



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ



ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ
ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

SCIENTIFIC MEETINGS

Book CLXXI

DEPARTMENT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Book 12

ECOLOGICAL AND
ECONOMIC SIGNIFICANCE
OF FAUNA OF SERBIA

PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC MEETING

held on November 17, 2016

E d i t o r

Corresponding Member

RADMILA PETANOVIĆ

BELGRADE 2018

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

НАУЧНИ СКУПОВИ
Књига CLXXI

ОДЕЉЕЊЕ ХЕМИЈСКИХ И БИОЛОШКИХ НАУКА
Књига 12

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

ЗБОРНИК РАДОВА СА НАУЧНОГ СКУПА
одржаног 17. новембра 2016.

Уредник
дописни члан
РАДМИЛА ПЕТАНОВИЋ

БЕОГРАД 2018

Издаје
Српска академија наука и уметности
Београд, Кнез Михаилова 35

Лектура и коректура
Тања Рончевић

Прелом и дизајн корица
Никола Стевановић

Технички уредник
Мира Зебић

Тираж 400 примерака

Штампа
Colorgrafx, Београд

Српска академија наука и уметности © 2018

САДРЖАЈ
CONTENTS

Предговор	9
Preface	13
Александар Ћетковић, Владимир Стевановић ОЧУВАЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА: КОНЦЕПТ ЕКОСИСТЕМСКИХ УСЛУГА И БИОЛОШКИ РЕСУРСИ ФАУНЕ	17
Aleksandar Ćetković, Vladimir Stevanović PRESERVATION AND EVALUATION OF BIODIVERSITY: THE CONCEPT OF ECOSYSTEM SERVICES AND BIOLOGICAL RESOURCES OF FAUNA	36
Душко Ћировић, Срђан Стаменковић ФАУНА СИСАРА СРБИЈЕ – ВРЕДНОВАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ УЛОГЕ И ЗНАЧАЈА ВРСТА У ЕКОСИСТЕМИМА	39
Duško Ćirović, Srđan Stamenković MAMMALS FAUNA OF SERBIA – VALORISATION OF FUNCTIONAL ROLE AND SPECIES IMPORTANCE IN ECOSYSTEMS	62
Воислав Васић О ВАЖНОСТИ ПТИЦА: ПРИМЕРИ ЕГЗИСТЕНЦИЈАЛНЕ ВРЕДНОСТИ И ПРАКТИЧНОГ ЗНАЧАЈА У СРБИЈИ	67
Voislav Vasić ON THE IMPORTANCE OF BIRDS: EXAMPLES OF THE EXISTENTIAL VALUE AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THE BIRDS IN SERBIA	100

Имре Кризманић, Тања Вуков ВОДОЗЕМЦИ У СРБИЈИ ДАНАС И СУТРА – ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ	103
Imre Krizmanić, Tanja Vukov AMPHIBIANS IN SERBIA TODAY AND TOMORROW – ECOLOGICAL AND ECONOMIC VALUE	138
Мирјана Ленхардт, Весна Ђикановић, Александар Хегедиш, Желјка Вишњић-Јефтић, Стефан Скорић, Марија Смедеревац-Лалић КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНЕ ПРОМЕНЕ ИХТИОФАУНЕ У ПРОТОЧНИМ ДУНАВСКИМ АКУМУЛАЦИЈАМА ПОСЛЕ ИЗГРАДЊЕ БРАНА ЂЕРДАПСКИХ ХИДРОЕЛЕКТРАНА	143
Mirjana Lenhardt, Vesna Đikanović, Aleksandar Hegediš, Željka Višnjić-Jeftić, Stefan Skorić, Marija Smederevac-Lalić QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHANGES IN THE ICTHYOFAUNA OF THE DANUBIAN RESERVOIRS AFTER THE CONSTRUCTION OF THE IRON GATES HYDROPOWER PLANT DAMS	168
Зоран Марковић, Марко Станковић, Божидар Рашковић, Ненад Секулић, Весна Полексић АКВАКУЛТУРА У СЛУЖБИ ЗАШТИТЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА РИБА У СРБИЈИ	173
Zoran Marković, Marko Stanković, Božidar Rašković, Nenad Sekulić, Vesna Poleksić AQUACULTURE IN SERVICE OF EDANGERED FISH SPECIES PROTECTION IN SERBIA	195
Ивана Живић, Александар Остојић, Бранко Миљановић, Зоран Марковић МАКРОИНВЕРТЕБРАТЕ ТЕКУЋИХ ВОДА СРБИЈЕ И ЊИХОВ БИОИНДИКАТОРСКИ ЗНАЧАЈ У ПРОЦЕНИ КВАЛИТЕТА ВОДЕ	199
Ivana Živić, Aleksandar Ostojić, Branko Miljanović, Zoran Marković MACROINVERTEBRATES OF SERBIAN STREAMS AND THEIR SIGNIFICANCE AS BIOINDICATORS IN ESTIMATION OF WATER QUALITY	226

Дејан Пантелић, Срећко Ђурчић, Александар Крмпот, Дејан В. Стојановић, Михаило Рабасовић, Светлана Савић-Шевић МОРФОЛОШКЕ СТРУКТУРЕ НЕКИХ ПРЕДСТАВНИКА ЕНТОМОФАУНЕ СРБИЈЕ КАО МОДЕЛИ У БИОМИМЕТИЦИ	231
Dejan Pantelić, Srećko Ćurčić, Aleksandar Krmpot, Dejan V. Stojanović, Mihailo Rabasović, Svetlana Savić-Šević THE MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF SOME REPRESENTATIVES OF THE ENTOMOFAUNA OF SERBIA AS MODELS IN BIOMIMETICS	250
Михаела Кавран, Александра Игњатовић Ђупина, Марија Згомба, Душан Петрић ЈЕСТИВИ ИНСЕКТИ – БЕЗБЕДНА ХРАНА ЗА ЉУДЕ И ДОМАЋЕ ЖИВОТИЊЕ	251
Mihaela Kavran, Aleksandra Ignjatović Ćupina, Marija Zgomba, Dušan Petrić EDIBLE INSECTS – SAFE FOOD FOR HUMANS AND LIVESTOCK	295
Жељко Томановић, Владимир Жикић КОМПЛЕКСИ БРАКОНИДНИХ ОСА (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) У СРБИЈИ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ У БИОЛОШКОЈ КОНТРОЛИ	301
Željko Tomanović, Vladimir Žikić BRACONID COMPLEXES (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) IN SERBIA; THE IMPORTANCE IN BIOLOGICAL CONTROL	308
Љубодраг Михајловић ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ НАДФАМИЛИЈЕ CHALCIDOIDEA СРБИЈЕ (INSECTA:HYMENOPTERA)	313
Ljubodrag Mihajlović ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SIGNIFICANCE OF ZOOLOGY OF THE SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA IN SERBIA (INSECTA: HYMENOPTERA)	337

- Иво Тошевски, Оливер Крстић, Јелена Јовић,
Биљана Видовић, Радмила Петановић
ИНСЕКТИ И ГРИЊЕ У ФАУНИ СРБИЈЕ ОД ЗНАЧАЈА
ЗА КЛАСИЧНУ БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ КОРОВА 341
- Ivo Toševski, Oliver Krstić, Jelena Jović,
Biljana Vidović, Radmila Petanović
INSECTS AND MITES IN THE FAUNA OF SERBIA –
IMPORTANCE FOR THE CLASSICAL BIOLOGICAL
CONTROL OF WEEDS 363
- Љубиша Станисављевић, Анте Вујић, Предраг Јакшић, Злата Марков,
Александар Ћетковић
ФУНКЦИОНАЛНО-ЕКОЛОШКИ СТАТУС, УГРОЖЕНОСТ И
ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ИНСЕКТА ОПРАШИВАЧА У
СРБИЈИ 367
- Ljubiša Stanisavljević, Ante Vujić, Predrag Jakšić, Zlata Markov,
Aleksandar Ćetković
FUNCTIONAL AND ECOLOGICAL STATUS, VULNERABILITY
AND ECONOMIC EVALUATION OF INSECT POLLINATORS IN
SERBIA 411

ПРЕДГОВОР

Тематски скуп о еколошком и економском значају фауне Србије, који је иницирао Академијски одбор за проучавање фауне Србије САНУ, одржан је у јубиларној години обележавања 175. годишњице САНУ, 17. новембра 2016. године.

Откада је појам **биодиверзитета** званично ушао у употребу 1992. године доношењем Конвенције о биолошкој разноврсности а потом и њеном ратификацијом којом су све државе потписнице преузеле **обавезу** да донесу законска акта и успоставе потребне активности на **заштити и вредновању** биодиверзитета, истраживања флоре, фауне и фунгије добила су на значају, а класичне биолошке дисциплине – таксономија, биогеографија и екологија – нашле су се у жижи интересовања не само научне већ и шире јавности. Таксономија, систематика и фаунистика, односно флористика, традиционалне биолошке дисциплине са најдужом традицијом у биологији, доживеле су свој препород или тријумфални повратак.

Важно је истаћи да је Српска академија наука и уметности, од свог оснивања, препознала значај изучавања живог света Србије и околних земаља и да је увидела да је повратак ових биолошких дисциплина важан задатак биолога у Србији на почетку новог миленијума. Два Академијска одбора, Одбор за изучавање флоре и вегетације и Одбор за проучавање фауне Србије, покренула су и остварила капитална дела флористике, фитоценологије и фаунистике у Србији. Едиција Флоре Србије доживљава друго, ново и значајно измењено издање, објављују се нови прилози у едицији Вегетација Србије, а едиција Фауна Србије већ има неколико вредних монографија: *Фауна мрава Србије*, *Крпељи Србије*, *Репати водоземци Србије*. Овим публикацијама САНУ се представила као најрелевантнија институција у Србији, фокусирана, преко одбора, на истраживања флоре и фауне, што имплицира свеобухватно сагледавање биодиверзитета у Србији.

Одржани научни скупови посвећени, директно или индиректно овој проблематици додатно потврђују спремност и разумевање САНУ да

истраживања флоре и фауне, као и биодиверзитета Србије, одлучно подржи. У том контексту би требало и разумети овај научни скуп.

Примена Конвенције о биолошкој разноврсности и њених полазних идеја и концепција временом је довела до разраде, унапређивања и усредсређивања на неке друге аспекте очувања и коришћења биодиверзитета, а не само његове вредности као више или мање обновљивог ресурса, већ и читавих екосистема, односно до функционалности њихових кључних компоненти или процеса који омогућавају корист и добробит за било коју људску заједницу. То је остварено дефинисањем **екосистемских услуга** као **кључног теоријског приступа и практичног механизма** за свеобухватно **вредновање** реалног значаја очувања биодиверзитета.

