prosečno učešće u zajednici bilo oko 40%, dok je na pojedinim lokalitetima taj procenat bio i preko 95% (JDS79, nizvodno od ušća Jantre i JDS88, Đurđeni). Takođe treba napomenuti da je veliki broj registrovanih alohtonih vrsta u Dunavu Ponto-kaspijskog porekla i da njihov broj i brojnost nisu računane u ukupnom zbiru za alohtone, već za nativne vrste donjeg Dunava, što je očekivano imalo uticaj na nižu vrednost indeksa IBCI, a samim tim i manju opterećenost ovog dela toka alohtonom faunom.

Prisustvo alohtonih vrsta makroinvertebrata u pritokama je manje izraženo. Visokoj vrednosti indeksa SBCI=4 koja je zabeležena na samo tri lokaliteta (Rackev-Šorokšar rukavac, Iskar i Drava) doprinosi prisustvo po jedne vrste sa visokom abundancom – *S. woodiana*, *C. fluminea* odnosno *D. villosus*. Možemo zaključiti da je glavni tok Dunava koridor kojim se vrste raseljavaju van granica prirodnog areala i da je sekundarna introdukcija u pritoke manje izražena.

Za razliku od SBCI i IBCI indeksa čije su izlazne vrednosti zavisile samo od prisustva i brojnosti alohtonih vrsta, procena negativnog uticaja preko protokola zahtevala je vrlo detaljnu analizu osobina vrsta i dostupne literature. Kako su alohtone vrste decenijama unazad aktuelna tema u naučnim časopisima, nedoumice koje su postojale u vezi sa procenom i kvantifikacijom nekih osobina ili uticaja su svedene na najmanju moguću meru. Procena uticaja registrovanih alohtonih vrsta makroinvertebrata na osnovu BPL i SBPRI dala je vrlo slične rezultate. Sve vrste kojima je određena visoka vrednost BPL, procedurom procene rizika prema SBRP svratane su i na crnu listu.

Kao što je u rezultatima navedeno za vrste *O. limosus*, *P. leniusculus* i *B. sowerbyi* nije bilo moguće proceniti vrednost BPL. Za dve navedene vrste dekapodnih rakova određene su visoke vrednosti uticaja za sve tri kategorije, imajući u vidu negativne efekte kako na populacije nativnih vrsta u zoni kontakta uglavnom kao posledica kompeticije za stanište i hranu ili prenosa parazitske gljivice *Aphanomyces astaci* (Pöckl, 1999; Machino i sar., 2004) tako i na funkcionisanje slatkovodnih ekosistema usled svog relativno dugog životnog ciklusa i važne uloge u lancima ishrane (Lodge i sar., 1994; Stutzner i sar., 2003). Na mali broj nalaza i nisku brojnost ove dve vrste tokom istraživanja verovatno ima uticaj primenjena metodologija uzorkovanja ručnim mrežama koja nije adekvatna za prikupljanje rakova. Obe vrste su imale najvišu vrednost SBPRI i nalaze se na Crnoj listi.

Umerene vrednosti uticaja vrsti *B. sowerbyi* su dodeljene usled brzog širenja i adaptabilnosti posebno na uslove smanjene koncentracije kiseonika (Chekanovskaya, 1962), remećenja odnosa u zajednici i mogućih negativnih efekata na riblje populacije unosom parazita *Thelohanellus nikolskii*, *T. hovorkai* i *Sphaerospora renicola* (Molnar i sar., 1999), ali je mali broj nalaza uticao na nemogućnost ocene BPL.

Pored visoke abundance i široke distribucije visokoj vrednosti BPL određenoj za sedam vrsta makroinvertebrata doprinose i njihovi jako izraženi negativni uticaji na jednu ili sve komponente ekosistema.

Veliki broj eksperimentalnih studija dokazalo je predatorski uticaj vrste *D. villosus* prema nativnim vrstama amfipoda (Dick i Platvoet, 2000), a posebno prema vrsti *Gammarus pulex* (MacNeil i Platvoet, 2005). Pored uticaja na nativnu faunu *D. villosus* je kao snažniji kompetitor uslovio pad brojnosti, a zatim i potpuni nestanak

druge alohtone vrste *G. tigrinus* u reci Rajni, odnosno vrste *D. haemobaphes* u rekama Nemačke (Kelleher i sar., 1999; Kley i Maier, 2003). Takođe veoma raznovrsni načini ishrane: filtracija, predatorstvo nad različitim vrstama makroinvertebrata (Kley i Maier, 2003 i AQEM, 2002), ikre i riblje mladi (Casellato i sar., 2005), uz visok fertilitet i stopu rasta mogu imati izrazito negativne efekte na populacije makroinvertebrata i riba (Devin i sar., 2003). *D. villosus* se nalazi i na listi 100 najinvazivnijih organizama Evrope (Devin i Beisel, 2009).

Vrsta *C. curvispinum* je danas najrasprostranjenija Ponto-kaspijska vrsta amfipode u Evropi (Van der Velde i sar., 2000). Velika stopa rasta, brzo sazrevanje, mogućnost produkcije nekoliko generacija tokom godine i veliki fekunditet su označene kao osobine koje doprinose brzom širenju njegovog areala (den Hartog i sar., 1992). Takođe vrsta ima sposobnost naseljavanja različitih tipova vodenih staništa od sporotekućih do brzaka (Borza, 2011).

Negativni efekti unosa azijske školjke *S. woodiana* ogledaju se prvenstveno u kompeticiji sa nativnim vrstama iz familije Unionidae (Cianfanelli i sar., 2007). Kompeticija je dokazana ne samo među adultnim jedinkama, već i larvenim stadijumima usled preference prema istom domaćinu (Beran, 2008). Ranije se smatralo da je za reprodukciju i sazrevanje gameta osnovni preduslov određena temperatura vode, tako da su i nalazi u Evropi bili ograničeni na južne delove kontinenta ili termalno zagađene vode (Kraszewski, 2007). Prema podacima Douda i saradnika (2012) temperaturni režim vode ipak ne ograničava reprodukciju u meri u kojoj se ranije smatralo, a sezonska dinamika je vrlo slična dinamici koju vrsta ima u nativnom arealu (Dudgeon i Morton, 1983), što potvrđuje i veliki broj nalaza širom Evrope. Još jedan aspekt negativnog uticaja na stanište, a samim tim i populacije je i promena u strukturi rečnog dna (Douda i sar., 2012).

Širenje areala školjke *D. polymorpha* predstavlja prvu masovnu invaziju Ponto-kaspijskih vrsta u Evropi (Bij de Vaate i sar., 2002). Efekti na populacije, staništa i ekosistem potvrđeni su u velikom broju radova (Benson i Boydstun, 1995; Golubkov i sar., 2003; Zaiko i sar., 2011). Najizraženiji efekat je promena strukture dna rečnih sistema taloženjem praznih ljuštura („zebra mussel bed“) ili obraštanjem. Staništa modifikovana na ovaj način omogućavaju povećanje abundance epifaune (Zaiko, 2009) menjajući na taj način ishodnu strukturu zajednice. Invazivni potencijal vrste povećava i

prisustvo slobodnoživećeg larvenog stadijuma koji ima veliki disperzioni potencijal (Stoeckel i sar., 1997), širok opseg tolerancije uslova spoljašnje sredine (temperature i koncentracije rastvorenog kiseonika) i preživljavanje kraćih perioda van vode (Zaiko i sar., 2011). *D. polymorpha* se nalazi i na listi 100 najinvazivnijih organizama Evrope (Zaiko i Olenin, 2009). Pored uticaja na nativnu faunu, potvrđen je i pozitivan efekat između vrste *D. polymorpha* i dve alohtone vrste amfipoda *C. curvispinum* (Jażdżewski i Konopacka, 2002) i *E. ischnus* (Köhn i Waterstraat, 1990). Na primeru ove tri vrste pokazano je kako jedna alohtona vrsta koja je prva naselila određeno stanište svojim prisustvom stvara povoljne uslove za naseljavanje novih alohtonih vrsta. Ljuštore školjke predstavljaju dobru osnovu za formiranje kućica u kojima se nastanjuju dve vrste amfipoda.

Određene ekološke karakteristike alohtonih vrsta makroinvertebrata imaju važnu ulogu u njihovom invazivnim potencijalu. Filtratorni način ishrane školjki roda *Corbicula* može imati negativan efekat na native populacije, posebno juvenilne školjke, kao i na stanište (Yeager i sar., 1994). Karatayev i saradnici (2007) potvrdili su da ovakav način ishrane povećava transparentnost vode, smanjuje koncentraciju sestona, biološku potrošnju kiseonika i gustinu fitoplanktona. Kada govorimo o predstavnicima roda *Corbicula* treba se osvrnuti i na određene taksonomske nejasnoće u vezi sa postojanjem dve vrste ili morfotipa *C. fluminea* i *C. fluminalis*. U ovom radu one su tretirane kao zasebne vrste prvenstveno u svetlu njihove distribucije, učešća u zajednici i učestalosti nalaza. *C. fluminalis* je zabeležena na malom broju lokaliteta na Dunavu, sa niskom brojnošću. Za razliku od nje, *C. fluminea* je prisutna na velikom broju lokaliteta kako na Dunavu (ovaj rad), tako i na Savi (Paunović i sar., 2007, 2008), Tisi i Velikoj Moravi (Vranković, 2011). Imedu dve vrste, pored razlika u strukturi ljuštore i boji, postoje i određene razlike u periodu razmnožavanja (Rajagopal i sar., 2000), dok sa stanovišta invazivnosti i ispitivanih indeksa u ovom radu možemo govoriti i o znatno nižem invazivnom potencijalu vrsta *C. fluminalis*.

Negativni efekti unosa alohtonih vrsta školjki mogu usloviti probleme i dodatne troškove u korišćenju objekata elektroprivrednog značaja, izazvati oštećenja vodoprivrednih objekata i gubitke u ribarstvu na otvorenim vodama. Ljuštore vrste roda *Corbicula* mogu izazvati začepljenje cevi postrojenja za zahvat površinskih voda, a sličan uticaj ima i prenamnoženje vrste *D. polymorpha* (McMahon, 1983).

Ako uporedimo Crnu listu koja je data u ovom radu i listu taksona koji su na Crnoj listi za Evropske vodotokove koju su dali Panov i saradnici (2009) uočavamo da se kategorizacija za četiri taksona ne podudara. Vrste *Potamopyrgus antipodarum*, *Echinogammarus ischnus*, *Hemimysis anomala* i *Katamysis waprachowski* su u navedenom radu na Crnoj listi dok su u ovom radu stavljene na belu listu. Razlog za to leži u činjenici da pored malobrojnih nalaza i niske abundance tokom istraživanja, ni literaturni podaci koji potvrđuju visok potencijal vrsta da prouzrokuju ekološke i negativne socio-ekonomske uticaje nisu pronađeni.

Prema negativnim efektima koje vrste mogu da prouzrokuju, BPL i SBPRI predlaže se klasifikacija registrovanih alohtonih vrsta na sledeće kategorije: alohtone, potencijalno invazivne i invazivne alohtone vrste. Invazivne vrste bi obuhvatile sve one sa vrednostima indeksa BPL=3 i SBPRI=3, odnosno one koje se nalaze na Crnoj listi. Potencijalno invazivne su sve one vrste čije su vrednosti indeksa BPL=1 ili BPL=2 i SBPRI=1 ili SBPRI=2, odnosno one koje se nalaze na beloj listi. Sve ostale vrste označavaju se terminom alohtone. Treba napomenuti da su uticaji koje vrsta može imati veoma različiti u različitim sredinama i da su podložni promenama tokom dužih vremenskih perioda.

U Dunavu je u poslednjih dvadesetak godina zabeleženo nekoliko novih vrsta riba koje su se proširile duž čitavog toka (npr. glavoč trkač *Neogobius gymnotrachelus* i glavoč kruglak *Neogobius melanostomus*), dok su neke vrste riba ograničene na zajednice riba potamonskog karaktera dunavskog priobalja (amurski spavač *Perccottus glenni*).

Uprkos razlici u prisustvu pojedinih alohtonih vrsta riba u sektorima, sličan broj vrsta i njihovo učešće u zajednici po sektorima tokom dva perioda istraživanja još jedna su potvrda pouzdanosti metode procene rizika zasnovane na SBCI i IBCI indeksima.

Kao i za makroinvertebrate i za ribe je procena uticaja registrovanih alohtonih vrsta na osnovu BPL i SBPRI dala vrlo slične rezultate. Sve vrste kojima je određena visoka vrednost BPL, procedurom procene rizika prema SBPRI svrstane su i na Crnu listu. Uopšteno govoreći, uticaji alohtonih vrsta riba su mnogobrojni, ali je direktne efekte naturalizovanih vrsta veoma teško precizno proceniti usled nedostatka podataka o

produktivnosti i strukturi ribljih zajednica pre introdukcija. Kao što je u rezultatima navedeno za vrste *Oncorhynchus mykiss*, *Ameiurus melas*, *A. nebulosus*, *Hypophthalmichthys molitrix* i *Percottus glenii* nije bilo moguće proceniti BPL. Za svih pet vrsta su procenjene umerene ili visoke vrednosti uticaja za sve tri kategorije. Pored visoke abundance i široke distribucije, visokoj vrednosti BPL određenoj za tri vrste riba doprinose i njihovi jako izraženi negativni uticaji na jednu ili sve komponente ekosistema.