Подсетићемо се овим приликом да је 2005. године у организацији Одбора „Човек и животна средина“ Српске академије наука и уметности, одржан научни скуп „**Биодиверзитет на почетку новог миленијума**“ који је **сумирао фундаменталне теме** које се тичу биодиверзитета, развоја идеје о потреби заштите и парадигми одрживости са циљем да пружи одговоре на значајна питања: колико је у нашем друштву порасла свест о потреби заштите биодиверзитета; шта је у међувремену урађено на плану инвентаризације биодиверзитета и колики су трошкови заштите биодиверзитета, односно који су економски модалитети потребни за остваривање склада између заштите биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса.

Научни скуп „Еколошки и економски значај фауне Србије“ комплементаран је, у извесној мери, наведеном, и надовезује се темама које обрађује на неке аспекте очувања и заштите биодиверзитета, примарно на **вредновање** фауне Србије као елемената биодиверзитета у функцији **биолошких ресурса**, али и у складу са савременим приступом о **екосистемским услугама биодиверзитета** пре свега у доменима „снабдевања/обезбеђивања“ и регулације, али и „културних“ вредности/добара.

Сви научни радови, у Зборнику, подвлаче циљеве научног скупа, одржаног 17. новембра 2016. године:

- сагледавање напретка који је постигнут разрадом концепата из Конвенције и доношењем допунских стратешких докумената чији је циљ да олакшају комплексне задатке очувања биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса, генерално, а посебно у Србији, као и да се укаже на неодрживу праксу експлоатације и недовољне бриге о ресурсима фауне;
- сагледавање функционалне улоге и значаја припадника фауне Србије и указивање на њихове вредности у контексту новоуспостављеног концепта **екосистемских услуга** пре свега као биоиндикатора загађења средине, те илустративних и инспиративних примера у биомиметици и биофизици, као чинилаца биолошке контроле штет-

них организама, опрашивања биљака или као елемената естетске и других нематеријалних вредности, у различитим доменима људске егзистенције и делатности у Србији;

- сагледавање значаја које поједине врсте или фаунистичке групе имају као ресурси хранљивих и лековитих супстанци и других, за човека корисних и употребљивих својстава.

Очекујемо да ће резултати анализа у Зборнику са научног скупа „Еколошки и економски значај фауне Србије“, допринети планирању пројеката вредновања и очувања биодиверзитета, процени угрожености и заштити фауне Србије, као и одрживом коришћењу биолошких ресурса фауне и омогућити сагледавање садашњег стања у националној легислативи и активностима надлежних сектора и однос заједнице према живом свету као природној баштини у Србији данас. Очекујемо да ће се истаћи и економски значај, односно вредновање појединих таксона животиња, не само у контексту биолошких ресурса, већ вредности њихове улоге у склопу екосистемских услуга које пружају, а уколико не постоје одговарајући подаци у Србији, да се процене могу извести на основу аналогних података из других земаља, са циљем очувања биодиверзитета Србије.

У Београду, 17. јануара 2018. године

Радмила Петановић, дописни члан

PREFACE

The thematic conference on ecological and economic importance of Serbian fauna, initiated by the SASA Academic committee for the study of the fauna of Serbia, was held in the jubilee year of marking the 175 years of SASA, on 17th November 2016.

Since the term biodiversity was officially put into use in 1992, with the Convention on Biological Diversity entering into force and its later ratification which led to all signatory states taking the obligation to impose legal acts and establish necessary activities regarding the protection and evaluation of biodiversity, the exploration of flora, fauna and fungi gained importance while classical biological disciplines such as taxonomy, biogeography and ecology were placed in the focus of not only scientific, but also wider public. Taxonomy, systematics and faunistics, i.e. floristics, traditional biological disciplines with the longest tradition in biology, have witnessed their rebirth and triumphal return.

It is important to highlight that the Serbian Academy of Sciences and Arts since its inception has recognized the importance of studying the living world of Serbia and surrounding countries, and that the return of these biological disciplines is an important task for Serbian biologists at the beginning of the new millennium.

Two Academic committees, the Academic committee for the study of flora and vegetation and the Academic committee for the study of the fauna of Serbia, have initiated and accomplished capital works in the field of floristics, phytocoenology and faunistics in Serbia.

The publication *Flora of Serbia* has had a new, second and significantly revised edition, new contributions within the edition *Vegetation of Serbia* have been published, and the edition *Fauna of Serbia* has already got several valuable monographs – the *Ant Fauna of Serbia*, *Ticks of Serbia*, *Tailed Amphibians of Serbia*. These publications show that SASA, through its committees, is like few institutions in Serbia, centered on the exploration of flora and fauna, which can ultimately be classified as an inevitable and comprehensive view on biodiversity in Serbia. The previous scientific conferences directly or indirectly

dedicated to this subject, additionally confirm the readiness and understanding of SASA to offer its strong support to the exploration of flora and fauna, as well as the biodiversity of Serbia. This scientific conference should also be understood through such context.

The application of the Convention on Biological Diversity and its initial ideas and conceptions, eventually led to the elaboration, improvement and focusing on some other aspects of conservation and use of biodiversity, not only its value as a more or less renewable resource, but also the whole ecosystems, i.e. the functionality of their key components or processes which provide benefit and well-being to any human community. This was accomplished by defining ecosystem services as a key theoretical approach and practical mechanism for comprehensive evaluation of the real importance of biodiversity conservation.

On this occasion, we would like to bring to mind the scientific conference “Biodiversity at the onset of a new millennium” held in 2005, organized by the “Man and Environment” Committee of SASA, summing up fundamental issues regarding biodiversity, development of the idea on the need of protection and paradigm of sustainability with the aim to offer answers to questions such as:

- how much has the awareness on the need of biodiversity preservation been developed in our society;
- what has been done about the plan of inventory of biodiversity in the meantime;
- and how big the expenses of protecting biodiversity are, i.e. which economic modalities are necessary for achieving harmony between the protection of biodiversity and the use of biological resources.

The scientific conference “Ecological and economic importance of Serbian fauna” is somewhat complementary to the above mentioned conference, with the areas of interest it explores, building on certain aspects of conservation and protection of biodiversity, above all the evaluation of fauna of Serbia as an element of biodiversity in the function of biological resources, and in accordance with the contemporary approach to ecosystem services of biodiversity, primarily in the domain of “supplying/providing” and regulation, but also “cultural” values/goods.

The aim of this scientific conference and the scientific papers to be published in the Proceedings is to enable:

- perceiving the progress made by elaborating concepts from the Convention and imposing additional strategic documents aimed at facilitating complex tasks of preserving biodiversity and using biological resources in general, especially in Serbia, as well as indicating the unsustainable exploitation practice and insufficient care for the resources of fauna;

- perceiving the functional role and importance of the members of Serbian fauna and indicating their values in the context of the newly established concept of ecosystem services, primarily as bioindicators of environmental pollution, as illustrative and inspirational examples in biomimetics and biophysics, as factors of biological control over harmful organisms, plant pollination or elements of esthetic and other immaterial values, in various domains of human existence and activity in Serbia;
- perceiving the importance that certain species or faunistic groups have as resources of nutritive and healing substances and other useful and usable properties to people.

We expect that the results of analysis, published in the Proceedings from the scientific conference “Ecological and economic significance of Fauna of Serbia”, will be useful for planning the projects of evaluating and preserving biodiversity, assessing the endangerment and protection of Serbian fauna, as well as sustainable use of biological resources of fauna, and that we will be able to perceive the current situation in national legislation and activities, along with the attitude of the community towards the living world as a natural heritage in Serbia today. We also expect to draw attention to the economic significance, i.e. the evaluation of certain animal taxa, not only in the context of biological resources but also the value of their role within the ecosystem services they offer, and if there are no sufficient data in Serbia, that assessments based upon corresponding data from other countries will be made, all in order to preserve the biodiversity of Serbia.

Belgrade, 17th January 2018

Radmila Petanović, corresponding member

ФАУНА СИСАРА СРБИЈЕ – ВРЕДНОВАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ УЛОГЕ И ЗНАЧАЈА ВРСТА У ЕКОСИСТЕМИМА

Душко ЋИРОВИЋ*, Срђан СТАМЕНКОВИЋ*

С а ж е т а к. – Сисари, као разноврсна и широко распрострањена класа, у свим екосистемима које насељавају, суштински доприносе њиховом функционирању и стабилности. Као биолошки ресурси, човека снабдевају важним прехранбеним, одевним и другим производима. У екосистему, обављају три велике групе еколошких функција. Трофичка функција је најзначајнија и огледа се у диверзификацији и повећању редувантности трофичких мрежа чиме доприносе њиховој стабилности, док врсте већих телесних димензија омогућавају хоризонтални трансфер продукције и јаче предеоно умрежавање екосистема. „Bottom-up контрола“ тока продукције је својство нижих (хербивори), односно „top-down“, виших (предатори), трофичких позиција. Тако ситни сисари својом бројношћу (биомасом) и доступношћу контролишу бројност предатора док истовремено карниворни сисари регулишу биомасу плена. На тај начин се успоставља динамичка равнотежа која одржава стабилност екосистема и структуру трофичке мреже. Хербиворни притисак, са своје стране, доприноси одржању бројних типова отворених станишта и дефинише темпо и ток сукцесије на подручју. Ситни сисари, уз инсекте, представљају и главну трофичку основу за већину омниворних и карниворних животиња различитих класа кичмењака. Као градитељске (инжињерске) врсте формирају и одржавају услове опстанка читавим заједницама. Тако, градњом брана дабар изграђује све типове влажних станишта унутар којих се формирају богатије биоценозе чиме се додатно

* Универзитет у Београду, Биолошки факултет, dcirovic@bio.bg.ac.rs; sstam@bio.bg.ac.rs

стабилизују акватични екосистеми који су иначе у групи фрагилних система. Као вектори паразита и патогена, сисари представљају важне резервоаре, преносиоце или домаћине многих врста, укључујући оне који се могу пренети на човека и гајене животиње. Одржавањем баланса популација плена, контроле бројности векторских организама, домаћини пружају важне екосистемске услуге човеку, што је посебно значајно у урбаним и пољопривредним екосистемима. У светлу климатских промена, сматра да ће ове улоге сисара добијати на значају и постати важни екосистемски сервиси. У Србији су истраживања ових улога тек у повоју, па је валоризација ових сервиса слабо позната. Прелиминарни резултати индикаторских (шакал), “umbrella” (медвед) и “keystone” (вук) врста за сада указују на економски значај сисара у контроли популација штетних организама или вектора и домаћина различитих патогена.