Dužičasta pastrmka veoma je česta na nivou Evrope usled konstantnog slučajnog ispuštanja u vodotokove iz ribnjaka (Jonsson, 2011). Prirodne populacije postoje u nekoliko zemalja – Norveškoj (Hindar i sar., 1996), Danskoj (Rasmussen, 2012), Švedskoj (Larsen, 1983), Češkoj (Baruš i Oliva, 1995), Sloveniji (Povž i Gregori, 2014) i Crnoj Gori (Simonović i sar., 2013). FAO (2003) je stavio dužičastu pastrmku na treće mesto na listi vrsta riba prenetih u nova područja, obzirom da je unešena u 97 zemalja širom sveta (Welcomme, 1992), dok je IUCN Program globalno invazivnih vrsta ubrojao među 100 najinvazivnijih stranih vrsta sveta uopšte (Lowe i sar., 2004). Negativni uticaji vrste uključuju prenos parazita i bolesti, predatorstvo (Jonsson, 2011) kao i kompeticiju sa nativnim vrstama za hranu i mesta za polaganje ikre (Jonsson i sar., 1993). Slični uticaji primećeni su i za vrste *Ameiurus melas*, *A. nebulosus*, *Carassius gibelio*, *Pseudorasbora parva* i *Lepomis gibbosus*. Naročito izražen negativni efekat smeđeg cverglana *A. nebulosus* ogleda se i u predatorstvu ikre i riblje mlađi ugrožene vrste *Umbra crameri* (Koščo i Manko, 2003), a sličan pritisak je primećen i u Srbiji (Sekulić, 2013).

Maletin i sar. (1997) navode da su pojava, a zatim i povećanje abundance babuške u sprskom delu Dunava usko povezani sa opadanjem brojnosti nativnih i sintopijskih vrsta – šarana, karaša i linjka, a sve usled adaptivnih prednosti babuške koje uključuju reproduktivni (ginogeneza, rano sazrevanje, visok fertilitet i porcioni mrest) i sredinski aspekt (veća tolerancija na uslove spoljašnje sredine). Isti uticaj je uočen i u Slovačkoj (Lusk i sar., 2004).

Određene ekološke karakteristike alohtonih vrsta riba imaju važnu ulogu u njihovom invazivnom potencijalu. Kriptički način života vrsta koje naseljavaju obrasla (*P. glenii*, *P. parva* i *P. semilunaris*), kamenita (*P. kessleri*) i mozaična staništa (*B. gymnotrachelus*, *N. melanostomus* i *N. fluviatilis*) omogućava uspešnu aklimatizaciju i

naturalizaciju ovih vrsta u recipijentskim staništima. Određene vrste kao npr. *A. melas*, *A. nebulosus* and *C. gibelio* imaju vrlo široke ekološke niše – širok opseg tolerancije za veliki broj fizičko-hemijskih parametara, naročito za nizak nivo rastvorenog kiseonika i prisutno visoko organsko zagađenje. Agresivno ponašanje mužjaka i briga o potomstvu nakon izleganja karakteristični su za sve vrste glavoča i amurskog spavača, dok su kod amurskog čebačoka porciono mrešćenje uz rano sazrevanje i široku hranidbenu nišu karakteristike koje povećavaju invazivni potencijal (Gozlan i sar., 2002).

Način ishrane je takođe jedna od karakteristika koja doprinosi uspešnoj invaziji. Karnivorne vrste riba *Ameiurus melas*, *A. nebulosus*, *Pseudorasbora parva*, *Ponticola kessleri* i *Oncorhynchus mykiss* koje se hrane larvama insekata, račićima i ribljom mlađi su brojne među alohtonim vrstama Dunava. Sa druge strane glavoč kruglak *Neogobius melanostomus* je primer kako uska, ali specifična hranidbena niša takođe može biti dobra strategija za širenje areala. *N. melanostomus* se nastanio u Dunavu do Beča (Wiesner, 2005) hraneći se gotovo isključivo školjkama (Simonović i sar., 2001), koje očigledno druge vrste riba sa kojima živi u sintopiji ne koriste, ili nedovoljno koriste za ishranu. Preferencija prema drugačijim izvorima hrane u novosvojenim staništima u odnosu na nativni areal predstavlja još jedan vid uspešne strategije za kolonizaciju teritorije i naturalizaciju vrsta. Ishrana vrste *Ponticola kessleri* sačinjena gotovo isključivo od riblje mlađi karakteristična je za nativne delove areala (Vasil'eva i Vasil'ev, 2003; Polačik i sar., 2009), dok je u ishrani kod alohtonih primeraka iz srednjeg Dunava uočena dominacija amfipoda i to takođe alohtonih (*Dikerogammarus villosus* i *Chelicorophium curvispinum*), uz mali procenat riblje mlađi (Adámek i sar., 2007; Borza i sar., 2009).

Primenom FISK protokola pokazano je da obe vrste cverglana (*Ameiurus melas* i *A. nebulosus*) i babuška *Carassius gibelio* imaju najveći stepen negativnog uticaja, dok je najmanji stepen uticaja ustanovljen za *Hypophthalmichthys molitrix*. Na osnovu IFRA protokola, invazivne karakteristike vrsta su procenjene na osnovu njihovih sredinskih karakteristika i potencijala za širenjem. Visokim nivoom invazivnosti odlikuje se i amurski čebačok, dok je visoka abundanca babuške u saglasnosti sa visokom vrednošću IFRA indeksa, što govori u prilog visokoj invazivnosti vrste. Izgleda da je stepen invazivnosti alohtonih vrsta riba određen u najvećoj meri prema

sredinskom riziku i riziku od širenja. Ovakve vrednosti pripisuju se vrstama koje se naturalizuju i uspešno šire u okruženju sličnom Dunavu i njegovim pritokama. Nasuprot tome, alohtone vrste sa niskim stepenom invazivnosti imaju nizak i ekonomski rizik i društveni uticaj (sve vrste glavoča i amurski spavač).

Od svih registrovanih alohtonih vrsta riba tokom sprovedenih istraživanja dve vrste *Neogobius melanostomus* i *Pseudorasbora parva* nalaze se na listi 100 najinvazivnijih vrsta Evrope (Panov, 2009a, b).

Još jedan efekat unosa alohtonih vrsta riba je u širenje parazita i bolesti. Unos parazita je već ranije dokazan (Nikolić i Simonović, 1998; Gozlan i sar., 2005; Nikolić i sar., 2007).

Veliki broj Ponto-kaspijskih vrsta poseduje široki spektar adaptacija na različite uslove staništa, posebno promene saliniteta. Kaspijsko jezero je u svim fazama geološke istorije obilovalo raznovrsnom faunom (Aladin i Plotnikov, 2004) koja je, zbog čestih promena temperature, vodostaja i hemijskog sastava vode, morala razviti brojne adaptacije za opstanak u novonastalim uslovima. Jedna od njih je i eurihalnost, koja se pokazala izuzetno značajnom karakteristikom za njihov današnji način života, a posebno širenje areala.

Ako uporedimo Crnu listu koja je data u ovom radu i listu taksona koji su na Crnoj listi za Evropske vodotokove koju su dali Panov i saradnici (2009) uočavamo da se kategorizacija za četiri taksona ne podudara. Vrste *Potamopyrgus antipodarum*, *Echinogammarus ischnus*, *Hemimysis anomala* i *Katamysis waprachowski* su u navedenom radu na Crnoj listi dok su ovde stavljene na belu listu. Razlog za to leži u činjenici da pored malobrojnih nalaza i niske abundance tokom istraživanja, ni literaturni podaci koji potvrđuju visok potencijal vrsta da prouzrokuju ekološke i negativne socio-ekonomske uticaje nisu pronađeni.

Prema negativnim efektima koje vrste mogu da prouzrokuju, BPL i SBPRI, predlaže se klasifikacija registrovanih alohtonih vrsta na sledeće kategorije: alohtone, potencijalno invazivne i invazivne alohtone vrste. Invazivne vrste bi obuhvatile sve one sa vrednostima indeksa BPL=3 i SBPR=3, odnosno one koje se nalaze na Crnoj listi. Potencijalno invazivne su sve one vrste čije su vrednosti indeksa BPL=1 ili BPL=2 i SBPR=1 ili SBPR=2, odnosno one koje se nalaze na beloj listi. Sve ostale vrste

označavaju se terminom alohtone. Treba napomenuti da su uticaji koje vrsta može imati veoma različiti u različitim sredinama i da su podložni promenama tokom dužih vremenskih perioda.

Procena invazibilnosti područja do sada nije rađena za teritoriju Srbije, kao ni za sliv Dunava. Ustanovljeno je da su određeni delovi toka pod značajnim pritiskom i da predstavljaju pogodna recipijentna područja.

Hidromorfološka istraživanja su posebno značajna jer mogu poslužiti kao osnova za analizu pritisaka, uticaja i procene rizika duž reke Dunav, kao i za pripremu programa mera. Procena nivoa hidromorfoloških promena za vodna tela u Srbiji prethodno je rađena u okviru Nacionalnog izveštaja (National report, 2005), ali je prvi put tokom JDS 2 za ocenu stanja rečnih sistema sa hidromorfološkog aspekta korišćena ujednačena metodologija duž čitavog toka. Utvrđeno je da duž čitavog toka ne postoje sektori koji odgovaraju klasi 5 (stanje blisko referentnim uslovima, Schwarz i Kreier, 2008). Prema istim autorima, trećina toka odgovara izuzetno visokoj četvrtoj klasi, dok se takođe jedna trećina toka može okarakterisati kao jako izmenjena. Rezultati procene stanja u Srbiji su pokazali da je korito Dunava delom toka kroz Srbiju malo do umereno izmenjeno. Možemo zaključiti da je stepen promene rečnog korita Dunava u Srbiji u skladu sa stanjem procenjenim za čitav tok. Jedan od najznačajnijih uticaja na režim toka Dunava imaju izgrađene hidrocentrale „Đerdap I“ i „Đerdap II“. U prirodnom režimu se đerdapski sektor odlikovao velikim padovima i brzinama toka (3 m/s do 5 m/s), ali je usled uspora došlo i do smanjenja brzine toka koje sada iznose 0,08-0,22 m/s pri malim vodama, odnosno 0,9-1,6 m/s pri velikim vodama (Babić Mladenović i sar., 2010). Pod uticajem uspora došlo je i do trajne promene prirodnih uslova (Petković i sar., 2004; Babić Mladenović i sar., 2009).

Prilikom izbora lokaliteta uzorkovanja tokom JDS 2, pored biološke komponente vodilo se računa da lokaliteti budu izabrani tako da se nalaze u blizini gradova kako bi se ispitalo ispuštanje otpadnih voda. Duž čitavog toka Dunav protiče kroz brojne industrijske i urbane centre i prima značajnu količinu zagađenja. Pored Beograda, Novog Sada i Požarevca u ostalim gradovima i opštinama živi oko 2 miliona stanovnika, odnosno 27% ukupnog stanovništva Srbije (Republički zavod za statistiku, 2011) što predstavlja dodatni pritisak uz hidromorfološke promene.

Uticaj bioloških invazija na biološku raznovrsnost Srbije i sliva Dunava uopšte nemoguće je precizno oceniti, ali se može zaključiti, na sadašnjem nivou poznavanja problema, da stopa introdukcije u njima raste. Od izuzetnog je značaja precizno definisanje vektora unosa i pogodnih recipijentnih područja. Dobijeni podaci koriste se za pripremu metodologije procene rizika od invazija vodenih staništa, a sve sa ciljem njihovog suzbijanja, kako bi se sprečila dalja degradacija vodenih staništa i mogućnost negativnih uticaja na ekonomskom planu.

U velikom broj slučajeva je dokazano da introdukovane vrste imaju veću uspešnost u značajno izmenjenim staništima (Marchetti i Moyle, 2000; Rosecchi i sar., 1997). Isto je već potvrđeno i za teritoriju Srbije. Posmatrajući rasprostranjenost nekih vrsta makrobescičmenjaka, kao na primer vrste roda *Corbicula* (Paunović i sar., 2007), *Branchiura sowerbyi* (Paunović i sar., 2005), *Sinanodonta woodiana* (Paunović i sar., 2006) i *Orconectes limosus* (Pavlović i sar., 2006) možemo zaključiti da su antropogeno izmenjena područja pogodna za introdukciju i adaptaciju invazivnih vrsta.

U ovom radu statističkim analizama nije potvrđeno da je rasprostranjenje najvećeg broja alohtonih vrsta usko povezano sa hidromorfološkim promenama toka Dunava kroz Srbiju, kako se očekivalo. Jedan od razloga ovako dobijenih rezultata može biti i primena metode ocene hidromorfoloških promena koje ipak u potpunosti nije odgovarajuća za velike reke kakva je Dunav. U budućim istraživanjima bi takođe trebalo u analizu uključiti i veći broj parametara sredine koji bi mogli uticati na rasprostranjenje vrsta, pre svih parametre vode i sedimenta.