Кључне речи: сисари, фауна, Србија, екосистемски сервиси, top-down и bottom-up контрола, контрола вектора, инвазивне врсте

УВОД

Савремене филогенетске студије базиране на молекуларно-генетичким методама указују на одвајање већине плаценталних сисара од својих тетраподних предака пре око 85 до 100 милиона година. Данашње породице су се појавиле крајем еоцена и почетка миоцена. Свакако плацентални сисари нису постојали пре краја креде, односно пре изумирања доминирајућих диносауруса [1, 2, 3].

Захваљујући радијационој еволуцији која је ишла у правцу адаптација на велики број различитих срединских, биомских, еколошких и климатских услова, сисари су населили све типове станишта и екосистема. Данас представнике ове класе кичмењака можемо регистровати у свим медијумима животне средине – земљи, води и ваздуху. Већина се ипак прилагодила терестричним условима живота и населила све копнене екосистеме, попут великог броја представника карнивора, глодара, папкара, копитара и других редова. Неки су се на копну адаптирали искључиво на шумска станишта. Ове арбореалне врсте су низом адаптација прилагођени пре свега животу на стаблима или крошњама дрвећа, попут пухова, веверица, већине примата. На стаблима проналазе склониште, у крошњама храну (лишће или плодове) и заклон у случају опасности. Осим надземним условима живота, неке врсте су се низом адаптација прилагодили животу под земљом. Ови фосоријални сисари готово читав свој живот проводе испод површине земље. Над земљом се могу срести само спорадично. Живот у условима сталне таме довео је првенствено до губитка чула вида, редукцији ушних шкољки и репа или њиховом попутном нестајању. Већина фосоријалних сисара припада глодарима и бубоједима.

Неки сисари су се прилагодили потпуном (акватични организми) или делимичном животу у води (семиакватични организми). Живот у води је код акватичних сисара подразумевао пре свега трансформацију екстремитета у пераја која омогућавају кретање (пливање) у воденој средини. Код семиакватичних сисара те промене су биле далеко мање. Оне су обухватале само израстање пловних кожица између прстију на задњим екстремитетима. То им омогућава кретање и по копну и по води (ходање и пливање) [4].

Осим птица и инсеката, сисари су једине животиње које могу да лете – да се крећу у ваздуху. Сви слепи мишеви (ред Chiroptera) имају кожну дупликутуру која је разапета између прстију предњих екстремитета, који су пропорционално знатно дужи у односу на друге представнике сисара [5] и скочног зглоба задњих екстремитета. Захваљујући овако дизајнираним крилима слепи мишеви троше 35% енергије мање за кретање (летење) него птице [6].

Доместиковани сисари чине најзначајније домаће животиње које се широм света узгајају првенствено ради прозводње хране или неких других продуката (коже, вуне итд.). Захваљујући масовном узгоју од стране људи, они су данас једни од најбројнијих сисара на планети. Процењује се да се почетком друге декаде XXI века на читавом свету узгајало 1,4 милијарде говеда и приближно исто толико оваца, око 1 милијарде свиња и преко 700 милиона кунића [7, 8]. Осим хране, од сисара добијамо и кожу и вуну (длаку) које служе за израду одевних предмета. Вуна овце, козе, кунића, камиле, алпаке вековима се користе за добијање влакана за производњу одеће [9, 10]. Иако смо на почетку трећег миленијума, у земљама трећег света још увек коњи и говеда представљају значајно превозно и средство за рад. Процена је да око 80% „снаге“ на малим фармама у земљама трећег света долази од домаћих животиња. На глобалном нивоу то износи око 20% [11]. Значај и утицај доместикованих говеда и других животиња на промене развоја људских заједница и цивилизације је евидентно. Цивилизацијски прелазак са човека ловца и сакупљача на човека одгајивача је изазвао „радикално реструктурирање људских друштава, широм света, промене био-диверзитета, као и значајне промена предела на Земљи“ [12].

Данас је познато – описано укупно 5488 врста сисара [13]. На простору Србије до сада је регистровано присуство 101 врсте сисара. Они насељавају све типове екосистема и сва станишта која се срећу на нашој територији, од шумских – силватичних (нпр. пухови, веверица, куна златица) подземних – фосоријалних (кртица, слепо куче), семиакватичних (дабар, видра, водена волухарица итд.) до оних који живе искључиво на отвореним ливадско-степским стаништима (текуница, пољска волухарица, хрчак итд.). Од укупног броја регистрованих врста, њих 9 је алохтоног порекла (ондатра *Ondatra zibethicus*, нутрија *Myocastor coypus*, ракунолики пас *Nyctereustes procyonoides*, визон *Mustela vison*, мали индијски мунгос *Herpestes auropunctatus*, ракун *Procyon lotor*, белорепи јелен

Odocoileus virginianus, јелен лопатар *Dama dama* и муфлон *Ovis musimon*). Од укупно 101 регистрована врсте до сада су три нестале са простора Србије: европска видрица *Mustela erminea*, визон *Mustela vison* и мали индијски мунгос *Herpestes auropunctatus* [14, 15, 16, 17, 18].

СТАТУС ИСТРАЖЕНОСТИ И ЗНАЧАЈА СИСАРА И ФУНКЦИОНАЛНЕ УЛОГЕ У ЕКОСИСТЕМИМА СРБИЈЕ

Нажалост, до сада није било систематских интегралних истраживања значаја и функционалне улоге сисара у различитим екосистемима и стаништима у Србији. Ипак идиоэколошка истраживања појединих врста и таксона која су до сада спровођена, дају извесне податке о њиховом статусу, улози и значају у екосистемима које насељавају. Тако Савић са сарадницима [19, 20, 21, 22, 23] даје обиље података о слепом кучету (*Spalax leucodon*), његовом значају у степским екосистемима. Динамичне негативне промене и стање степских фрагмената добро су илустроване популационо-еколошким студијама текунице код нас [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]. Савремена и интензивна истраживања фауне слепих мишева Србије дају информације о значају ове фауне у различитим стаништима, екосистемима и биогеографским зонама [16, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37]. Истраживања крупних карнивора која су интензивирани последњих деценија дају обиље информација о њиховој улози и значају за очување биодиверзитета, стабилности и функционалне улоге у екосистемима у Србији [38, 39, 40, 41, 42]. Недавно је почело публикавање резултата и појављују се први пионирски радови о екосистемским услугама сисара [43].

На основу доступне литературе (иако оскудне) може се закључити да сисари играју веома значајну улогу у очувању, стабилности и функционисању екосистема у Србији. Са аспекта функционисања и стабилности екосистема, својим значајем и улогом неке врсте сисара могу, несумњиво, бити означене као кључне, кишобран, индикаторске или инжињерске врсте. И не само да битно утичу на одржавање виталности екосистема [44] и очување биодиверзитета, већ и обезбеђују значајне еколошке сервисе свима нама [43].

КЉУЧНЕ И КИШОБРАН ВРСТЕ У ЕКОСИСТЕМИМА

Кишобран врсте (“umbrella species”) су органске врсте које су одабране за доношење важних конзервационих одлука неопходних за очување заједница, екосистема и биодиверзитета у целини. То су у суштини кровне врсте чијом заштитом се индиректно штите и све остале биљне и животињске врсте и њихове заједнице које настајују исти простор. Идентификацијом врста које играју значајну улогу у функционисању екосистема, као што су кишобран врсте, кључне врсте или водеће врсте (“flagship species”), заштиту и очување екосистема и биодиверзитета чини далеко

делотворнијим јер олакшава доношење управљачких одлука које су од значаја за заштиту природе. Кишобран врсте се могу користити за одабир подручја од интереса за заштиту природе и биодиверзитета, или олакшати процену минималне и оптималне површине коју је потребно заштити. У том смислу Wilcox [45] дефинише да минимална територија кишобран врсте мора да буде довољна да се заштите заједнице унутар успостављених зона заштите. Такође ове врсте могу помоћи у дефинисању састава, структуре и процеса екосистема и њиховом бољем разумевању [46].

Кључне врсте (“keystone species”) су органске врсте које у односу на своју бројност имају несразмерно велики утицај на стабилност и функционисање екосистема који настајују [47]. Суштински оне играју значајну улогу у одржавању структуре екосистема и њихових биоценоза а тиме и опстанак свих врста унутар станишта које насељавају. Значај кључних врста за одржавање стабилности екосистема могао би се поредити са улогом свода у грађевини. Свод има функцију да подупире структуру грађевине и зато уклањање било које цигле или камена из лучне структуре може довести до урушавања свода, што за последицу може имати и делимично или потпуно рушење читаве грађевине. Аналогно, у екосистему нестанком кључне врсте, стабилност читавог екосистема би се значајно нарушила. Без обзира што она по својој бројности или биомаси не доминира унутар екосистема нестанком само једне – кључне врсте, стабилност екосистема би могла бити урушена.

Концепт кључних врста је данас широко прихваћен у савременој конзервационој биологији [48] јер фокусираном заштитом само једне врсте могу се очувати читаве заједнице и екосистем у целини.

Крупне карниворе (вук, медвед и рис) су најбољи примери кључних и кривних врста унутар шумских екосистема у Србији. Као предатори на врху трофичких пирамида примарно контролишу бројности популација природног плена. Са друге стране, предаторским притиском и конкуренцијом могу такође контролисати бројност и дистрибуцију карнивора средње величине (мезокарниворе), и даље каскадно и малих карнивора. У условима фрагментисаних станишта у којима нема могућности успостављања снажних популација крупних карнивора, отвара се ниша за ширење и повећавање бројности мезокарнивора. Тако фрагментисана станишта вука у Србији ограничавају његово распрострањење на шумовита планинска подручја која су у данашње време раздвојена речним долинама и котлинама које су претворене у агроекосистеме и урбане зоне. На оваквим антропогено измењеним просторима нема повољних станишта за живот вука, што отвара простор за ширење и повећавање бројности мезокарнивора. Управо ова чињеница би могла бити један од фактора који су довели до ширења шакала у Србији, али и шире, у Европи. Просторне анализе базиране на одстрелу вука и шакала у Србији указују да управо у ловиштима у којима се одстрелује релативно велики број вукова (што

претпоставља снажну локалну популацију) нема значајнијег присуства шакала [49]. Утицајем предатора на популације плена крупни предатори контролишу бројности популација вертикално, од врха трофичке пирамиде до њеног дна (“top-down”). Са друге стране, контролом бројности мезокарнивора који припадају истој предаторској гилди (guild) остварује се хоризонтална контрола популација унутар трофичких мрежа.

Заштитом кључних врста се чува и унапређује стабилност и структура читавог екосистема. Очувањем крупних карнивора (медвед, вук, рис) које имају велике ареале активности, могу се заштитити шумски екосистеми у планинском појасу. Само заштитом медведа, чији индивидуални ареал (“home range”) може имати величину од неколико хиљада км² [38], могу се очувати читави шумовити планински предели у Србији. Или заштитом текунице могу се очувати преостали степски фрагменти [25, 26], али и неколико врста грабљивица (нпр. степски соко *Falco cherrug*, орао крсташ *Aquila heliaca*) чији опстанак есенцијално зависи од доступности ове степске врсте као њиховог основног плена. На овај начин популације кључне врсте могу контролисати бројност предаторских врста који у трофичком смислу зависе од њих. Тако текуница, која се као кључна врста налази на дну трофичких пирамида, контролише бројности популација које се налазе на вишим трофичким нивоима (“bottom-up control”). Суштински очувањем кључних врста без обзира на њихов трофички положај у трофичким пирамидама или мрежама, одржава се трофичка стабилност унутар екосистема, а самим тим и његово функционисање и опстанак у изворном облику са карактеристичним заједницама и едификаторима.

Улога кључних врста у функционисању екосистема је вероватно најупечатљивија у случају пећинских станишта. Унутар пећина, као специфичног типа екосистема, слепи мишеви играју наглашено значајну улогу. Они су одговорни за главни унос органске материје на којој почива читав пећински екосистем. Гуано (измет слепих мишева) представља главни извор нутријената у овом релативно изолованом систему. Велике колоније могу да продукују знатне количине гуана и тиме омогуће повољне животне услове за остале пећинске организме [50, 51, 52, 53]. Овај извор нутријената није искључиво локалног карактера. С обзиром да су слепи мишеви веома покретни летећи организми, гуано може бити прераспоређен на ширем простору (тзв. “pepper-shaker effect”), што у новије време привлачи пажњу истраживача [54, 55, 56, 57].

Не само да је значајан у функционисању пећинских екосистема, гуано има велику комерцијалну вредност као веома квалитетан и цењен природни фертилизер богат фосфором, азотом и калијумом. Уобичајено гуано садржи око 10% азота, 3% фосфора и око 1% калијума. Осим као фертилизер који повећава квалитет и продуктивност земљишта, измет слепих мишева има природно антифунгицидно дејство, контролише бројност нематода у земљишту и убрзава природне процесе разлагања.

Вредност овог природног ферилизера на светском тржишту, зависно од паковања, варира од 2,5 до преко 50 америчких долара по килограму [58, 59, 60]. Осим као квалитетно олигоминерално органско ђубриво у прошлости се углавном користио и као база за производњу барута (шалитра). Управо Шалитрена пећина у околини Мионице, позната по великим наслагама гуана које потичу од веома бројне мешовите колоније слепих мишева [16, 61], добила је назив по томе што је дуги низ година из ње експлоатисана шалитра (гуано) за производњу барута у Србији.

Промене еколошких и микроклиматских карактеристика, које су последица уређења пећина за туристичке намене, доводи до промена насеља слепих мишева, њихове структуре и бројности врста [16, 33, 34]. Због значаја који они имају у функционисању пећинских екосистема који су изоловани и веома фрагилни, ове промене се индиректно могу рефлектовати и на све остале зајенице унутар простора који заједнички насељавају.

ИНДИКАТОРСКЕ ВРСТЕ У ЕКОСИСТЕМУ

Индикаторска врста је органска врста која дефинише карактеристике и/или особине станишта, екосистема или животне средине у целини. Ове врсте су по правилу веома осетљиве на промене у својој околини на које реагују променом бројности или продукције. Својим присуством и бројношћу оне указују на стање и промене унутар екосистема и животне средине, као што су загађење, појаве епидемија, климатске промене, присуство инвазивних врста. С обзиром на сензитивност, индикаторске врсте су веома погодне за биомониторинг.

Данас се у различитим облицима популационог мониторинга користе различите индикаторске врсте. Њиховим праћењем не добијају се само информације о густини, бројности или динамици популација врсте која се прати, већ и информације о стању екосистема које индикаторска врста насељава. Тако само присуство текунице (*Spermophilus citellus*) или слепог кучета (*Spalax leucodon*) на степским стаништима говори о очуваним фрагилним стаништима овог типа. Савремена истраживања у области конзервационе биологије користе ове типове организама и за праћење процеса и промена унутар екосистема. По правилу ради се о високо специјализованим организмима на одређени тип станишта или екосистема (као што су текуница и слепо куче адаптирани на степска, ливадста или ливадско-степска станишта) који су осетљиви чак и на мале промене у својој животној средини. На те промене по правилу индикаторске врсте реагују променом бројности своје популације.

Негативне промене срединских услова, као што је фрагментација станишта, могу довести до значајног пада бројности индикаторских врста које води ка укрштању у сродству (инбридинг). То доводи даље до тога да популација пролази кроз ефекат уског грла (“bottleneck effect”).

Овај феномен је веома често праћен губитком вијабилности који се најчешће може манифестовати смањивањем генетичке варијабилности [25, 26].

Са друге стране, фрагментацијом повољних станишта настају баријере које раздвајају фрагментисане популације које сада немају могућност успостављања јединствене метапопулације. Уколико нема коридора којима би изоловане врсте репродуктивно комуницирале, стварају се трајни услови за изолацију, укрштање у сродству, појава ефекта уског грла, губитак вијабилности, што све у целини може имати за последицу нестанак локалних популација. Фрагментацијом нису само угрожене индикаторске врсте, већ напротив њихов статус представља неку врсту слике стања читавог екосистема јер су све биљне и животињске заједнице унутар фрагмената под дејством истих или сличних промена [62].

Управо текунице на простору Србије представљају најбољи пример ових феномена који се региструју унутар степско-ливадских станишта. На делу ареала који се налази у планинском појасу источне и југоисточне Србије, генетичка варијабилност популација је веома мала услед ефекта јаке изолације али и самих промена унутар станишта. Нестајање сточног фонда у овим крајевима имало је за последицу зарастање станишта (услед смањења обима паше) што је довело до драстичног смањења површине коју локалне популације текуница насељавају, што је наравно водило смањењу бројности [25, 26, 62].

У том смислу директна улога индикаторских врста унутар екосистема би била да својим статусом указују на стање квалитета екосистема, односно на директне екосистемске сервисе ("provisioning services"), а да индиректно еколошки статус ових организама омогућава биоиндикацију екосистемских сервиса подршке и регулације. Такође ове значајне врсте нам могу бити и вредни показатељи нематеријалних (културних, рекреационих, научних) екосистемских сервиса.

Осим што нам индикаторске врсте дају информације о стању природних екосистема, тако нам могу пружати важне информације о стању унутар антропогено измењених екосистема. Човек је данас водећа сила која мења животну средину [63]. Већина органских врста под негативним дејством директних или индиректних промена, које чини човек, реагује тако што смањује своју бројност и величину ареала.

Насупрот већини сисара који насељавају природне екосистеме и којима нарушавање њиховог животног простора доводи до смањивања ареала и бројности њихових популација, опортунистичке врсте шире своје распрострањење и повећавају бројности. Најбољи пример у савремено доба су дивља свиња (*Sus scrofa*) и шакал (*Canis aureus*). Шакал је након великих тровања која су спровођена након Другог светског рата, готово потпуно нестао са простора Србије. Само мале изоловане популације преживеле су на простору источне Србије и централног Срема [64, 65]. Почетком 80-их година прошлог века врста почиње снажно да се

шири [66]. Долинама великих река (Савом, Дунавом, Моравом, Тимоком) шакал је неколико деценија од нестанка реколонизовао већину територије Србије [67]. Међутим, данас шакал највеће густине има у атропогено измењеним екосистемима. У таквим станишним условима неке од локалних популација шакала у Србији имају највеће густине у Европи [68]. Брзо ширење и велике густине омогућила је пластичност врсте и способност да користи у оваквим срединама лако доступне антропогене изворе хране [34, 69, 70, 71]. Велике бројности опортунистичких врста суштински нам дају информације о интензитету промена унутар природних екосистема и трансформацији читавих предела под дејством човека. Управо врсте попут шакала могу бити добри индикатори савремених промена унутар екосистема под директним или индиректним утицајем људи, модификације његове структуре, трофичких односа и функционалне стабилности.

ГРАДИТЕЉСКЕ ВРСТЕ

Градитељска или инжињерска врста (“engineer species”) је свака органска врста која ствара, одржава, значајно модификује или пак нарушава екосистем који насељава. С обзиром на функцију коју обављају, ове врсте су веома важне за одржавање стабилности и структуре природних екосистема, стога градитељске врсте могу имати велики утицај на биодиверзитет и предеону хетерогеност [72, 73]. Будући да сви организми у мањој или већој мери утичу на животну средину у којој живе, уобичајено је да су градитељске врсте истовремено и кључне врсте које својом активношћу креирају, одржавају и стабилизују процесе унутар екосистема и тиме снажно утичу и на друге организме са којима деле исти простор [74].

Идентификовање присуства инжињерских врста у екосистему је веома значајна за заштитарску праксу. Способност ових врста да увећавају хетерогеност микрохобитата, богатство органских врста (биодиверзитет), доступности расположивих ресурса, и процеса унутар екосистема важан су фактор у њиховом очувању. Заштитом и кључних врста могло би се дугорочно заштитити екосистеми и читави предели без значајнијих интервенција човека [75, 76, 77].

Вероватно најбољи пример градитељских врста су даброви – европски (*Castor fiber*) и канадски (*Castor canadensis*). Даброви су као инжињерске врсте међу ретким животињама које, као и човек, могу мењати хидролошке и биотичке карактеристике акватичних екосистема и околних влажних станишта. На тај начин повећавају хетерогеност читавог простора, типова станишта, и биодиверзитета на нивоу екосистема и предела. Такође, дабар својом исхраном значајно утиче на токове и брзину сукцесије и структуру биљних и животињских заједница те се, због свог несумњивог утицаја на акватични екосистем, и означава кључном врстом у њему [4, 78].