Ipak, sam proces naturalizacije i aklimatizacije vrsta u novoj sredini je dugotrajan i zahteva da svi faktori sredine (temperatura, salinitet, dostupnost hrane, nedostatak predatora i minimalna gustina populacije) budu optimalni. To potvrđuje i činjenica da je školjka *Dreissena polymorpha* prvi put registrovana u Velikim jezerima u Americi tek osamdesetih godina prošlog veka, dok je mogućnost za takav scenario postojala još decenijama ranije usled vodnog transporta koji je postojao između donorskog i recipijentnog područja (Gollash i Nehring, 2006).

Nekoliko alohtonih i potencijalno invazivnih vrsta je već registrovano u zemljama u okruženju, tako da se mogu očekivati i u našim vodotokovima u bliskoj budućnosti. Severno-američka vrsta raka *Pacifastacus leniusculus* je detektovan duž

čitavog toka reke Mure u Hrvatskoj (Maguire i sar., 2008). Pretpostavlja se da se vrsta proširila u Hrvatsku iz Austrije, gde je unešena sedamdesetih godina prošlog veka, preko Slovenije. Usled veoma brze procenjene stope širenja vrste (Hudina i sar., 2011) koja je uslovljena visokim stepenom hidromorfoloških promena, očekuje se dalje povećanje areala prvenstveno nizvodno ka Dravi, a kasnije verovatno ka Dunavu.

Još jedna alohtona vrsta raka poreklom iz Severne Amerike je *Procambarus clarkii*. Unešena u Španiju 1973. godine radi privrednog gajenja ubrzo se proširila celim regionom jugozapadne Evrope i severne Italije, uz veliku gustinu populacija. Značajno manje i izolovane populacije registrovane su i u veštačkim jezerima duž Dunava u jugozapadnoj Nemačkoj (Chucholl, 2011) što može predstavljati potencijalnu opasnost za čitav Dunavski sliv. Zbog velikog stepena invazivnosti koji se ogleda u kompeticiji sa nativnim vrstama i prenosa parazitske gljivice *Aphanomyces astaci* vrsta se nalazi na listi 100 najinvazivnijih vrsta Evrope (DAISIE, 2010).

U gornjim delovima toka Rajne uočeno je da su populacije ranije introdukovane vrste *Orconectes limosus* zamenile populacije kongenerične vrste *O. immunis* (Schrimpf i sar., 2013). Slično se očekuje i za vodotokove koji su direktno povezani sa Rajnom – Dunav, Rona, Odra i Elba. Takođe se očekuje i sekundarna ciljana introdukcija koja bi samo doprinela povećanju brzine širenja (Chucholl i Dehus, 2011; Collas i sar., 2011). Laboratorijskim eksperimentima je potvrđen određen stepen agresivnog ponašanja i kompeticija za sklonište sa vrstom *O. limosus*, što uz veliki fekunditet, brzo sazrevanje i visoku stopu rasta čini vrstu jako invazivnom (Chucholl i sar., 2008; Chucholl, 2012).

Vrsta koja nije nađena tokom ovih istraživanja, a prisutna je u Dunavu je *Ferrissia fragilis*. U Srbiji je nađena samo na lokalitetu Dubovac na Dunavu (1087 km, Raković, 2015). Rasprostranjena je u velikom broju podunavskih zemalja (Frank i sar., 1990; Lisický, 1991; Frank, 1995; Glöer i Meier-Brook, 2003; Beran i Horsák, 2007), tako da se budući nalazi očekuju i u Srbiji u većem broju.

Problem unošenja, praćenja i suzbijanja alohtonih vrsta obuhvaćen nacionalnim zakonodavstvom navedenim u uvodnom delu samo u pojedinim odredbama obuhvata probleme koje izazivaju biološke invazije. Alohtone vrste se pominju u članu 27 Zakona o zaštiti životne sredine (Anonimno, 2004a). Po tom članu Zakona, nadležno Ministarstvo i druge nadležne institucije dužni su da kontrolišu unošenje i gajenje

biljnih i životinjskih vrsta stranog porekla. U ranijem Zakonu o ribarstvu (Anonimno, 1994) u članu 25, samo načelno je bilo uređeno pitanje unosa novih vrsta riba u ribolovne vode, dok je u aktuelnom Zakonu o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Anonimno, 2014) u članu 30, to naizgled eksplicitno naglašeno. Definisane i usvajanje odgovarajuće zakonske regulative predstavlja osnovu daljeg delovanja u borbi protiv invazivnih vrsta i mogućih posledica na živi svet, kao i socio-ekonomske probleme koje mogu izazvati novounešene vrste. Institucije nadležne za monitoring stanja i adekvatno sprovođenje zakonskih okvira koje bi takođe trebalo definisati, morale bi raditi u koordinaciji sa naučnim institucijama, jer bi osnova svih mera borbe, suzbijanja daljeg širenja i sprečavanja unosa bili isključivo podaci dobijeni naučno-istraživačkim radom.

Popis unešenih alohtonih vrsta Srbije i procena stepena njihove invazivnosti predstavljaju polazno, nulto stanje, na osnovu koga bi se u budućnosti mogla pratiti efikasnost predloženih i sprovedenih mera borbe. Važno je napomenuti da je procena stepena invazivnosti kompleksan zadatak za čije je uspešno rešavanje neophodno posedovati osnovne podatke o distribuciji vrste, abundanci i uticaju. S obzirom da problem unosa alohtonih vrsta nije lokalnog karaktera, naročito u vodenim ekosistemima, i da se njihovo širenje najčešće kasno konstatuje, pored terenskih osmatranja, dotok informacija između službi koje prate ove procese i saradnja na nivou država jednog kontinenta u vidu projekata ili asocijacija koje se bave ovom problematikom je neophodna.

Važan korak predstavlja i definisanje indikatora stanja u postavci sistema za monitoring bioloških invazija. Kako ni na nivou Evrope još nisu predloženi adekvatni indikatori intenziteta bioloških invazija jasno je da pouzdano predviđanje, na današnjem stepenu poznavanja prirode bioloških invazija, nije moguće. U ovom radu predlažu se sledeći indikatori stanja:

1. ukupan broj alohtonih vrsta recipijentnog područja,
2. broj alohtonih vrsta koji se lokalno javlja sa relativnom brojnošću koja prevazilazi 5% alohtone zajednice u okviru recipijentnog područja,
3. ukupan broj invazivnih vrsta recipijentnog područja,
4. broj invazivnih vrsta recipijentnog područja koji se nalazi na listi 100 najinvazivnijih vrsta prema IUCN-u i

5. broj recipijentskih područja koji je pod značajnim uticajem bioloških invazija, što podrazumeva uticaj na native zajednice, staništa ili socio-ekonomske uticaje.

Predlog navedenih indikatora stanja predstavlja listu mogućih parametara za procenu stepena invazibilnosti (osetljivosti područja na invazije).

Ispitivanje uticaja bi trebalo raditi prema tipu vodnog tela i stanju vodnih tela sa aspekta ugroženosti alohtonom faunom, a ne uopšteno za čitavu teritoriju Srbije. Trebalo bi pristupiti i definisanju potencijalno ugroženih teritorija sa aspekta bioloških invazija, a u skladu sa predloženim modelom za procenu invazibilnosti područja kako bi se sprečilo širenje već detektovanih vrsta u meri u kojoj je to moguće.

Važan aspekt u borbi protiv invazivnih vrsta obuhvata i upoznavanje javnosti sa problemom širenja invazivnih vrsta i podizanje javne svesti građana. Tu se prvenstveno misli na edukaciju javnosti u vezi sa trgovinom i gajenjem egzotičnih vrsta što bi doprinelo smanjenju mogućnosti njihovog nekontrolisanog oslobađanja.

Tokom definisanja aktivnosti i predloga rešenja koja su ponuđena u ovom radu jedini mogući pristup bio bi da se u obzir ne uzimaju načelne ocene i rešenja koja nisu, ili su teško primenjiva, već da budu obuhvaćene samo ostvarljive aktivnosti, primerene trenutnom stanju i stepenu razvoja invazivne biologije u Srbiji. Imajući u vidu sve napred navedeno, jedini zaključak koji se nameće je da problemu kontrole unošenja i suzbijanja invazivnih vrsta treba pristupiti hitno, uz motivisanje svih postojećih kapaciteta, a u skladu sa socio-ekonomskom situacijom u Srbiji, kako bi se predložio realno ostvarljiv plan, efikasan u datim okolnostima.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu analize zajednica makroinvertebrata i riba Dunava utvrđeno je prisustvo 31 alohtone vrste makroinvertebrata i 13 alohtonih vrsta riba. Najveći broj vrsta makroinvertebrata pripada rakovima – grupa Malacostraca, poreklom iz Ponto-kaspijskog regiona, dok su alohtone vrste riba poreklom iz tri biogeografske regije: Ponto-kaspijske, Severno-američke i Azijske. Najbrojniji su predstavnici porodice Gobiidae.

Vodni transport (brodarstvo) i izgradnja kanala su označeni kao sredstva unosa koja su daleko najviše doprinela introdukciji i daljem širenju zabeleženih alohtonih vrsta makroinvertebrata, dok se ni jedno od sredstava širenja posebno ne izdava kao dominantno za predstavnike riblje faune.

Razmatranjem načina unosa i sredstava kojima su vrste raširene van granica nativnog areala, možemo konstatovati da je za mali broj vrsta makroinvertebrata dokazano da je u širenju areala bilo neposrednog uticaja antropogene aktivnosti, dok je za disperziju riba antropogena aktivnost dominantna.

Prisustvo alohtone faune po sektorima Dunava je ujednačeno za makroinvertebrate i ribe, sa značajnim opterećenjem alohtonom faunom u gornjem i srednjem delu toka.

Osam vrsta makroinvertebrata i tri vrste riba ima visok potencijal za širenje areala, uspostavljanjem populacija i visokim potencijalom da prouzrokuje ekološke i negativne socio-ekonomske efekte usled čega su stavljene na Crnu listu.

Visok nivo biološkog zagađenja ima sedam vrsta makroinvertebrata: *Chelicorophium curvispinum*, *Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus*, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Pectinatella magnifica* i *Sinanodonta woodiana* i tri vrste riba: *Carassius gibelio*, *Lepomis gibosus* i *Neogobius melanostomus*.

Procene stepena negativnog uticaja prema FISK protokolu ukazuju na najveći negativni uticaj obe vrste cverglana (*Ameiurus melas* i *A. nebulosus*), babuške *Carassius gibelio*, glavoča trkača *Babka gymnotrachelus* i amurskog čebačoka *Pseudorasbora parva*. Rezultati procene rizika od alohtonih vrsta riba u Dunavu prema IFRA protokolu su pokazali najveću ukupnu vrednost za babušku i obe vrste cverglana.

Autekološke karakteristike makroinvertebrata za koje se pretpostavlja da značajno doprinose širenju detektovanih vrsta i njihovoj aklimatizaciji u novoj sredini su eurihalnost, široka hranidbena niša, kratak životni vek i vreme generacije, kao i briga o potomstvu. Za ribe je ustanovljeno da najveći broj vrsta ispoljava određeni stepen brige o potomstvu u vidu čuvanja gnezda u koja je položena ikra. Među dominantnim tipovima ishrane ističu se fitracija kod makroinvertebrata, dok su među ribama najzastupljeniji predstavnici koji se hrane vodenim invertebratama i svaštojedi.

Na osnovu ukupne ocene invazibilnosti područja glavnog toka Dunava u Srbiji možemo zaključiti da je sektor od Beograda do brane „Đerdap I“ najosetljiviji na biološko zagađenje, kao i lokalitet nizvodno od Novog Sada. Na sektor od Beograda do brane „Đerdap I“ najveći uticaj na visoku klasu invazibilnosti ima prvenstveno intezivan rečni saobraćaj, kao i nivo hidromorfoloških promena.

Nekoliko alohtonih i potencijalno invazivnih vrsta je već registrovano u zemljama u okruženju, tako da se mogu očekivati i u našim vodotokovima u bliskoj budućnosti: *Pacifastacus leniusculus*, *Procambarus clarkii* i *Orconectes immunis*.

Definisanje i usvajanje odgovarajuće zakonske regulative, popis unešenih alohtonih vrsta i procena stepena njihove invazivnosti, a zatim i definisanje indikatora stanja koji predstavljaju listu mogućih parametara za procenu stepena invazibilnosti predstavljaju aktivnosti koje je neophodno preduzeti u cilju smanjenja rizika i posledica unosa alohtonih vrsta.

6. LITERATURA

- Adámek, Z., Andreji, J., Gallardo, J.M. (2007). Food habits of four bottom-dwelling gobiid species at the confluence of the Danube and Hron Rivers (South Slovakia). *International Review of Hydrobiology* 92: 554-563.
- AISSIC baza podataka (2015). Baza podataka alohtonih invazivnih vrsta Južnog invazivnog koridora (Allochthonous Invasive Species of the Southern Invasion Corridor data base). Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“.
- Allendorf, F.W., Lundquist, L.L. (2003). Introduction: population, biology, evolution, and control of invasive species. *Conservation Biology* 17: 24-30.
- Alexandrov, B.G., Zaitsev, Y.P. (1998). Black Sea biodiversity in eutrophication conditions. U: *Conservation of the Biological Diversity as a Prerequisite for Sustainable Development in the Black Sea Region* (ur. Kotlyakov, V., Uppenbrink, M., Metreveli, V). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 221-234.
- Anonimno (1994). Zakon o ribarstvu. Službeni glasnik Republike Srbije 35/94.
- Anonimno (2004a). Zakon o zaštiti životne sredine. Službeni glasnik 135/04.
- Anonimno (2004b). Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu. Službeni glasnik Republike Srbije 135/04.
- Anonimno (2004c). Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu. Službeni glasnik Republike Srbije 135/04.
- Anonimno (2014). Zakonu o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda. Službeni glasnik Republike Srbije 128/14.
- Anonimno (2015). Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađenja životne sredine. Službeni glasnik Republike Srbije 25/15.

- Antipa, G. (1912). Das Überschwemmungsgebiet der Unteren Donau. Sein heutiger Zustand und die Mittel zu seiner Verwertung. Separatabdruck aus dem "Anuarul Institutului Geological Romăniei", vol. IV, Bd. 1910, 2a, Graphisches Institut Carl Göbel, Bukarest, pp. 272.
- AQEM (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002. 202 p.
- Arbačiauskas, K., Semenchenko, V., Grabowski, M., Leuven, R.S.E.W., Paunović, M., Son, M., Csányi, B., Gumuliauskaitė, S., Konopacka, A., Van der Velde, G., Vezhnovetz, V., Panov, V. (2008). Assessment of biological contamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways. *Aquatic Invasions* 3: 206-224.
- Babić Mladenović, M., Kolarov, V., Pavlović, R. (2009). Odbrana od poplava na Dunavu i pritokama 2006. godine. *Voda i sanitarna tehnika* 1: 13-21.
- Babić Mladenović, M., Kolarov, V. (2010). Hydromorphology. U: *Danube in Serbia – Joint Danube Survey 2* (ur. Paunović, M., Simonović, P., Simić, S., Simić, V.). Directorate for Water Management, Belgrade, pp. 97-110.
- Babić Mladenović, M., Bartoš Divac, V., Kolarov, V. (2010). Natural characteristics of the Danube River in Serbia. U: *Danube in Serbia – Joint Danube Survey 2* U: *Danube in Serbia – Joint Danube Survey 2* (ur. Paunović, M., Simonović, P., Simić, S., Simić, V.). Directorate for Water Management, Belgrade, pp. 59-79.
- Băcescu, M. (1940). Les Mysidacés des eaux Roumaines (Étude taxonomique, morphologique, bio-géographique et biologique). *Annales Scientifiques de L'Universite de Jassy* 26: 453-804.
- Baensch, H.A., Riehl, R. (1997). *Aquarien Atlas*. Band 5. Mergus Verlag, Melle, 1148 p.

-
- Balon, E.K. (1967). Three-spined stickleback – *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 in the Danube near Bratislava. Ac. Rer. Nat. Mus. Nat. Slov. 13: 127-134.
- Balon, E.K. (1995). Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*, from Roman gourmets to the swimming flowers. Aquaculture 129: 3-48.
- Bănărescu, P. (1964). Pisces, Osteichthyes. Fauna R.P. Romane, vol. 13. Edit. Academiei, Bucuresti, 969 p.
- Bănărescu, P., Nalbant, T. (1965). Studies on the systematics of Gobioninae (Pisces: Cyprinidae). Revue roumaine de biologie. Série de zoologie 10: 959.
- Baruš, V., Oliva, O. (1995). Fauna of the Czech and Slovak Republics. Fishes – Osteichthyes, volume 28/2. Academia, Praha. (na češkom sa rezimeom na engleskom)
- Bauer, O.N. (1991). Spread of parasites and diseases of aquatic organisms by acclimatization: a short review. Jotrnl of Fish Biology 39: 679-686.
- Benson, A.J., Boydstun, C.P. (1995). Invasion of the zebra mussel into the United States. U: Our living resources: a report to the nation on the distribution, abundance, and health of US plants, animals, and ecosystems (ur. LaRoe, E.T., Farris, G.S., Puckett, C.E., Doran, P.D., Mac, M.J.). US Department of the Interior, National Biological Service, Washington DC, pp. 445-446.
- Beran, L. (2008). Expansion of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in the Czech Republic. Aquatic Invasions 3(1): 91-94.
- Beran, L., Horsák, M. (2007). Distribution of the alien freshwater snail *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) in the Czech Republic. Aquatic Invasions 2(1):45-54.
- Berinkeý, L. (1960). The Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.), a new fish species from Hungary. Vertebrata Hungarica 2: 1-10.

-
- Bernerth, H., Stein, S. (2003). *Crangonyx pseudogracilis* und *Corophium robustum* (Amphipoda), zwei neue Einwanderer im hessischen Main sowie Erstdnachweis für Deutschland von *C. robustum*. *Lauterbornia* 48: 57-60.
- Bernska konvencija (1979). Konvencija o očuvanju evropske divlje flore i faune i prirodnih staništa.
- Bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H.A.M., Gollasch, S., Van der Velde, G. (2002). Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1159-1174.
- Bernauer, D., Jansen, W. (2006). Recent invasions of alien macroinvertebrates and loss of native species in the upper Rhine river, Germany. *Aquatic Invasion* 1: 55-71.
- Borza, P. (2011). Revision of invasion history, distributional patterns, and new records of Corophiidae (Crustacea: Amphipoda) in Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 57: 75-84.
- Borza, P., Erös, T., Oertel, N. (2009). Food resource partitioning between two invasive gobiid species (Pisces, Gobiidae) in the littoral zone of the River Danube, Hungary. *International Review of Hydrobiology* 94: 609-621.
- Borza, P., Csányi, B., Paunović, M. (2010). Corophiids (Amphipoda, Corophioidea) of the River Danube The Results of a Longitudinal Survey. *Crustaceana* 83: 839-849.
- Cakić, P. (1983). The northerwest record of *Pseudorasbora parva* (Schlegel) 1842 in Yugoslavia and the first one in Vojvodina. *Biosistematika* 9(2): 151-153.
- Cakić, P., Hristić, Đ. (1987). The ichthyofauna of Pančevački rit wetlands (Belgrade) with special reference to the allochthonous fish species. *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Serie B*(42): 103-118.

-
- Cakic, P., Petrovic, Z., Paunovic, M. (1996). Unsere Brutbefunde von *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1884) im Hauptgerinne der Donau bei Beograd (Jugoslawien). 31. Konferenz der IAD, Baja, Ungarn, 315-318.
- Cakić, P., Lenhardt, M., Petrović, Z. (2000). The first record of *Gasterosteus aculeatus* L. 1758 (Pisces: Gasterosteidae) in the Yugoslav section of Danube. *Acta biologica Iugoslavica – Ichthyologia* 32(1): 79-82.
- Cakic, P., Lenhardt, M., Kolarevic, J., Mickovic, B., Hegedis A. (2004). Distribution of the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* in Serbia and Montenegro. *Journal of Fish Biology* 65: 1431-1434.
- Carlton, J.T. (1996). Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology* 77(6): 1653-1655.
- Casellato, S., La Piana, G., Latella, L., Ruffo, S. (2005). *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), a new invasive species in the Garda Lake (Northern Italy). Abstracts for Biological Invasions in Inland Waters (INWAT) Workshop, Firenze, Italy, 26.
- Chekanovskaya, O.V. (1962). Vodnye maloschetinkovye chervil fauny SSSR. *Opredeliteli po faune SSSR* 78. Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, Moskva, Leningrad, p. 411.
- Chucholl, C. (2011). Disjunct distribution pattern of *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda, Astacida, Cambaridae) in an artificial lake system in Southwestern Germany. *Aquatic Invsions* 6(1): 109-113.
- Chucholl, C. (2013). Invaders for sale: trade and determinants of introduction of ornamental freshwater crayfish. *Biological Invasions* 15: 125-141.
- Chucholl, C., Stich, H.B., Maier, G. (2008). Aggressive interactions and competition for shelter between a recently introduced and an established invasive crayfish: *Orconectes immunis* vs. *O. limosus*. *Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie* 172: 27-36.

-
- Chucholl, C., Dehus, P. (2011). Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS), Langenargen, 92 p.
- Cianfanelli, S., Lori, E., Bodon, M. (2007). Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. U: Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution and threats (ur. Gherardi, F.). Springer, Dordrecht, pp. 103-121.
- Ciolac, A. (2004). Migration of fishes in Romania Danube river. Applied Ecology and Environmental Research 2(1): 143-163.
- CITES (1979). Konvencija o međunarodnoj trgovini ugroženim vrstama divlje flore i faune – UK, EC CITES Committee on trade in wild fauna and flora, EEC Regulation 3626.
- Clavero, M., García-Berthou, E. (2006). Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. Ecological Application 16: 2313-2324.
- Collas, M., Beinstener, D., Fritsch, S., Morelle, S., L'Hospitalier, M. (2011). Première observation en France de l'Ecrevisse calicot, *Orconectes immunis* (Hagen, 1870). Annales scientifiques de la réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord - Pfälzerwald 16: 18-36.
- Copp, G.H., Garthwaite, R., Gozlan, R.E. (2005). Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. Cefas Science Technical Report. Lowestoft, UK, 36 pp.
- Csányi, B., Paunović, M. (2006). The Aquatic Macroinvertebrate Community of the River Danube between Klostenburg (1942 rkm) and Calafat – Vidin (795 rkm). Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica 14: 91-106.
- Cvijanović, G., Lenhardt, M., Hegediš, A. (2005). The first record of black bullhead *Ameiurus melas* (Pisces, Ictaluridae) in Serbian waters. Archives of Biological Sciences 57(4): 21-22.

- Ćaleta, M., Jelić, D., Buj, I., Zanella, D., Marčić, Z., Mustafć, P., Mrakovčić, M. (2010). First record of the alien invasive species rotan (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) in Croatia. *Journal of Applied Ichthyology* 27(1): 146-147.
- Dahl, F. (1891). Untersuchungen über die Thierwelt der Unterelbe. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere 6: 150-185.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (2010). One hundred of the worst. Dostupno na adresi <http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do> (pristupljeno 5. februara 2015.)
- Davis, M.A., Thompson, K. (2000). Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader. *Bulletin of the Ecological Society of America* 81: 226-230.
- De Jong, Y.S.D.M. (2013). Fauna Europaea version 2.6. Dostupno na adresi <http://www.faunaeur.org> (pristupljeno 20. januara 2015.)
- Den Hartog, C., Van den Brink, F.W.B., Van der Velde, G. (1992). Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula* species so successful? *Journal of Natural History* 26: 1121-1129.
- Devin, S., Piscart, C., Beisel, J.N., Moreteau, J.C. (2003). Ecological traits of the amphipod invader *Dikerogammarus villosus* on a mesohabitat scale. *Archiv für Hydrobiologie* 158(1): 43-56.
- Devin, S., Beisel, J.N. (2009). *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky), killer shrimp (Gammaridae, Crustacea). U: *Handbook of Alien Species in Europe* (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.), Springer, Dordrecht, 309.
- Dick, J.T.A., Platvoet, D. (2000). Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. *Proceedings of Royal Society of London, Series B* 267: 977-983.
- Djukić, N. (1983). Prilog proučavanju zastupljenosti vrste *B. sowerbyi* Beddard (1892). II Simpozijum o fauni SR Srbije, Zbornik radova, Beograd, 63-66.

- Douda, K., Vrtílek, M., Slavík, O., Reichard, M. (2012). The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. *Biological Invasions* 14: 127-137.
- Dudgeon, D., Morton, B. (1983). The population dynamics and sexual strategy of *Anodonta woodiana* (Bivalvia, Unionacea) in Plover Cove Reservoir, Hong-Kong. *Journal of Zoology* 201: 161-183.
- Dudich, E. (1947). Die höheren Krebse (Malacostraca) der Mittel-Donau. *Fragmenta Fauna Hungarica* 10: 125-132.
- Dumont, H.J. (1998). The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography* 43: 44-52.
- Eggers, T.O., Martens, A. (2004). Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. *Lauterbornia* 42: 1-68.
- Elliott, M. (2003). Biological pollutants and biological pollution – an increasing cause for concern. *Marine Pollution Bulletin* 46: 275-280.
- Elton, C.S. (1958). *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen, London, 181 p.
- EN 14011: 2008. Kvalitet vode – Uzimanje uzoraka ribe pomoću električne struje. *Službeni glasnik* 89/08.
- Essl, F., Rabitch, W. (2002). *Neobiota in Österreich*. Umweltbundesamt, Wien, 432 p.
- European Community (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* 327: 1-72.
- European Communities (2003). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance document no 10: Rivers and lakes – typology, reference conditions and classification systems*. Produced by

- working group 2.3 – REFCOND. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 87 p.
- Evropska strategija za introdukovane invazivne vrste (2003). European Strategy on invasive alien species. Council of Europe, Final Version, 50 p.
- FAO (2003). Fishery Records Collections. FIGIS Data Collection.
<http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=collectionxml=dias.xml>.
- Frank, C., Jungbluth, J., Richnovszky, A. (1990). Die Mollusken der Donau vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer. Vácrátót, Budapest, 142 p.
- Frank, C. (1995). Die Weichtiere (Mollusca): Über Rückwanderer, Einwanderer, Verschleppte; expansive und regressive Areale. Stapfia 37, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums N. F. 84: 17-54.
- Freyhof, J. (2003). Immigration and potential impacts of invasive freshwater fishes in Germany. Berichtes des IGB 17: 51-58.
- Froese, R., Pauly, D. (2014). FishBase. World Wide Web electronic publication. Dostupno na adresi www.fishbase.org (pristupljeno 20. januara 2015.)
- Füreder, L., Pöckl, M. (2007). Ecological traits of aquatic NIS invading Austrian fresh waters. U: Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats (ur. Gherardi, F.) Springer, Dordrecht, pp. 233-257.
- Galil, B.S., Nehring, S., Panov, V.E. (2007). Waterways as invasion highways – Impact of climate change and globalization. U: Biological Invasions (ur. Nentwig, W.) Ecological Studies Nr. 193, Springer, Berlin, pp. 59-74.
- Genovesi, P., Shine, C. (2004). European strategy on invasive alien species. Nature and Environment 137, Council of Europe: Strasbourg, 67 p.
- Gergely J., Tucakov M. (2003). Az amurgeb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) else elefordualsa a Vojdasagban. Halaszat 96: 158-160.