Својим грађевинама (у првом реду бранама) мења или ствара тип станишта који му одговара. Изградњом брана подиже ниво воде и ствара језера (тзв. даброва језера) у којима се сада мењају хидролошке карактеристике (повећава се површина воденог огледала, запремина воде, дубина, величина приобалног појаса итд.), хемизам (смањују се концентрације азотних и фосфорних једињења), геоморфологија (мења се величина и структура дна и приобалне зоне) и температурни режим како у зони језера тако и узводно и низводно од њега [4, 78, 79, 80]. Насталим променама стварају се у суштини повољна станишта за све органске врсте које преферирају све типове влажних станишта [4, 78, 81, 82].

Ове физичко-хемијске и биотичке промене средине које настају услед градитељске активности даброва, по првилу су праћени повећањем богатства врста (биодиверзитета) и бројности њихових популација. Ови позитивни ефекти видљиви су готово у свим таксономским групама, од акватичних организама, преко инсеката, до кичмењака. Позитивне промене су видљиве и на нивоу вегетације – од повећавања хетерогености и разноликости биљних заједница до богатства врста и популација [4, 78].

Убрзо по насељавању (реинтродукцији) у Србију, даброви заузимају своје територије. На неким од њих почињу да граде бране, мењајући изглед воденог тока. Новонастала мала језера су повећала величину воденог огледала, дубину воде, величину плавне зоне и влажних ливада иза њих. Тиме су створени услови за стварање знатно богатије фауне и флоре на микрохабитатима које су створили даброви. Ове промене су најочигледније на подручју Специјалног резервата природе Засавица где су даброви до сада саградили преко 20 мањих или већих брана. Неке од њих су направљене каскадно, чиме је формирана серија малих водених површина. Повећањем површине под водом, за акватичне организме повећава се величина повољног станишта, али и доступних ресурса. Обале насталих дабрових језера брзо су почеле да обрастају воденом зељастом и дрвенастом вегетацијом. За многе животињске организме то представља значајно увећање хранидбене базе, али и склоништа. Тако на пример, густо обрасла обала представља одлично место за гнежђење птица, или за изградњу брлога сисара у коме ће котити и одгајати младе [4, 83, 84, 85]. Можда најбољи утицај градитељске активности и присуства дабра на Засавици је евидентан пораст бројности видре. Пре реинтродукције њено присуство је у резервату пријављивано само спорадично. Данас се видра може срести готово свакодневно.

Мали је број сисара који значајније могу мењати изглед екосистема или предела. Далеко већи број је оних који својим копачким активностима могу стварати релативно мале промене у простору које могу користити и други организми. Копањем, они обично граде своја склоништа (јаме, јазбине, тунеле итд.) које за исте намене могу користити и друге животињске врсте, у првом реду артропode. Фосоријални сисари копањем ту-

нела, галерија, ходника и избацавањем земље на површину утичу на водни режим, аерацију, компактност земљишта и његове физичко-хемијске карактеристике. Ове градитељске активности у ширем смислу врше стварање еколошких ниша (“niche construction”) на нивоу микрохабитата.

Способност креирања, модификовања екосистема или еколошких ниша може имати примену у неком облику еколошког инжињеринга и активној заштити природе. Еколошке карактеристике и специфичности у функционалном смислу би се могле искористити у пројектима рекултивације и биоремедијације нарушених и загађених екосистема. На жалост, иако постоји реалан и прагматичан интерес, еколошки значај и ефекти инжињерских и кључних врста у екосистемима Србије нису до сада изучавани систематски.

ЕКОСИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ

Екосистемске услуге (сервиси) се најчешће дефинишу као погодности које људи добијају од екосистема [86]. Сисари пружају велики број услуга, од обезбеђивања ресурса (попут хране) до различитих типова културних услуга. Вероватно једна од најзначајнијих услуга које нам пружају сисари је контрола бројности великог броја организама које ми антропоцентрично перципирамо као непожељне животиње или штеточине.

Као и у случају врста које имају посебну улогу и значај у функционисању и одржавању стабилности природних екосистема, тако и за екосистемске услуге које нам пружају сисари нема много података. Један од изузетака је евалуација улоге шакала (*Canis aureus*) у контроли бројности мишоликих глодара у агроекосистемима и уклањању анималног отпада из животне средине. Као опортуна врста он је способан да користи лако доступне изворе хране. У пределима који су измењени под дејством човека (“human dominated landscapes”), где ова карнивора и достиже највеће густине [68], главна трофичка основа су антропогени извори хране који укључују и органиски отпад који се у Србији, нажалост, још увек већином одлаже непрописно [43, 69, 70, 71].

Резултати истраживања исхране шакала базиране на анализи садржаја 606 желудаца указују да је главна храна шакалима у Србији анимални (кланичним) отпад и мишолики глодари [69, 70, 71]. Удео анималног отпада у исхрани шакала учествује са чак 71% конзумиране биомасе. Глодари су друга најзначајнија категорија хране са 10,06% конзумиране биомасе. Од тога чак 6,45% (64% свих глодара регистрованих у исхрани) чине волухарице и мишеви који наносе највеће штете у пољопривреди.

Анализа екосистемских услуга које нам шакал својом исхраном пружа је у материјалном и практичном смислу веома значајна. На годишњем нивоу популација шакала од 15.000 јединки уклони из антропогено доминирајућих екосистема 3.700 тона кланичног отпада или нелегално одбаче-

них угинулих животиња. Истовремено популација ове карниворе уклони 13,2 милиона глодара из пољопривредних култура широм Србије. Уштеде које се тиме остварују само на уклањању анималног отпада су процењене на 0,5 милиона евра. Наиме, према тренутним тржишним вредностима толико кошта адекватно уклањање (спаљивање) 3.700 тона анималног отпада, али без трошкова транспорта. Уколико би се томе додали и ови трошкови, цена услуге коју нам само ова предаторска врста обезбеђује била би далеко увећана [43].

Можда и већа материјална корист од шакала се добија у пољопривреди. Ако се узме да је просечна густина мишоликих глодара у пољопривредним културама 266 јединки/ха [87] популација шакала потпуно “очисти” од глодара пољопривредну површину од приближно 500 км². То је приближно површини општине Кула, Пећинци или Бачка Топола у Војводини. Само уштеда на смањеној употреби родентицида нам је вишемилионска. Ако се томе дода индиректна корист од мање количине родентицида и њихових резидуа у животној средини (коју је тешко квантификовати у материјалном смислу), добија се далеко вреднија услуга од шакала у Србији. Поменуте анализе бацају потпуно ново светло на улогу омниворних предатора, попут шакала и њихове улоге у природи. Уосталом ова чињеница противречи традиционалном ставу руралног становништва и ловачке популације о шакалу као искључивој штеточини која чини велике штете на домаћим животињама и дивљачи [69, 70, 71].

Широко распрострањен, традиционално негативан однос нашег становништва према слепим мишевима прикривају веома значајне услуге које нам ова фауна пружа пре свега у урбаним пределима и агроекосистемима. Инсективорни слепи мишеви дневно могу појести инсеката у количини која је већа од половине њихове масе. Неке врсте чак могу за ноћ појести инсеката у маси која превазилази њихову телесну масу. Они тако својом исхраном уклањају велике количине инсеката, посебно штеточина у пољопривреди или вектора различитих зооноза чинећи тако значајан фактор њихове регулације.

Истраживања у Северној Америци показују да током сезоне јединка великог браон слепог миша (*Eptesicus fuscus*) поједе 4–8 грама инсеката сваке вечери. Само једна колонија у Индијани од 150 јединки годишње поједе близу 1,3 милиона инсеката које су штеточине у пољопривреди [88]. Процена је да популација од милион слепих мишева може из урбаних или пољопривредних екосистема може уклонити између 660 и 1.320 метричких тона инсеката [51, 59, 89]. Ако се ови резултати екстраполирају на сродног обичног поноћњака (*Eptesicus serotinus*) који се налази на нашим просторима, тада процењена популација од 50.000 јединки [16] има потенцијал да елиминише преко 430 милиона инсеката.

Инсективорни слепи мишеви такође играју важну улогу у контроли бројности комараца [51, 69], који су веома значајни вектори великом броју

заразних болести и паразита који се могу пренети како на домаће и дивље животиње тако и на човека [90, 91]. Популација од 30.000 јединки североисточног вечерњака (*Myotis austroriparius*) из Флориде годишње поједе 50 тона инсеката, од чега више од 15 тона комараца [92]. Потенцијално фауна вечерњака (*Myotis* sp) у Србији која броји 11 врста са проценом од преко 250.000 јединки [16] има потенцијал да из природних и антропогено измењених екосистема уклони преко 120 тона комараца.

Екосистемске услуге у контроли штетних инсеката и вектора заразних болести се може и квантификовати кроз економску вредност. Процена услуге контроле инсеката штетних по пољопривредну производњу се у Тексасу процењује у распону од 30 до 432 УСД по хектару само у редукцији употребе пестицида. Сличних примера или могућности за екстраполацију наведених процена за услове у Србији још увек не постоје, али свакако уштеде које нам фауна слепих мишева остварује мери се милионима.

ЗНАЧАЈ СИСАРА КАО РЕЗЕРВОАРА ЗАРАЗНИХ БОЛЕСТИ И ПАРАЗИТА

Као вектори паразита и патогена, сисари представљају важне резервоаре, преносиоце или домаћине многих врста, укључујући оне који се могу пренети на човека и гајене животиње. У светлу климатских промена, сматра се да ће ове улоге сисара добијати на значају и играти важну улогу у контроли ензоотских циклуса многих паразита и заразних болести. Само код дивљих представника паса регистровано је преко 350 паразита или патогена који изазивају различита обољења које се могу пренети на друге домаће животиње (у највећој мери псе) па и човека.

Услед ефекта глобалног загревања регистровано је ширење многих заразних болести или паразита који могу представљати ризик и за човека. Ширење комараца, као веома значајних вектора које је у новије време условљено овим променама у животној средини, увећава ризик од преноса многих болести, попут маларије или вируса Западног Нила.

Комарци су познати вектори и неких паразита. Неки од ових паразита, попут срчаног црва (*Dirofilaria immitis*) или ехинококуса (*Echinococcus multilocularis*), шире своје распрострање. Њихово ширење је са једне стране антропогено условљено (путовањем са кућним љубимцима који могу пренети заразу), а са друге стране повећањем глобалне температуре који погудује ширењу вектора (комараца) и омогућава завршетак ларвених циклуса.

У другој половини XX века срчани црв није био познат за територију Србије. Крајем прошлог века описују се тек први случајеви обољевања код човека. Почетком овог миленијума, почињу се публиковати бројне студије које јасно указују на ширење срчаног црва и на просторима Србије, првенствено у популацији паса. Истовремено региструје се повећање случајева диروفилариоза изазваних овим паразитом [93, 94]. Међутим, чини се да су

главни резервоар дивљи представници рода паса (*Canis*) и то првенствено шакала код кога су регистроване високе преваленце [91]. Ширење шакала и перманентно увећавање бројности и густине његових популација [68, 95, 96] могао би бити додатни фактор ширења овог паразита код нас и шире, у Европи. Осим срчаног црва, ова врста могла би бити одговорна за ширење ехинокосуса (*Echinococcus multilocularis*). Иако је крајем претходног миленијума регистровано његово ширење у Европи, овај паразит је до почетка овог века био непознат за Србији. Први пут је регистрован код једног дабра насељеног у оквиру пројекта реинтродукције [97], а недавно и у популацији лисица и шакала са подручја Војводине. Релативно високе преваленце које су регистроване указују на значај ове две врсте канида у даљем ширењу паразита код нас [98].

Ако екосистемске услуге дефинишемо као погодности које добијамо од екосистема [86], онда различите негативне ефекте, који настају услед активности појединих органских врста, можемо назвати нежељеним услугама. Један од најнепожељнијих негативних сервиса, које добијамо од фауне сисара, јесте могућност преноса заразних болести и паразита на домаће животиње и човека.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Сисари, као разноврсна и широко распрострањена класа кичмењака, суштински доприносе стабилности и функционисању свих екосистема које насељавају. Нажалост, у Србији до сада није било систематских интегралних истраживања значаја и функционалне улоге ове фауне или појединих врста у различитим екосистемима и стаништима. Ипак идио-еколошка истраживања појединих врста и таксона која су до сада спровођена, дају извесне податке о њиховом статусу, улози и значају. У новије време посебно су била интензивна истраживања фауне слепих мишева и крупних карнивора која су дала значајне резултате о њиховој улози унутар екосистема или станишта.

Трофичка функција је најзначајнија и огледа се у диверзификацији и повећању редувантности трофичких мрежа чиме доприносе њиховој стабилности, док врсте већих телесних димензија омогућавају хоризонтални трансфер продукције између и јаче предеоно умрежавање екосистема. „Bottom-up контрола“ тока продукције је својство нижих (хербивори), односно „top-down“, виших (предатори), трофичких позиција. Тако крупне карниворе (вук, медвед и рис) као предатори на врху трофичких пирамида примарно контролишу бројности популација природног племена. Са друге стране, предаторским притиском и конкуренцијом могу такође контролисати бројност и дистрибуцију карнивора средње величине (мезокарниворе), и даље каскадно и малих карнивора. Са друге стране,

текуница представља важан плен за неколико врста птица грабљивица (нпр. степски соко *Falco cherrug*, орао крсташ *Aquila heliaca*) чији опстанак и бројност популација есенцијално зависи од доступности ове степске врсте.

Утицај које овакве врсте имају у екосистемима издваја их као кровне врсте чијом заштитом се индиректно штите и све остале биљне и животињске заједнице које настањују исти простор. Идентификацијом врста које играју значајну улогу у функционисању екосистема, као што су кишобран врсте (“umbrella species”), кључне врсте (“keystone species”) или водеће врсте (“flagship species”), заштиту и очување екосистема и биодиверзитета чини далеко делотворнијим јер олакшава доношење управљачких одлука које су од значаја за заштиту природе. У том смислу, оне се могу користити за одабир подручја од интереса за заштиту природе и биодиверзитета, или олакшати процену минималне и оптималне површине коју је потребно заштитити.

Кључне врсте (“keystone species”) су органске врсте које у односу на своју бројност имају несразмерно велики утицај на стабилност и функционисање екосистема који настањују. Овај концепт је данас широко прихваћен у савременој конзервационој биологији јер фокусираном заштитом само једне врсте могу се очувати читаве заједнице и екосистеми. Типичан пример кључних врста и њиховог значаја у заштити екосистема или предела су крупне карниворе које имају велике територије. Тако само заштитом медведа, чији индивидуални ареал (“home range”) може имати величину од неколико хиљада км² могу се очувати читави шумовити планински предели у Србији, њихове заједнице и биодиверзитет у целини. Са друге стране, унутар пећина као специфичног типа екосистема, слепи мишеви такође играју веома значајну улогу. Они су одговорни за главни унос органске материје на којој почива читав пећински екосистем. Гуано (измет слепих мишева) представља главни извор нутријената у овом релативно изолованом систему. Велике колоније могу да продукују знатне количине гуана и тиме омогуће повољне животне услове за остале пећинске организме.

Неке врсте сисара својим присуством, бројношћу или густинама својих популација могу дати важне информације о стању, стабилности и угрожености екосистема. То су у суштини индикаторске врсте које дефинишу карактеристике и/или особине станишта, екосистема или животне средине у целини. Данас се оне користе у различитим облицима популационог мониторинга. Њиховим праћењем се не добијају само информације о густини, бројности или динамици популација врсте која се прати, већ и информације о стању екосистема које индикаторска врста насељава. Тако само присуство текунице (*Spermophilus citellus*) или слепог кучета (*Spalax leucodon*) на степским стаништима говори о очуваним фрагилним стаништима овог типа.

Осим информације о стању природних екосистема, индикаторске врсте нам могу пружати и важне информације о процесима унутар антропогено измењених екосистема. Већина органских врста под негативним дејством директних или индиректних промена које чини човек реагује тако што смањује своју бројност и величину ареала. Насупрот њима опортунистичке врсте шире своје распрострањење и повећавају бројности. Најбољи пример ширења ареала и повећања бројности у савремено доба су дивља свиња (*Sus scrofa*) и шакал (*Canis aureus*), еколошки пластичне врсте способне да користе антропогене ресурсе, у првом реду хранидбене.

Директна улога индикаторских врста унутар екосистема била би да својим статусом указују на стање квалитета екосистема, односно на директне екосистемске сервисе (“provisioning services”), а да индиректно еколошки статус ових организама омогућава биоиндикацију екосистемских сервиса подршке и регулације. Ове значајне врсте нам могу бити и вредни показатељи нематеријалних (културних, рекреационих, научних) екосистемских сервиса.

Као градитељске (инжињерске) врсте, неки сисари формирају и одржавају услове опстанка читавим заједницама. Градитељска или инжињерска врста (“engineer species”) је свака органска врста која ствара, одржава, значајно модификује или пак нарушава екосистем који насељава. Због своје јединствене способности да креирају и мењају особине екосистема ове врсте имају велики утицај на биодиверзитет и хетерогеност на нивоу микрохабитата и предела. Вероватно најбољи пример градитељских врста су даброви – европски (*Castor fiber*) и канадски (*Castor canadensis*). Даброви су као инжињерске врсте међу ретким животињама које, као и човек, могу мењати хидролошке и биотичке карактеристике акватичних екосистема и околних влажних станишта. Они градњом својих брана изграђују све типове влажних станишта унутар којих се формирају богатије биоценозе, чиме се додатно стабилизује акватични екосистем. На тај начин повећавају хетерогеност читавог простора, типова станишта, и биодиверзитета на нивоу екосистема и предела. Такође, дабар својом исхраном значајно утиче на токове и брзину сукцесије и структуру биљних и животињских заједница. Због свог несумњивог утицаја на акватични екосистем он се такође може означити и кључном врстом у воденим стаништима.

Као вектори паразита и патогена, сисари представљају важне резервоаре, преносиоце или домаћине многих врста, укључујући оне који се могу пренети на човека и гајене животиње. Одржавањем баланса популација плена, контроле бројности векторских организама, предатори пружају важне екосистемске услуге човеку, што је посебно значајно у урбаним и пољопривредним екосистемима. Услед ширења комараца и болести које преносе, попут маларије или грознице Западног Нила, увећава се ризик обољевања становништва (па и у Србији).

У светлу климатских промена, сматра се да ће ове улоге сисара добијати на значају и постати важни екосистемски сервиси. У Србији су истраживања ових улога тек у повоју, па је валоризација ових сервиса слабо позната. Прелиминарни резултати индикаторских (шакал), „umbrella“ (медвед) и “keystone” (вук) врста за сада указују на економски значај сисара у контроли популација штетних организама или вектора и домаћина различитих патогена.

На основу доступне литературе (иако оскудне) и актуелних истраживања може се закључити да сисари играју веома значајну улогу у очувању, стабилности и функционисању екосистема у Србији. Несумњиво да се са аспекта функционисања и стабилности екосистема, својим значајем неке врсте сисара издвајају те се могу означити као кључне, кишобран, индикаторске или инжињерске врсте. И не само да битно утичу на одржавање виталности екосистема и очување биодиверзитета, већ и обезбеђују значајне еколошке сервисе који доносе бројне погодности и користи свима нама.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Bininda-Emonds, O.R.P.; Cardillo, M.; Jones, K.E.; Robin, M.D.B., Grenyer, R., Price, S.A., Rutger, A.V., Gittleman, J.L., Purvis, A. (2007). The delayed rise of present-day mammals, *Nature*, 446, 507–511.
- [2] Wible, J. R., Rogier, G. W., Novacek, M. J., Asher, R.J. (2007). Cretaceous eutherians and Laurasian origin for placental mammals near the K/T boundary, *Nature*, 447: 1003–1006.
- [3] Halliday, T., Dixon, J., Upchurch, P., Goswami, A. (2016). Eutherians experienced elevated evolutionary rates in the immediate aftermath of the Cretaceous–Palaeogene mass extinction, *P. Roy. Soc. B.* <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.3026>.
- [4] Ćirović, D. (2010). *Ekološka studija reintrodukcije evropskog dabra (Castor fiber L 1758) na području Srbije*. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. p. 150.
- [5] Sears, K.E., Behringer, R. R., Rasweiler, J.J., Niswander, L. A. (2006). Development of bat flight: Morphologic and molecular evolution of bat wing digits, *P. Natl. Acad. Sci. USA.*, 103 (17): 6581–6586.
- [6] Riskin, D.K., Bergou, A., Breuer, K.S., Swartz, S.M. (2012). Upstroke wing flexion and the inertial cost of bat flight, *P. Roy. Soc. B – Biol. Sci.*, DOI: 10.1098/rspb.2012.0346.
- [7] FAO (2011). Livestock statistics. Concepts, definitions and classifications, FAO Statistics, p. 15.
- [8] Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R. (2016). Rabbit project development strategies in subsistence farming systems, *Food and Agriculture Organization*, 1–7.