-
- Gherardi, F., Gollasch, S., Minchin, D., Olenin, S., Panov, V.E. (2009). Alien invertebrates and fish in European inland waters. U: Handbook of Alien Species in Europe (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.), Springer, Dordrecht, pp. 81-92.
- Gittenberger, E., Janssen, A.W., Kuijper, W.J., Kuiper, J.G.J., Meijer, T., van der Velde, G., de Vries, J.N. (1998). De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV uitgeverij and Stichting EIS-Nederland. Nederlandse Fauna 2: 1-288. (na holandskom sa rezimeom na engleskom)
- Glöer, P., Meier-Brook, C. (2003). Süßwassermollusken (Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland). 13. Auflage: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 p.
- Gollasch, S., Nehring, S. (2006). National checklist for aquatic alien species in Germany. *Aquatic Invasions* 1(4): 245-269.
- Golubkov, S.M., Bäck, S., Nikulina, V.N., Orlova, M.I., Anokhina, L.E., Umnova, L.P. (2003). Effects of eutrophication and invasion of *Dreissena polymorpha* in the coastal zone of the eastern Gulf of Finland. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Biology, Ecology* 52(3):218-235.
- Gozlan, R.E., Pinder, C., Shelley, J. (2002). Occurrence of the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* in England. *Journal of Fish Biology* 61: 298-300.
- Gozlan, R.E., St-Hilaire, S., Feist, S.W., Martin, P., Kent, M.L. (2005). Biodiversity: disease threat to European fish. *Nature* 435: 1046.
- Grigorovich, I.A., Colautti, R.I., Mills, E.L., Holeck, K., Ballert, A.G., MacIsaac, H.J. (2003). Ballast-mediated animal introduction in the Laurentian Great Lakes: retrospective and prospective analyses. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences* 60(6): 740-756.
- Hallegraeff, G.M., Bolch, C.J. (1991). Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships' ballast water. *Marine Pollution Bulletin* 22: 27-30.

-
- Harka, Á. (1993). Invasion of the *Neogobius fuvialis*. Halászat 86(4): 180-181.
- Heckel, R., Kner, R. (1858). Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angränzenden Länder. Verlag W. Engelmann, Leipzig, 388 p.
- Hegedis, A., Nikcevic, M., Mickovic, B., Jankovic, D., Andjus, R.K. (1991). Discovery of the goby *Neogobius gymnotrachelus* in Yugoslav fresh waters. Archives of Biological Sciences Belgrade 43: 39P-40P.
- Hindar, K., Fleming, I.A., Jonsson, N., Breistein, J., Sægrov, H., Karlsbakk, E., Gammelsæter, M., Dønnum, B.O. (1996). Regnbueørret i Norge: forekomst, reproduksjon og etablering. NINA Oppdragsmelding 454: 1-32.
- Holcík, J., Bastl, I., Ertl, M., Vrankovský, M. (1981). Hydrobiology and ichthyology of the Czechoslovak Danube in relation to predicted changes after the construction of the Gabčíkovo-nagymaros river Barrage System. Práce laboratória rybárstva a hydrobiologie 3: 19-158.
- Holcík, J. (1991). Fish introductions in Europe with particular reference to its central and eastern part. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48(1): 13-23.
- Huber, M.G.J., Schubart, C.D. (2005). Distribution and reproductive biology of *Austropotamobius torrentium* in Bavaria and documentation of a contact zone with the alien crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture 376-377: 759-776.
- Janković, D. (1985). Extension of *Pseudorasbora parva* (Schlegel) 1842 in Serbia, taxonomic characteristics of this fish species from Moravica River (South Morava River Basin) and its possible role and significance for ichthyofauna of the open waters and fish ponds. Ichthyologia 17(1): 1-12.
- Janković, D. (1998). Natural reproduction by Asiatic herbivorous fishes in the Yugoslav section of the River Danube. Italian Journal of Zoology 65(2): 227-228.

-
- Jażdżewski, K., Konopacka, A. (2002). Invasive Ponto-Caspian species in waters of the Vistula and Oder basin and the southern Baltic Sea. U: Invasive Aquatic Species of Europe (ur. Leppäkoski, E., Gollasch, S. Olenin, S.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 384-398.
- Jonsson, B. (2011). Invasive Alien Species Fact Sheet – *Oncorhynchus mykiss*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. Dostupno na adresi www.nobanis.org (pristupljeno 10. februara 2015.)
- Jonsson, N, Jonsson, B., Hansen, L.P., Aass, P. (1993). Coastal movement and growth of domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) in Norway. Ecology of Freshwater Fishes 2: 152-159.
- Jude, D.J., Reider, R.H., Smith, G.R. (1992). Establishment of Gobiidae in the Great Lakes Basin. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 416-421.
- Karaman, S.L. (1953). Pontokaspische Amphipoden der jugoslawischen Fauna. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium 1: 21-60.
- Karaman, M. (1983). *Pseudorasbora parva* Schlegel (Pisces, Cyprinidae) a new element in the ichthyofauna of Serbia. U: Proceedings of Second Symposium of SR Serbia fauna (ur. Todorovic, M.), Belgrade, pp. 127-130.
- Karatayev, A.Y., Padilla, D.K., Minchin, D., Boltovskoy, D., Burlakova, L.E. (2007). Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. Biological Invasions 9: 161-180.
- Kelleher, B., Van der Velde, G., Giller, P.S., Bij de Vaate, A. (1999). Dominant role of exotic mass invaders in the diet of important fish species of the River Lower Rhine, The Netherlands. The biodiversity crisis and Crustacea, Proceedings of 4th International Crustacean Congress, Brill, Leiden, Crustacean Issues 12: 35-46.
- Ketelaars, H.A.M., Lambregts van de Clundert, F.E., Carpentier, C.J., Wagenvoort, A.J., Hoogenboezem, W. (1999). Ecological effects of the mass occurrence of the Ponto-Caspian invader, *Hemimysis anomala* G.O. Sars, 1907 (Crustacea:

-
- Mysidacea), in a freshwater storage reservoir in the Netherlands, with notes on its autecology and new records. *Hydrobiologia* 394: 233-248.
- Kinzelbach, R. (1991). Die Körbchenmuscheln *Corbicula fluminalis*, *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluviatilis* in Europa (Bivalvia: Corbiculidae). *Mainzer Naturwissenschaftliche Archiv* 29: 215-228.
- Kley, A., Maier, G. (2003). Life history characteristics of the invasive freshwater gammarids *Dikerogammarus villosus* and *Echinogammarus ischnus* in the river Main and the Main-Donau canal. *Archiv für Hydrobiologie* 156(4): 457-469.
- Köhn, J., Waterstraat, A. (1990). The amphipod fauna of Lake Kummerow (Mecklenburg, German Democratic Republic) with reference to *Echinogammarus ischnus* Stebbing, 1899. *Crustaceana* 58: 74-82.
- Konvencija o biološkoj raznovrsnosti (1992). Rio de Janeiro, Brazil, 5 June 1992.
- Karadžić, B. (2013). FLORA: A software package for statistical analysis of ecological data. *Water Research and Management* 3(1): 45-54.
- Kothe, P. (1968). *Hypania invalida* (Polychaeta, Sedentaria) und *Jaera istri* (Isopoda) erstmals on der deutschen Donau. *Archives für Hydrobiologie Supplementum* 34: 88-114.
- Kováč, V. (2010). National Method for evaluation the ecological status of streams based on fishes: Fish Index of Slovakia. (na slovačkom)
http://www.aqbios.com/Narodna_metoda_ryby_V_Kovac_2010_upravena_typologia.pdf
- Kováč, V., Siryová, S. (2005). Ontogenetic variability in external morphology of bighead goby *Neogobius kessleri* from the middle Danube, Slovakia. *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 312-315.
- Koščo, J., Manko, P. (2003). Contribution to the knowledge of competitive relationships between the invasive fish Amur sleeper (*Perccottus glenii*) and native species, p.

15. Book of Abstracts, 9th Zoology conference „Feriencove dni“, Bratislava, Slovakia.
- Koščo, J., Lusk, S., Halačka, K., Lusková, V. (2003). The expansion and occurrence of Amur sleeper (*Perccottus glenii*) in eastern Europe. *Folia Zoologica* 52: 329-336.
- Koščo, J., Košuthová, L., Košuth, P., Pekárik., L. (2010). Non-native fish species in Slovak waters: origins and present status. *Biologia* 65(6): 1057-1063.
- Kraszewski, A. (2007). The continuing expansion of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in Poland and Europe. *Folia Malacologica* 15:65-69.
- Kutsarov, Y. (2005). Fish Watcher Record.
<http://64.95.130.5/FishWatcher/Record.cfm?autoctr=1148>.
(pristupljeno 26. januara 2015.)
- Lambertini, M., Leapa, J., Marton-lefevre, J., Mittermeier, R.A., Rose, M., Robinson, J.G., Stuart, S.N., Waldman, B., Genovesi, P. (2011). Invasives: A major conservation threat. *Science* 333: 404-405.
- Larsen, K.L. (1983). Selvreproducerende regnbueørreder i danske vandløb. *Sportsfiskeren* 58(2): 4-5.
- Lászlóffy, W. (1967). Die Hydrographie der Donau. U: *Limnologie der Donau* (ur. Liepold, R.) E. Schweizerbart'sche, Verlagbuchhandlung, Stuttgart, pp. 16-57.
- Lawson, L.L., Vilizzi, L., Hill, J.E., Hardin, S., Copp, G.H. (2013). Revisions of the Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) for its application in warmer climatic zones, with particular reference to peninsular Florida. *Risk Analysis* 33(8): 1414-1431.
- Lehtonen, H. (2002). Alien freshwater fishes of Europe. U: *Invasive aquatic species of Europe – distribution, impact and management* (ur. Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 153-161.

-
- Lenhardt, M., Hegediš, A., Mičković, B., Jeftić-Višnjić, Ž., Smederevac, M., Jarić, I., Cvijanović, G., Gačić, Z. (2006). First record of the North American paddlefish (*Polyodon spathula* Walbaum, 1792) in the Serbian part of the Danube river. Archives of Biological Sciences 58(3): 27P-28P.
- Lenhardt, M., Markovic, G., Hegedis, A., Maletin, S., Cirkovic, M., Markovic, Z. (2011). Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. Review of Fish Biology and Fisheries 21: 407-421.
- Leppäkoski, E., Olenin, S., Gollasch, S. (2002). The Baltic Sea – a field laboratory for invasion biology. U: Invasive aquatic species of Europe – distribution, impact and management (ur. Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 253-259.
- Leuven, R.S.E.W., Van der Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., Van der Zwart, C., Lenders, R.H.J., Bij de Vaate, A. (2009). The River Rhine: A global highway for dispersal of aquatic invasive species. Biological Invasions 11(9): 1989-2008.
- Lever, C. (1977). The naturalised animals of the British Isles. Hutchinson and Co., London, 600 p.
- Lisický, J.M. (1991). Mollusca Slovenska. (Mollusca of Slovakia). Veda, Bratislava, 341 p.
- Liška, L., Wagner, F., Slobodnik, J. (2008). Joint Danube Survey – Final Report ICPDR. International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, 235 p.
- Literáthy, P., Koller-Kreiml, V., Liška, I. (2002). Final report of the Joined Danube Survey. Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River, International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, 262 p.
- Lodge, D.M., Kershner, M., Alois J. (1994). Effects of and omnivorous crayfish (*Orconectes rusticus*) on a freshwater littoral food web. Ecology 15(5): 1265-1281.