- [9] Braaten, A.W. (2005). Wool. In: V. Steele, *Encyclopedia of Clothing and Fashion*, Thomson-Gale, 3rd ed., p. 441–443.
- [10] Quiggle, C. (2000). Alpaca: An Ancient Luxury, *Interweave Knits*, 74–76.
- [11] Wilson G.P. (2004). *Encyclopedia of Animal Science*. New York: CRC Press, p. 926.
- [12] Zeder, M. A. (2008). Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact, *PNAS*, 105 (33): 11597–11604.
- [13] IUCN (2008). *The IUCN Red List of Threatened Species*, <http://www.iucnredlist.org>. Version 2016–3.
- [14] Savić, I.R., Paunović, M., Milenković, M., Stamenković, S. (1995). Diverzitet faune sisara (Mammalia) Jugoslavije, sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. In: Stevanović, V., Vasić, V. Eds. *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*, Biološki fakultet i Ekolobri, Beograd, p. 517–554.
- [15] Paunović, M., Karapandža, B., Budinski, I., Jovanović, J. 2015. New Records of the Savi's Pipistrelle *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837) (Chiroptera, Mammalia) from Serbia: An Evidence for the Expansion of its Geographical Range. *Acta Zool. Bulg.*, 67: 389–397.
- [16] Paunović, M. (2016). *Rasprostranjenje, ekologija i centri diverziteta slepih miševa (Mammalia: Chiroptera) u Srbiji*. Doktorska disertacije, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, p. 479.
- [17] Čirović, D., Milenković, M. (2003). The first record of free-ranging raccoon (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758) in Yugoslavia, *Mamm. Biol.*, 68: 116–117.
- [18] Zachos, F., Čirović, D., Rottgardt, I., Seiffert, B., Oeking, S., Eckert, I., Hartl, G.B. (2007). Geographically large-scale genetic monomorphism in a highly successful introduced species: the case of the muskrat (*Ondatra zibethikus*) in Europe, *Mamm. Biol.*, 72: 127–128.
- [19] Habijan-Mikeš, V., Mikeš, M., Savić, I.R., Mikeš, B. (1986). Značaj kopačke aktivnosti slepog kučeta, *Priroda Vojvodine*, 9–11: 59–63.
- [20] Savić, I.R. 1973. *Ekologija vrste Spalax leucodon Nordmann, 1980 (Rodentia) u Jugoslaviji*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Beograd, p. 100.
- [21] Savić, I.R. (1973). Ekologija slepog kučeta (*Spalax leucodon* Nordm.) u Jugoslaviji, *Matica srpska*, 1–70.
- [22] Savić, I.R. (1975). *Ekološki status glodara slepo kuče (Spalax leucodon Martinoi Petrov 1971) u Deliblatskom pesku*. Deliblatski pesak, Zbornik radova. pp. 67–76.
- [23] Savić, I.R., Habijan-Mikeš, V., Mikeš, M., Mikeš, B. (1986). *Stacionarna istraživanja prostornih odnosa i kopačke aktivnosti glodara Nannospalax hungaricus (Nehring, 1898) na Deliblatskom pesku*. Dealiblatski pesak, Zbornik radova. pp. 63–76.

- [24] Ćirović, D., Ćosić N. (2011). *Vijabilnost populacija tekunice (Spermophilus citellus L. 1766) na području Srbije – projektni izveštaj*. Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja, Republika Serbia, p. 47.
- [25] Ćosić, N., Ričanova, S, Bryja, J., Penezić, A., Ćirović, D. (2013). Do rivers and human-induced habitat fragmentation affect genetic diversity and population structure of the European ground squirrel at the edge of its Pannonian fange? *Conserv. Genet.*, 14: 345–354.
- [26] Ćosić, N. (2015). *Vijabilnost populacija tekunice (Spermophilus citellus L., 1766) na području Srbije*. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, p. 110.
- [27] Ružić, A. (1950) Prilog poznavanju ekologije tekunice *Citellus citellus* L., *Zbornik radova Instituta za ekologiju i biogeografiju, SAN*, 1: 97–140.
- [28] Ružić, A. (1966) Određivanje uzrasnih kategorija u populaciji tekunice *Citellus citellus* L., *Arhiv bioloških nauka*, 18: 65–70.
- [29] Ružić, A. (1978) Der order das Europäische Ziesel (*Citellus citellus*). U: Niethammer, J., Krapp, F. eds. *Handbuch der Säugetiere Europas*, Akademische Verlagsges, Wiesbaden, pp. 122–144.
- [30] Ružić, A. (1979) Smanjenje brojnosti populacija tekunice (*Citellus citellus* L.) u Jugoslaviji u periodu od 1947. do 1977. godine, *Ekologija*, 14: 185–194.
- [31] Mirić, Đ. (1982). *Fauna ljljaka i stanje njene zaštite*. V Savetovanje o nacionalnim i regionalnim parkovima Jugoslavije, Beograd, zbornik radova. pp. 133–134.
- [32] Mirić, Đ., Paunović, M. (1994). *Distribution and Status of Bats in Serbia and Montenegro (Yugoslavia)*. Symposium on Current Problems of Bat Protection in Central and Eastern Europe, Bonn, Abstracts, pp. 56.
- [33] Paunović, M. (2000). *Posledice antropogenih zahvata na prirodne vrednosti Lazareve pećine – analiza i predlozi za njihovo očuvanje*, VIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, zbornik radova, Sokobanja. pp. 391–398.
- [34] Paunović, M. (2001). *Zoogeografske i ekološke karakteristike faune potkovičara (Mammalia, Chiroptera, Rhinolophidae) Srbije*. Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd, p. 1–153
- [35] Paunović, M., Kataranovski, D., Jovanović, T. (2000). *Fauna slepih miševa (Chiroptera, Mammalia) urbane sredine, sa posebnim osvrtom na grad Beograd*, IV Beogradska konferencija o suzbijanju štetnih artropoda i glodara, Beograd, zbornik radova, pp. 241–254.
- [36] Paunović, M., Karapandža, B., Stamenković, S., Milenković, M. (2004). *Diverzitet slepih miševa Srbije. Studija bazirana na nacionalnom akcionom planu zaštite*. Projektni izveštaj, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije. p. 66.
- [37] Paunović, M., Karapandža, B., Ivanović, S. (2011). *Slepi miševi i procena uticaja na životnu sredinu – Metodološke smernice za procenu uticaja na životnu sredinu i stratešku procenu uticaja na životnu sredinu*, Društvo za očuvanje divljih životinja „MUSTELA“, Beograd, p. 142.

- [38] Ćirović, D., Gabriel Hernando, M., Paunović, M., Karamanlidis, A. (2015). Home range, movements and activity patterns of brown bear in Serbia, *Ursus*, 26: 79–85.
- [39] Milenković, M. (1997). *Taksonomsko-biogeografski status i ekološko-ekonomski značaj vuka (Canis lupus Linnaeus 1758) u Jugoslaviji*. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, p. 127.
- [40] Milenković, M., Paunović, M., Ćirović, D. (2007). *Akциони plan za očuvanje vuka Canis lupus L., 1758 u Srbiji, Faza I – Strateški plan*, Ministarstvo zaštite životne sredine, projektni izveštaj, p. 42.
- [41] Paunović, M., Ćirović, D., Milenković, M. (2007). *Akциони plan za očuvanje mrkog medveda Ursus arctos L., 1758 u Srbiji, Faza I – Strateški plan*, Ministarstvo zaštite životne sredine, projektni izveštaj, p. 36.
- [42] Paunović, M., Ćirović, D., Milenković, M. (2008). *Status, management and conservations large carnivores in Serbia*, CIC, Coexistence of Large Carnivores and Humans: Threat or Benefit? Proceedings, pp. 111–117.
- [43] Ćirović, D., Penezić, A., Krofel, M. (2016). Jackals as cleaners: Ecosystem services provided by a mesocarnivore in human-dominated landscapes, *Biol. Conserv.*, 199: 51–55.
- [44] Savić, I.R., Todorović, M. (1973). *Sisari u ekosistemima Srbije*. Naučni skup SANU „Čovek i životna sredina“, pp. 1–5.
- [45] Wilcox, B. A. 1984. *In situ conservation of genetic resources: Determinants of minimum area requirements*. Proceedings of the World Congress on National Parks. Smithsonian Institution Press, pp. 18–30.
- [46] Jean-Michael, R., Angelstam, P. (2004). Usefulness of the Umbrella Species Concept as a Conservation Tool, *Conserv. Biol.*, 18: 76–85.
- [47] Paine, R.T. (1995). A Conversation on Refining the Concept of Keystone Species, *Conserv. Biol.*, 9 (4): 962–964.
- [48] Mills, L.S., Soule, M.E., Doak, D.F. (1993). The Keystone-Species Concept in Ecology and Conservation, *BioScience*, 43 (4): 219–224.
- [49] Krofel, M., Giannatos, G., Ćirović, D., Stoyanov, S., Newsome, T. 2017. Golden jackal expansion in Europe: a case of mesopredator release by continental-wide wolf persecution. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 1–7. doi:10.4404/hystrix-28.1.11819.
- [50] Culver, D.C., Pipan, T. (2009). *The biology of caves and other subterranean habitats*, Oxford University Press, Oxford, 2nd ed., p. 272.
- [51] Kunz, T.H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x, 1–38.
- [52] Fenolio, D.B., Graening, G.O., Collier, B.A., Stout, J.F. (2006). Coprophagy in a cave-adapted salamander: the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses, *P. Roy. Soc. B – Biol. Sci.*, 273: 439–443.