-
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., Poorter, M.D. (2004). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: a Selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group, World Conservation Union, Auckland.
- Lozano-Rey, L. (1935). Los peces fluviales de España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias* 5: 1-390.
- Lusk, S., Koščo, J., Lusková, V., Halačka, K., Košuth, P. (2004). Alien fish species in the floodplains of the Dyje and the Bodrog rivers. *Ecohydrol. Hydrobiologia* 4: 199-205.
- Machino, Y., Füreder, L., Laurent, P.J., Petutschnig, J., (2004). Introduction of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* in Europe. *Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck* 91: 187-212.
- MacIsaac, H.J., Grigorovich, I.A., Ricciardi, A. (2001). Reassessment of species invasion concepts: the Great Lakes basin as a model. *Biological Invasions* 3: 405-416.
- Maguire, I., Klobučar, G.I.V., Marčić, Z., Zanella, D. (2008). The first record of *Pacifastacus leniusculus* in Croatia. *Crayfish news* 30(4): 4.
- Maitland, P. S. (2000). *Guide to Freshwater Fish of Britain and Europe*. Hamlyn, London, 256 p.
- Maletin, S. (1988). The large-mouthed black bass (*Micropterus salmoides* Lacepede, 1802, Pisces – Centrarchidae) presence in the open waters of Vojvodina. *Proceedings of Conference „Minerali, stijene, izumrli i živi svijet Bosne i Hercegovine”*, Sarajevo, pp. 537-539.
- Maletin, S. (1992). Exploration state of allochthonous fish fauna in Vojvodina. *Ichthyology* 24(1): 19-24.
- Maletin, S., Đukić, N. (1991). *Coregonus peled* (Gmelin, 1788; Osteichthyes, Coregonidae) – a new species in the ichthyofauna of the Yugoslav part of the Danube. *Proceedings of Nature Sciences Matica Srpska Novi Sad* 80: 157-163.

-
- Maletin, S., Đukić, N., Miljanović, B., Ivanc, A. (1997). Status of allochthonous ichthyofauna of Panonian Basin in Yugoslavia. *Ekologija* 32(2): 87-98.
- Marchetti, M.P., Moyle, P.B. (2000). Spatial and temporal ecology of native and introduced fish larvae in lower Putah Creek, California. *Environmental Biology of Fishes* 58: 75-87.
- Marsilius, A.F. (1726). *Danubius Pannonico-Mysicus observationibus geographicis, astronomicis, hydrographicis, historicis, physicis perlustratus et in sex Tomos digestus. De piscibus in aquis Danubii viventibus, Tomus IV.* Hgae Comitum, Amstelodami, 89 p.
- McMahon, R.F. (1983). Ecology of an invasive pest bivalve, *Corbicula*. U: *The Mollusca, Ecology*, Vol. 6. (ur. Russel-Hunter, W.D.) Academic Press Inc., pp 505-561.
- Meister, A. (1997). Lebenszyklus, Autökologie und Populationsökologie der Körbchenmuscheln *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluminalis* (Bivalvia, Corbiculidae) im Inselrhein. *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz* (Schriftenreihe Hessisches Landesamt für Umwelt, Wiesbaden) Heft 238, 170 p.
- Minchin, D., Olenin, S., Daunys, D., Panov, V. (2007). Pathways of aquatic alien species in Europe: modes, trends and future spread. Deliverable 1.3.1 to ALARM project, 17 p.
- Micu, D., Telembici, A. (2004). First record of *Dreissena bugensis* (Andrusov 1897) from the Romanian stretch of River Danube. Abstracts of the International Symposium of Malacology, Sibiu, Romania.
- Milbrink, G., Timm, T. (2001). Distribution and dispersal capacity of the Ponto-Caspian tubificid oligochaete *Potamothrix moldaviensis* Vejdovský et Mrázek, 1903 in the Baltic Sea Region. *Hydrobiologia* 463: 93-102.
- Molnar, K., Mansy, A.E., Szekely, C., Baska, F. (1999). Development of *Myxobolus dispar* Thelohan, 1895 (Myxosporea: Myxobolidae) in an oligochaete alternate host *Tubifex tubifex* (Müller). *Folia Parasitologica* 46: 15-21.

-
- Moog, O., Sommerhäuser, M., Robert, S., Battisti, T., Birk, S., Hering, D., Ofenböck, T., Schmedtje, U., Schmidt-Kloiber, A., Vogel, B. (2008). Typology of Danube River sections based on environmental characteristics and benthic invertebrate assemblages. U: Large Rivers (ur. Dokulil, M., Hein, T., Janauer, G., Teodorovic, I.), Vol. 18, No. 1-2. Selected papers of the 36th IAD-Conference, Transboundary River Management, Water Framework Directive, Vienna-Klosterneuburg, pp. 127–144.
- Müller, O., Zettler, M.L., Gruszka, P. (2001). Verbreitung und Status von *Dikerogammarus villosus* (Sovinski 1894) (Crustacea: Amphipoda) in der mittleren und unteren Strom-Oder und den angrenzenden Wasserstraßen. *Lauterbornia* 41: 105-112.
- National Report of Republic of Serbia (2005). The Danube River Basin District, Part B. Water Framework Directive, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia – Directorate for Water.
- Nehring, S. (2002). Biological invasions into German waters: an evaluation of the importance of different human-mediated vectors for nonindigenous macrozoobenthic species. U: Invasive aquatic species of Europe – Distribution, impacts and management (ur. Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S.). Kluwer, Dordrecht, pp. 373-383.
- Nehring, S. (2006). The Ponto-Caspian amphipod *Obesogammarus obesus* (Sars, 1894) arrived the Rhine River via the Main-Danube Canal. *Aquatic Invasions* 1: 148-153.
- Nesemann, H., Pöckl, M., Wittmann, K.J. (1995). Distribution of epigeal Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). *Miscellanea Zoologica Hungarica* 10: 49-68.
- Nikolić, V.P., Simonović, P.D. (1998). Seasonal dynamics of carp infestation by *Trichodina nobilis* Chen, 1963 (Peritrichia, Ciliata) in two fish ponds in Banat. *Tiszcia* 31: 59-61.

-
- Nikolić, V., Simonović, P., Karan Žnidaršić, T. (2007). First record in Europe of a nematode parasite in Amur sleeper *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Perciformes, Odontobutidae). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 27(1): 36.
- Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B.S. (2004). A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? *Marine Pollution Bulletin* 49: 688-694.
- Olden, J.D., Rooney, T.P. (2006). On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography* 15: 113-120.
- Olenin, S., Minchin, D., Daunys, D. (2007). Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 55: 379-394.
- Olenin, S., Didžiulis, V. (2009). Alien invertebrates and fish in European inland waters. U: *Handbook of Alien Species in Europe* (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.) Springer, Dordrecht, pp. 129-132.
- Okvirna direktiva o vodama (2000). Water Framework Directive – Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.
- Panov, V. (2009a). *Neogobius melanostomus* (Pallas), round goby (Gobiidae, Osteichthyes). U: *Handbook of Alien Species in Europe* (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.), Springer, Dordrecht, 315.
- Panov, V. (2009b). *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel), stone moroko (Cyprinidae, Osteichthyes). U: *Handbook of Alien Species in Europe* (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.), Springer, Dordrecht, 317.
- Panov, V.E., Alexandrov, B., Arbaciauskas, K., Binimelis, R., Copp, G.H., Grabowski, M., Lucy, F., Leuven, R.S.E.W., Nehring, S., Paunovic, M., Semenchenko, V., Son, M.O. (2009). Assessing the Risks of Aquatic Species Invasions via European Inland Waterways: From Concepts to Environmental Indicators. *Integrated Environmental Assessment and Management* 5(1): 110-126.

-
- Paunovic, M. (2004). Qualitative composition of the macroinvertebrate communities in the Serbian sector of the Sava River. *International Association for Danube Research* 35: 349-354.
- Paunovic, M., Cakic, P., Hegedis, A., Kolarevic, J., Lenhardt, M. (2004). A report of *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1854) [Crustacea: Brachyura: Grapsidae] from the Serbian part of the Danube River. *Hydrobiologia* 529: 275-277.
- Paunovic, M., Miljanovic, B., Simic, V., Cakic, P., Djikanovic, V., Jakovcev-Todorovic, D., Stojanovic, B., Veljkovic, A. (2005). Distribution of non-indigenous tubificid worm *Branchiura sowerbyi* (Beddard, 1892) in Serbia. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 3: 91-97.
- Paunovic, M., Csanyi, B., Simic V., Stojanovic, B., Cakic P. (2006). Distribution of *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Rea, 1834) in inland waters of Serbia. *Aquatic Invasions* 1(3): 154-160.
- Paunovic, M., Csanyi, B., Knezevic, S., Simic, V., Nenadic, D., Jakovcev-Todorovic, D., Stojanovic, B., Cakic, P. (2007). Distribution of Asian clams *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) and *C. fluminalis* (Muller, 1774) in Serbia. *Aquatic Invasions* 2(2): 105-112.
- Paunović, M.M., Jakovcev-Todorović, D.G., Simić, V.M., Stojanović, B.D., Cakić, P.D. (2007). Macroinvertebrates along the Serbian section of the Danube River (stream km 1429–925). *Biologia* 62: 214-221.
- Paunovic, M., Borkovic, S.S., Pavlovic, S.Z., Saicic, Z.S., Cakic, P.D. (2008). Results of the 2006 Sava Survey – aquatic macroinvertebrates. *Archives of Biological Sciences* 60(2): 265-271.
- Pavlović, S.Z., Milošević, S.M., Borković, S.B., Simić, V.M., Paunović, M.M., Žikić, R.V., Saičić, Z.S. (2006). A report of *Orconectes (Faxonius) limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Astacidea: Cambaridae: Orconectes: Subgenus Faxonius] in the Serbian part of the River Danube. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 1: 53-56.

-
- Petkovic, S., Babic-Mladenovic, M., Damnjanovic, M. (2004). Technical, Hydrological And Environmental Aspects of Iron Gate I and II, Report on International IAD Workshop „Hydrology and Limnology – another boundary in the Danube River Basin“, Vienna, Austria, pp. 42-44.
- Pianka, E.R. (1983). Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York, 416 p.
- Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison, D. (2005). Update on the environmental costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics 52: 273-288.
- Pintér, K. (1989). Az új halászati jogszabályok előzetes tézisei. Halászat 35: 78-79. (na mađarskom)
- Piria, M., Šprem, N., Jakovlić, I., Tomljanović, T., Matulić, D., Treer, T., Ančić, I., Safner, R. (2011). First record of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Sava river, Croatia. Aquatic Invasions 6(1): 153-157.
- Platvoet, D., Van der Velde, G., Dick, J.T.A., Li, S. (2009). Flexible omnivory in *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Amphipoda) – Amphipod pilot species project (AMPIS). Crustaceana 82(6): 703-720.
- Podraza, P., Ehlert, T., Roos, P. (2001). Erstnachweis von *Echinogammarus trichiatus* (Crustacea: Amphipoda) im Rhein. Lauterbornia 41: 129-133.
- Pojoga, I. (1977). Piscicultura. Editura Ceres, Bucuresti.
- Polačik, M., Trichkova, T., Janáč, M., Vassilev., M. (2008). The ichthyofauna of the shoreline zone in the longitudinal profile of the Danube River, Bulgaria. Acta zoologica Bulgarica 60: 77-88.
- Polačik, M., Janáč, M., Jurajda, P., Adámek, Z., Ondračková, M., Trichkova, T., Vassilev, M. (2009). Invasive gobies in the Danube: invasion success facilitated by availability and selection of superior food resources. Ecology of Freshwater Fish 18: 640-649.

-
- Popescu-Marinescu, V. (2008). Spreading and ecology of *Manayunkia caspica* Annenkova, 1929 (Polychaeta: Sabellidae) in Romanian Danube stretch. Romanian Journal of Biology - Zoology 52-53: 23-32.
- Povž, M., Gregori, A. (2014). Tujerodne sladkovodne ribe v Sloveniji. Zavod Umbra, Ljubljana, 31 p.
- Pöckl, M. (1999). Distribution of crayfish species in Austria with special reference to introduced species. Freshwater Crayfish 12: 733-750.
- Puky, M., Schád, P. (2006). *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the Danube in Hungary. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 380-381: 919-926.
- Rahel, F.J. (2007). Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. Freshwater Biology 82: 696-710.
- Rajagopal, S, Van der Velde, G., Bij de Vaate, A. (2000). Reproductive biology of the Asiatic clams *Corbicula fluminalis* and *Corbicula fluminea* in the river Rhine. Archiv für Hydrobiologie 149: 403-420.
- Raković, M. (2015). Diverzitet mekušaca Dunava (1260 - 863,5 rkm) i taksonomska analiza rodova *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* i *Ferrissia* (Pulmonata: Basomatophora). Doktorska disertacija, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 147 p.
- Raković, M., Popović, N., Kalafatić, V., Martinović-Vitanović, V. (2013). Spreading of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in the Danube River (Serbia). Acta Zoologica Bulgarica 65: 349-357.
- Rashleigh, B. (1995). Simulation modelling of competition between freshwater mussels for fish hosts. Association of Southeastern Biologists Bulletin 42: 114.
- Rasmussen, G. (2012). Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, pp. 413-428.

-
- Republički zavod za statistiku (2009). Saobraćaj, skladištenje i veze 2007. Beograd, 167 p.
- Republički zavod za statistiku (2015). Popis 2011. Dostupno na adresi <http://popis2011.stat.rs/> (pristupljeno 19. februara 2015.)
- Ricciardi, A., MacIsaac, H.J. (2000). Recent mass invasion of the North American Great Lakes by Ponto-Caspian species. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 62-65.
- Richardson D., Pyšek, P. (2007). Elton, C.S. 1958: The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. *Progress in Physical Geography* 31: 659-666.
- Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution* 6: 93-107.
- Ristić, M. (1940). Ribe i ribolov u slatkim vodama. Nolit, Beograd, 330 p.
- Rosecchi, E., Poizat, G., Crivelli, A.J. (1997). Introductions de Poissons d'eau douce et d'écrevisses en Camargue: historique, origins et modifications des peuplements. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 344-345: 221-232.
- Sala, O.E, Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wal, D.H. (2000). Biodiversity – Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287(5459): 1770-1774.
- Sárkány-Kiss, A. (1986). *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) a new species in Romania (Bivalvia: Unionacea). *Travaux du Museum d'Histoire naturelle „Grigore Antipa“* 28: 15-17.
- Schellenberg, A. (1928). *Krebstiere oder Crustacea II: Decapoda, Zehnfüßer. U: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen*

- und nach ihrer Lebensweise (ur. Dahl, F.) Teil 10. Verlag G. Fischer, Jena, 146 p.
- Schleuter, M., Schleuter, A. (1995). *Jaera istri* Veuille (Janiridae, Isopoda) aus der Donau erreicht über den Main-Donau-Kanal den Main. *Lauterbornia* 21: 177-178.
- Schrimpf, A., Chucholl, C., Schmidt, T., Schulz, R. (2013). Crayfish plague agent detected in populations of the invasive North American crayfish *Orconectes immunis* (Hagen, 1870) in the Rhine River, Germany. *Aquatic Invasions* 8(1): 103-109.
- Schwartz, U., Kraier, W. (2008). Hydromorphology. U: Joint Danube Survey, 2: Final Scientific Report (ur. Liška I., Wagner, F., Slobodnok, J.). International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, pp. 32-40.
- Sekulić, N., Cakić, P., Lenhardt, M., Vučić, D., Budakov, Lj. (1999). Short-snouted pipefish *Syngnathus abaster* (Acanthopterygii. Syngnathidae) in the Yugoslav section of the Danube. *Acta biologica Iugoslavica – Ichthyologia* 31(1): 79.
- Sekulić, N. (2013). Ekološke karakteristike i morfološkogenetička diferencijacija populacija crnke (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) sa područja Bačke, Mačve i Semberije. Doktorska disertacija, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 159 p.
- Simberloff, D., von Holle, B. (1999). Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions* 1: 21-32.
- Simonović, P.D., Nikolić, V.P. (1997). Freshwater fish of Serbia: an annotated check list with some faunistic and zoogeographical considerations. *Bios Thessaloniki* 4(1): 137-156.
- Simonović, P., Valković, B., Paunović, M. (1998). Round goby *Neogobius melanostomus*, a new Ponto-Caspian element for Yugoslavia. *Folia Zoologica Brno* 47: 305-312.

-
- Simonović, P., Paunović, M., Popović, S. (2001). Morphology, feeding and reproduction of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), in the Danube River basin, Yugoslavia. *Journal of Great Lakes Research* 27(3): 281-289.
- Simonović, P., Marić, S., Nikolić, V. (2006a). Records of Amur sleeper *Perccottus glenii* (Odontobutidae) in Serbia and its recent status. *Archives of Biological Sciences* 58(1): 7P-8P.
- Simonović, P., Marić, S., Nikolić, V. (2006b). Occurrence of paddlefish *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792) in the lower Danube River of Serbia. *Aquatic Invasions* 1(3): 183-185.
- Simonović, P., Nikolić, V., Grujić, S. (2010a). Amazon salin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castellnnau, 1855) (Loricariidae, Siluriformes), a new fish species recorded in the Serbian section of the Danube River. *Second Balkan Conference, Plovdiv*, pp. 655-660.
- Simonović, P., Nikolić, V., Zorić, K., Tubić, B. (2010b). Influence of invasive alien species to the ecological status of the Danube River and its main tributaries in Serbia after terms of the EU Water Framework Directive, U: *Danube in Serbia – Joint Danube Survey 2* (ur. Paunović, M., Simonović, P., Simić, V., Simić, S.). Directorate for Water Management, Belgrade, pp. 281-301.
- Simonović, P., Tošić, A., Vassilev, M., Apostolou, A., Mrdak, D., Ristovska, M., Kostov, V., Nikolić, V., Škraba, D., Vilizzi, L., Copp, G.H. (2013). Risk assessment of non-native fishes in the Balkans Region using FISK, the invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes. *Mediterranean Marine Science* 14(2): 369-376.
- Skora, K.E. (1993). New fish species in the Gulf of Gdansk *Neogobius* sp. (cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1911)). *Bulletin of the Sea fisheries Institute* 1: 83.

- Slobodník, J., Hamchevichi, C., Liška, I., Shearman, A., Csányi, B., Makovinská, J., Paunović, M., Tóthová, L., Stahlschmidt-Allner, P., Allner, B. (2005). Final report on sampling, chemical analysis and ecotoxicological studies. AquaTerra – Integrated Modelling of the river–sediment–soil–groundwater system; advanced tools for the management of catchment areas and river basins in the context of global change, Integrated Project, Thematic Priority: Sustainable development, global change and ecosystems, Deliverable No.: BASIN 5.11, 148 p.
- Smederevac, M., Višnjić, Ž., Hegediš, A. (2001). New data of the distribution of the gobies (gen. *Neogobius*; fam. Gobiidae) in Yugoslav course of the Danube River. *Acta Biologica Iugoslavica – Ichthyologia*, 33: 77-80.
- Sommerwerk, N., Baumgartner, C., Bloesch, J., Hein, T., Ostojić, A., Paunović, M., Schneider-Jakoby, M., Siber, R., Tockner, K. (2009). The Danube River Basin, Part 3. U: Rivers of Europe (ur. Tockner, K., Uehlinger, U., Robinson, C.T.). Academic Press, San Diego, pp. 59-113.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noel, P., Reynolds, J.C., Hafner, P. (2006). Atlas of crayfish in Europe. Museum national d'Histoire naturelle, Paris, 187 p.
- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things". *American Journal of Psychology* 15: 72-101.
- StatSoft Inc. (2001). STATISTICA for Windows, version 6.0. www.statsoft.com
- Statzner, B., Peltret, O., Tomanova, S., (2003). Crayfish as geomorphic agents and ecosystem engineers: effect of a biomass gradient on baseflow and flood-induced transport of gravel and sand in experimental streams. *Freshwater Biology* 48: 147-163.
- Stefanović, K., Grujić, J., Tomović, J., Paunović, M., Simić, S., Veljković, A., Đikanović, V. (2008). Alohtoni invazivni vodeni organizmi Srbije. „Zaštita voda 2008“, Zbornik radova, Mataruška banja, Srbija, pp. 61-66
- Stoeckel, J.A., Schneider, D.W., Soeken, L.A., Blodgett, K.D., Sparks, R.E. (1997). Larval dynamics of a riverine metapopulation: implications for zebra mussel

-
- recruitment, dispersal, and control in a large river system. *Journal of North American Benthological Society* 16: 586-601.
- Sukopp, H., Brande, A. (1984). Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Gebietes um den Tegeler See. *Sitzungsber. Sitzungsber Ges Naturforsch Freunde Berlin* 24: 198-214.
- Šipoš, Š., Miljanović, B., Pejčić, Lj. (2004). The first record of the Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877, fam. Odontobutidae) in the Danube River. *IAD Limnological Reports* 35: 509-510.
- Škraba, D., Tošić, A., Miličić, D., Nikolić, V., Simonović, P. (2013). Ivasiveness assessment of the Chinese mitten crab *Eirocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853) in the Serbian section of the River Danube. *Archives of Biological Sciences Belgrade* 65(1): 353-358.
- Ter Braak, C.J.F., Verdonschot, P.F. (1995). Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic sciences* 57: 255-289.
- Thienemann, A. (1950). Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. *Die Binnengewässer* 18: 1-809.
- Tittizer, T. (1996). Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. U: Gebietsfremde Tierarten (ur. Gebhardt, H., Kinzelbach, R., Schmidt-Fischer, S.). Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. Ecomed, Landsberg, pp. 49-86.
- Tittizer, T., Schöll, F., Banning, M., Haybach, A., Schleuter, M. (2000). Aquatische Neozoen im Makrozoobenthos der Binnenwasserstraßen Deutschlands. *Lauterbornia* 39: 1-72.
- Tobias, W. (1972). Ist der Schlammröhrenwurm *Branchiura sowerbyi* Beddard 1882 (Oligochaeta: Tubificidae) ein tropischer Einwanderer im Untermain? *Natur und Museum* 102(3): 93-107.

-
- Tomović, J., Csanyi, B., Stefanović, K., Atanacković, A., Tubić, B., Cakić, P., Paunović, M. (2010). Alien Mollusca in Serbian waters. BALWOIS Conference, Ohrid, Macedonia.
http://balwois.com/wp-content/uploads/old_proc/ffp-1838.pdf
- Tomović, J., Zorić, K., Kračun, M., Marković, V., Vasiljević, B., Simić, V., Paunović, M. (2012). Freshwater Mussels of the Velika Morava River. *Water Research and Management* 2(4): 51-55.
- Tomović, J., Simić, V., Tubić, B., Zorić, K., Kračun, M., Marković, V., Paunović, M. (2013). Freshwater Mussels of the Serbian Stretch of the Tisa River. *Water Research and Management* 3(1): 35-40.
- Tricarico, E., Vilizzi, L., Gherardi, F., Copp, G.H. (2010). Calibration of FI-ISK, an invasiveness screening tool for nonnative freshwater invertebrates. *Risk Analysis* 30(2): 285-92.
- Tsepkin, E.A. (1995). Changes of commercial fish fauna of inland water-bodies of Eastern Europe and Northern Asia in the Quaternary period. *Вопросы ихтиологии* 35: 3-17.
- Van der Velde, G., Rajagopal, S., Kelleher, B., Muskó, I.B., Bij de Vaate, A. (2000). Ecological impact of crustacean invaders: general considerations and examples from the River Rhine. U: *The biodiversity crisis and Crustacea: Proceedings of the 4th International Crustacean Congress* (ur. Von Vaupel Klein, J.C., Schram, F.R.). Amsterdam, Brill, Leiden, Crustacean Issues, pp. 3-33.
- Vasil'eva, E.D., Vasil'ev, V.P. (2003). *Neogobius kessleri* Günther, 1861. U: *The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 8/I Mugilidae. Atherinidae. Atherinopsidae. Blennidae. Odontobutidae. Gobiidae 1* (ur. Miller, P.J.). AULA-Verlag GmbH Wiebelsheim, Verlag für Wissenschaft und Forschung, pp. 280-292.
- Verdonschot, P.F.M. (1999). Micro-distribution of oligochaetes in a soft-bottomed lowland stream (Elsbeek; the Netherlands). *Hydrobiologia* 406: 149-163.

- Vinogradov, A.K. (1986). Toxicity of highly mineralized industrial wastes on the marine hydrobionts. Naukova Dumka, Kiev, pp. 160.
- Virbickas, J. (2000). Fishes of Lithuania. Trys þvaigþdutės, Vilnius, p. 192. (na litvanskom)
- Vogel, B., Pall, K. (2002). Nine Geo-morphological Danube Reaches, pp. 22–31. U: Joint Danube Survey (ur. Literáthy, P., Koller-Kreimel, V., Liška, I.). Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, pp. 259.
- Vranković, J. (2011). *Corbicula fluminea* (O.F. Müller 1774) u Srbiji – populacioni i molekularno-biološki odgovor na promenu uslova sredine. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Kragujevcu, Kragujevac, 146 p.
- Wawrzyniak-Wydrowska, B., Gruszka, P., (2005). Population dynamics of alien gammarid species in the River Odra estuary. Hydrobiologia 539: 13-25.
- Welcomme, R.L. (1988). International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper 294, 318 p.
- Welcomme, R.L. (1991). International introductions of freshwater fish species into Europe. Finnish Fisheries Research 12: 11-18.
- Welcomme R.L. (1992). A history of international introductions of inland aquatic species. ICES Marine Science Symposium 194: 3-14.
- Westbrooks, R. (1998). Invasive Plants, Changing the Landscape of America: Fact book. Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds (FICMNEW), Washington D.C., 109 p.
- Werner, S. (2009). Effects of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* on the littoral communities of Lake Constance. Doctorarbeit, Universität Konstanz, Konstanz, 130 p.

-
- WFD (2000). Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. European Union, the European Parliament and Council, Luxembourg.
- Wheeler, A. (1978). *Ictalurus melas* (Rafinesque, 1820) and *I. nebulosus* (Lesueur, 1819): the North American catfish in Europe. *Journal of Fish Biology* 12: 435-439.
- Wiesner, C. (2005). New records on non-indigenous gobies (*Neogobius* spp.) in the Austrian Danube. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 324-327.
- Wiesner, C., Spolwind, R., Waidbacher, H., Guttman, S., Doblinger, A. (2000). Erstnachweis der Schwatzmundgrundel *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in Österreich. *Österreichs Fischerei* 53: 330-331.
- Witkowski, A. (1996). Introduced fish species into Poland: pros and cons. *Archives of Polish Fisheries* 4: 101-112.
- Wittmann, K.J. (2002). Further expansion of Pontocaspian Mysidacea (Crustacea) into the middle and upper Danube: first records of *Katamysis warpachowskyi* for Hungary, Slovakia and Austria with notes on the biology and ecological risk potential. *Lauterbornia* 44: 49-63.
- Wundsch, H.H. (1912). Eine neue Spezies des Genus *Corophium* Latr. aus dem Müggelsee bei Berlin. *Zoologischer Anzeiger Leipzig* 39: 729-738.
- Yeager, M.M., Cherry, D.S., Neves, R.J. (1994). Feeding and burrowing behaviours of juvenile rainbow mussels *Villoa iris* (Bivalvia: Unionidae). *Journal of the North American Benthological Society* 13: 217-222.
- Zaiko, A., Olenin, S. (2009). *Dreissena polymorpha* (Pallas), zebra mussel (Dreissenidae, Mollusca). U: Handbook of Alien Species in Europe (ur. Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M.). Springer, Dordrecht, 310.

-
- Zaiko, A., Lehtiniemi, M., Narščius, A., Olenin, S. (2011). Assessment of bioinvasion impacts on a regional scale: a comparative approach. *Biological Invasions* 13: 1739-1765.
- Zorić, K., Atanacković, A., Tomović, J., Vasiljević, B., Tubić, B. (2010a). Biological invasions of aquatic ecosystems in Serbia. Balkans regional young water professionals conference, Conference Proceedings, Belgrade, Serbia, pp. 69-71.
- Zorić, K., Vranković, J., Cakić, P., Tomović, J., Vasiljević, B., Simić, V., Paunović, M. (2010b). Introduced species of aquatic macroinvertebrates. U: Danube in Serbia – Joint Danube Survey 2 (ur. Paunović, M., Simonović, P., Simić, V., Simić, S.). Directorate for Water Management, Belgrade, pp. 267-280.
- Zorić, K., Jakovčev-Todorović, D., Đikanović, V., Vasiljević, B., Tomović, J., Atanacković, A., Simić, V., Paunović, M. (2011). Distribution of the Ponto-Caspian polychaeta *Hypania invalida* (Grube, 1860) in inland waters of Serbia. *Aquatic invasions* 6(1): 33-38.
- Zoric, K., Markovic, V., Vasiljevic, B., Tomovic, J., Atanackovic, A., Ilic, M., Kracun, M., Paunovic, M. (2013). Alien macroinvertebrate species of the Velika Morava River. „EcoIst ’13“, Conference Proceedings, Bor, Serbia, pp. 43-47.
- Zorić, K., Szekeres, J., Csányi, B., Kolarević, S., Marković, V., Paunović, M. (2015). Distribution of alien Bryozoan species, *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851), in the river Danube. *Acta zoologica Bulgarica*, *in press*.

7. PRILOZI

PRILOG 1

Korišćeni ključevi za determinaciju

Belfiore, C. (1983). 24. Efemerotteri (Ephemeroptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. Verona, 113 p.

Brinkhurst, R.O., Jamieson, B.G.M. (1971). Aquatic Oligochaeta of the World. Edinburg, 860 p.

Brundin, L. (1983). The larvae of Podonominae Diptera: Chironomidae of the Holarctic region – Keys and Diagnoses. Entomologica Scandinavica Supplement 19: 23-31.

Buffagni, A. (1999). Tassonomia Faunistica ed Ecologia di alcune specie Italiane del genere *Caenis* Ephemeroptera, Caenidae. Fragmenta entomologica Roma 311: 1-13.

Cekanovskaya, O.V. (1962). The aquatic Oligochaete fauna of the USSR. Opređeliteli po faune SSSR 78: 1-411. (na ruskom)

Clench, J. W. (1959). Mollusca. U: Freshwater Biology (ur. Edmondson, W.T.). 2nd edition, John Wiley & Sons, Seattle, pp. 1117-1160.

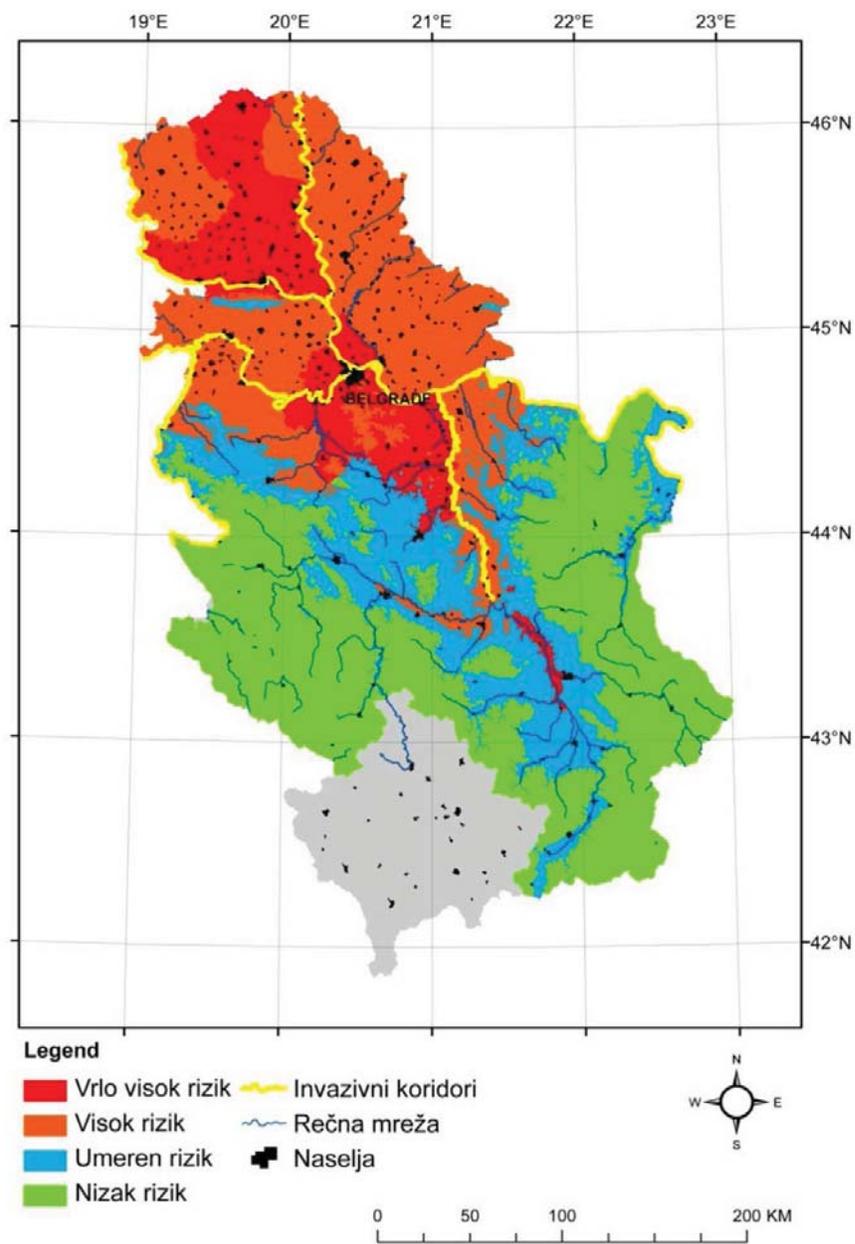
Cranston, P.S. (1983). The larvae of Telmatogetoninae Diptera: Chironomidae of the Holarctic region – Keys and Diagnoses. Entomologica Scandinavica Supplement 19: 17-22.

Cranston, P.S., Oliver, D.R., Saether, O.A. (1983). The larvae of Orthoclaadiinae Diptera: Chironomidae of the Holarctic region – Keys and Diagnoses. Entomologica Scandinavica Supplement 19: 149-291.

- Elliott, J.M., Mann, K.H. (1979). A key to the British freshwater leeches with notes on their life cycles and ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication 40, Dorset, 72 p.
- Elliott, J.M. (1996). A key to the larvae and adults of british freshwater Megaloptera and Neuroptera. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 54, Dorset, 68 p.
- Elliott, J.M., Humpresch, U.H. (1983). A key to the Adults of the British Ephemeroptera with notes on their ecology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 40, Dorset, 101 p.
- Elliott, J.M., Humpresch, U.H., Macan, T.T. (1988). Larvae of British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 49, Dorset, 145 p.
- Grandi, M. (1960). Ephemeroidea. U: Fauna d' Biological Association. Scientific Publication No. 47, Volume III. Edizioni Calderini, Bologna, 101 p.
- Hynes, H.B.N. (1977). A Key to the adults and nimpchs of the British Stoneflies Plecoptera with notes on their Ecology and Distribution. Freshwater Biological Association. Scientific Publication No.7, Dorset, 90 p.
- Knoz, J. (1965). To identification of Czechoslovakian black-flies Diptera, Simuliidae. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae V Brne Biologia 6(5): 1-54.
- Macan, T.T. (1952). Taxonomy of the British species of Leptophlebiidae (Ephem.). Hydrobiologia 4: 363-376.
- Macan, T.T. (1973). A key to the adults of the British Trichoptera. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 28, Dorset, 151 p.
- Pinder, L.C.V., Reiss, F. (1983). The larvae of Chironominae Diptera: Chironomidae of the Holarctic region – Keys and Diagnoses. Entomologica Scandinavica Supplement 19: 293-435.

- Saether, O.A. (1983). The larvae of Prodiamesinae Diptera: Chironomidae of the Holarctic region – Keys and Diagnoses. *Entomologica Scandinavica Supplement* 19: 141-147.
- Savage, A.A. (1989). Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 50, Dorset, 173 p.
- Schmedtje, U., Zwick, P., Weinzierl, A. (1992). Plecoptera. U: Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten Makroorganismen (ur. Schmedtje, U., Kohmann, F.). Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 133-149. (na nemačkom)
- Tamanini, L. (1979). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. Eterotteri acquatici Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha, No 6. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 106 p.
- Wallace, I.D., Wallace, B., Philipson, G.N. (1990). A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 51, Dorset, 237 p.

PRILOG 2



Prilog 2a. Preliminarna ocena invazibilnosti područja za teritoriju Srbije

PRILOG 3

Statističke analize

Prilog 3a. Spearman-ova korelacija za uzorke makroinvertebrata – JDS 2

	broj alohtonih vrsta	abundanca alohtonih vrsta	broj nativnih vrsta	abundanca nativnih vrsta
broj stanovnika	0.319345	0.269805	0.466874	0.459786
klasa hidroških promena	0.300459	0.180787	0.502175	0.638833
intenzitet rečnog saobraćaja	0.080584	0.031264	0.499775	0.574778

Prilog 3b. Spearman-ova korelacija za uzorke makroinvertebrata – JDS 3

	broj alohtonih vrsta	abundanca alohtonih vrsta	broj nativnih vrsta	abundanca nativnih vrsta
broj stanovnika	0.356815	0.107740	0.610883	-0.148507
klasa hidroških promena	0.760783	0.122450	0.741691	0.182181
intenzitet rečnog saobraćaja	0.821525	0.206074	0.451594	0.083624

Prilog 3c. Rezultati FS za uzorke makroinvertebrata – JDS 2 i JDS 3

parametar	eigenvrednost	
	JDS 2	JDS 3
intenzitet rečnog saobraćaja	,4804	,2827
klasa hidroških promena	,4577	,2689
broj stanovnika	,1777	,2210

Prilog 3d. Spearman-ova korelacija za uzorke riba – JDS 2

	broj alohtonih vrsta	abundanca alohtonih vrsta	broj nativnih vrsta	abundanca nativnih vrsta
broj stanovnika	0.371260	-0.591496	0.289875	-0.771517
klasa hidroloških promena	0.564790	-0.717256	0.253898	-0.860707
intenzitet rečnog saobraćaja	0.558630	-0.818923	0.438938	-0.592144

Prilog 3e. Spearman-ova korelacija za uzorke riba – JDS 3

	broj alohtonih vrsta	abundanca alohtonih vrsta	broj nativnih vrsta	abundanca nativnih vrsta
broj stanovnika	0.142002	0.179284	0.381914	0.278887
klasa hidroloških promena	0.213003	0.059761	0.422116	0.119523
intenzitet rečnog saobraćaja	0.373195	0.077152	0.583874	0.231455

Prilog 3f. Rezultati FS za uzorke riba – JDS 2 i JDS 3

parametar	eigen vrednost	
	JDS 2	JDS 3
intenzitet rečnog saobraćaja	,2043	,6883
klasa hidroloških promena	,0591	,1020
broj stanovnika	,0710	,0180

Biografija autora

Katarina S. Zorić je rođena 11.08.1978. godine u Beogradu, Republika Srbija. Gimnaziju je završila takođe u Beogradu, školske 1996/97. godine, kada i upisuje Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, smer opšta biologija. Diplomirala je 2005. godine, stekavši zvanje diplomirani biolog. Školske 2006/07. godine upisuje doktorske studije na Biološkom fakultetu, smer Morfologija, sistematika i filogenija životinja, modul Sistematika i filogenija životinja.

Od marta 2007. godine zaposlena je u Institutu za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerziteta u Beogradu na odeljenju Hidroekologija i zaštita voda.

Tokom dosadašnjeg rada Katarina Zorić je kao koautor objavila 6 međunarodnih i 8 nacionalnih publikacija i učestvovala na 14 kongresa u zemlji i inostranstvu. Učesnica je 9 nacionalnih i 5 međunarodnih projekata.