- [53] Poulson, T.L., Lavoie, K.H. (2000). The trophic basis of subsurface ecosystems. In: Wilkins, H., Culver, D.C., Humphreys, W.F. eds. *Ecosystems of the world 30: Subterranean Ecosystems*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, p. 231–249.
- [54] Howarth, F.G. (1983). Ecology of cave arthropods, *Annu. Rev. Entomol.*, 28: 365–316.
- [55] Pierson, E.D. (1998). Tall trees, deep holes, and scarred landscapes: conservation ecology of North American Bats In: Kuntz, T.H., Racey, P.A. eds. *Bat Biology and conservation*. Smithsonian Institute press, Wasington, DC, p. 309–325.
- [56] Polis, G.A., Anderson, W.B., Holt, R.D. (1997). Toward an integration of landscape and food web ecology: the dynamics of spatially subsidized food webs, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28: 289–316.
- [57] Reichard, J.D. (2010). *Seasonal activity and energetic of Brazilian free-tailed bats (Tadarida brasiliensis) in South Central Texas*. PhD dissertation, Boston University, Boston, MA. p. 145.
- [58] Hutchinson, G.E. (1950). Survey of existing knowlwdge of biochemistry: the biochemistry of vertebrate excretion, *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 96: 1–23.
- [59] Kasso, M., Balakrishnan, M. (2013). Ecological and economic importance of bats (Order Chiroptera), *International Scholary Research Notices – Biodiversity*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/187415>, 1–9.
- [60] Tuttle, M.D., Moreno, A. (2005). *Cave-dwelling bats of Northern Mexico: their value and conservation needs*, Bat Conservation, Austin, Texas, USA, p. 49.
- [61] Burazerović, J., Čakić, S., Mihaljica, D., Sukara, R., Ćirović, D., Tomanović, S. (2015). Ticks (Acari: Argasidae, Ixodidae) parasitizing bats in central Balkans, *Exp. App. Acarol.*, 66: 281–291.
- [62] Nikolić, T., Radišić, D., Ćosić, N., Ćirović, D. (2016). *Spatial structure analysis of European ground squirrel (Spermophilus citellus) habitat patches in south-eastern Pannonian plain (Serbia)*. X Magyar Természetvédelmi biológiai konferencia, Műhelytalálkozó. Absztrakt-kötet, pp. 25–26.
- [63] Cunningham, W.P., Cunningham, M.A. (2006). *Principles of Environmental sciences. Inquiry and Applications*, McGraw – Hill International Edition, 3rd ed., p. 428.
- [64] Milenković, M., (1983). *Jackal Canis aureus Linnaeus, 1758 (Mammalia, Canidae) in Eastern Serbia*, Proceedings on the Fauna of SR Serbia, Serbian Academy of Sciences and Arts 2, Belgrade, pp. 257–262.
- [65] Milenković, M., (1987). *The distribution of the jackal Canis aureus Linnaeus 1758 (Mammalia, Canidae) in Yugoslavia*, Proceedings on the fauna of SR Serbia 4, pp. 233–248.

- [66] Milenković, M., Paunović, M., (2003). *Phenomenon of golden jackal (Canis aureus Linnaeus, 1758), expansion in Serbia*. Carpathian workshop on large carnivores conservation, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Council of Europe, Brasov (Romania), 12–14 June 2003.
- [67] Ćirović, D., Milenković, M., Paunović, M., Penezić, A., (2008). *Aktuelno rasprostranjenje i faktori širenja šakala (Canis aureus L. 1758) u Srbiji*. Međunarodno savetovanje o krupnim zverima i tragačima po krvi, Žagubica 2008, Lovački savez Srbije, pp. 93–102.
- [68] Šálek, M., Červinka, J., Banea, O.C., Krofel, M., Ćirović, D., Selanec, I., Penezić, A., Grill, S., Riegert, J., (2014). Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula, *Eur. J. Wildlife Res.*, 60: 193–200.
- [69] Ćirović, D., Penezić, A., Milenković, M., Paunović, M., 2014. Winter diet composition of the golden jackal (*Canis aureus* L., 1758) in Serbia. *Mamm. Biol.*, 79: 132–137.
- [70] Penezić, A., Ćirović, D., (2015). Seasonal variation in diet of the golden jackal (*Canis aureus*) in Serbia, *Mammal. Res.*, 60: 309–317.
- [71] Penezić, A., Ćirović, D., (2015). Diet of adult and juvenile golden jackals (*Canis aureus*) during cubs dependency stage, *Balkan Journal of Wildlife Research*, 2: 27–32.
- [72] Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers, *Oikos*, 69: 373–386.
- [73] Wright, J.P, Jones, C.G., Flecker, A.S. (2002). An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia*, 132: 96–101.
- [74] Haemig, P.D. (2012). Ecosystem Engineers: wildlife that create, modify and maintain habitats, *ECOLOGY.INFO* 12: 1–5.
- [75] Bartel, R., Haddad, A., Wright, N.M., Justin, P. (2010). Ecosystem engineers maintain a rare species of butterfly and increase plant diversity, *Oikos*, 119: 883–890.
- [76] Caliman, A., Carneiro, L.S., Leal, J.J.F., Farjalla, V.F., Bozelli, R.L., Esteves, F.A. (2013). Biodiversity effects of ecosystem engineers are stronger on more complex ecosystem processes, *Ecology*, 94: 1977–1985.
- [77] Chapman, C.A.; Bonnell, T.R., Gogarten, J.F., Lambert, J.E., Omeja, P.A., Twinomugisha, D., Wasserman, M.D., Rotham, J.M. (2013). Are primates ecosystem engineers? *Int. J. Primatol.*, 34: 1–14.
- [78] Rosell, F.N., Bozsér, O., Collen, P., Parker, H. (2005). Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor Canadensis* and their ability to modify ecosystems, *Mammal Rev.*, 35: 248–276.
- [79] Correll, D.L., Jordan, T.E., Willer, D.E. (2000). Beaver pond biogeochemical effect in the Maryland Coastal Plain, *Biogeochemistry*, 49: 217–239.

- [80] Margolis, B.E., Castro, M.S., Reasly, R.L. (2001). The impact of beaver improudments of water chemistry of two Appalachian sreams, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 2271–2283.
- [81] Naiman, R.J., Melillo, J.M., Hobbie, J.E., (1986). Ecosystem alteration of boreal forest by beaver (*Castor canadensis*), *Ecology*, 67: 1254–1269.
- [82] Naiman, R.J., Elliott, S.R., Halfield, J.M., O’Ceefe, T.C. (2000). Biophysical interaction and the structure and dynamics of riverine ecosystems: the importance of biotic feedback, *Hydrobiologia*, 410: 79–86.
- [83] Ćirović, D., Schwab, G., Stamenković, S., Bjedov, V. (2003). The return of the beaver (*Castor fiber* L. 1758) to Serbia, 3rd European beaver Symposium, Arnhem, Nederlands, Book of Abstracts, pp. 41.
- [84] Ćirović, D., Stamenković, S., Bjedov, V. (2003). Reintrodukcija evropskog dabra (*Castor fiber* L. 1758) u Srbiji – studija izvodljivosti, Elaborat. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. p. 48.
- [85] Ćirović, D., Bađura, S. (2009). Winter diet and selective foraging of European Beaver (*Castor fiber* L., 1758) in Serbia, 5th International Beaver Symposium, Dubingiai, Lithuania, Book of Programme, Abstracts and Participants, pp. 12.
- [86] Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Island Press, Washington, p. 155
- [87] Jokić, G., (2012). *Distribution, harmfulness and the possibility of rodents control in the field using different formulations of natural and synthetical rodenticides*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, p. 112.
- [88] Whitaker, J.O. (1995). Food of the big brown bat *Eptesicus fuscus* from maternity colonies in Indiana and Illinois, *Am. Midl. Nat.*, 134: 346–360.
- [89] Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F., Kunz, T.H. (2011). Economic importance of bats in agriculture, *Science*, 332: 41–42.
- [90] Ćirović, D., Penezić, A., Pavlović, I., Kulišić, Z., Ćosić, N., Burazerović, J., Maletić, V. (2014). First records of *Dirofilaria repens* in wild carnivores from the region of Central Balkan, *Acta Vet. Hung.*, 62: 481–488.
- [91] Penezić, A., Selaković, S., Pavlović, I., Ćirović, D., (2014). First findings and prevalence of adult heartworms (*Dirofilaria immitis*) in wild carnivores from Serbia, *Parasitol. Res.*, 113: 3281–3285.
- [92] Anthony, E.L., Kunz, T.H. (1977). Feeding strategies of the little brown bat (*Myotis lucifugus*) in southern New Hampshire, *Ecology*, 58: 775–786.
- [93] Tasić, A., Rossi L, Tasić, S., Miladinović-Tasić, N., Ilić, T., Dimitrijević, S. (2008). Survey of canine dirofilariasis in Vojvodina. Serbia *Parasitol. Res.* 103:1297–1302.
- [94] Tasić, A., Tasić-Otašević, S., Gabrielli, S., Miladinović-Tasić, N., Ignjatović, A., Djordjević, J., Dimitrijević, S., Cancrini, G. (2012). Canine *Dirofilaria* Infections in two uninvestigated areas of Serbia: epidemiological nad genetic aspects. *Vector-Borne and Zoon. Desea.* 12: 2031–1302.

- [95] Rutkowski, R., Krofel, M., Giannatos, G., Ćirović, D., Männil, P., Volokh, A.M., Lanszki, J., Heltai, M., Szabó, L., Banea, O.C., Yavruyan, E., Hayrapetyan, V., Kopalani, N., Miliou, A., Tryfonopoulos, G. A., Lymberakis, P., Penezić, A., Pakeltytė, G., Suchecka, E., Bogdanowicz, B. 2015. A European Concern? Genetic Structure and Expansion of Golden Jackals (*Canis aureus*) in Europe and the Caucasus. *PLoS One*, DOI:10.1371/journal.pone.0141236.
- [96] Trouwborst, A., Krofel, M., Linnell, J.C., 2015. Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. *Biodiv. and Conser.*, 1–18.
- [97] Ćirović, D., Pavlović, I., Kulišić, Z., Ivetić, V., Penezić, A., Ćosić, N. 2012. *Echinococcus multilocularis* in the European beaver (*Castor fibre L.*) from Serbia: First report. *Vet. Rec.*, 171: 1–3.
- [98] Lalošević, D., Lalošević, V., Simin, V.D., Miljević, M., Čabrilo, B., Bjelić-Čabrilo, O.N. 2016. Spreading of multilocular schinococcosis in southern Europe: the first record in foxes and jackals in Serbia, Vojvodina Province. *Eur. J. of Wild. Res.*, 62: 793–796.

MAMMAL FAUNA OF SERBIA – VALORISATION OF FUNCTIONAL ROLE AND SPECIES IMPORTANCE IN ECOSYSTEMS

Duško ĆIROVIĆ, Srđan STAMENKOVIĆ

S u m m a r y

As a diverse, widely distributed class of vertebrates, mammals make an essential contribution to stability and functioning of all ecosystems they inhabit. Unfortunately the systematic integral research on significance and role of this fauna or individual species in various ecosystems and habitats was never performed in Serbia. However, the idioecological research on certain species and taxa has yielded certain data on their status, role and significance. The most recent studies included intensive research of bat and large carnivore faunas, providing important results on determining their roles in ecosystems or habitats.

The trophic function is the most important and reflected in diversification and increase in redundancy of trophic networks, contributing to their stability, while species with larger body size enable horizontal transfer of production among the ecosystems and stronger biome networking of said ecosystems. The

“bottom-up” control of production flow is characteristic for lower (herbivores) while “top-down” is characteristic to higher trophic positions (predators). Therefore the large carnivores (wolf, bear and lynx), as predators on top of their trophic pyramids, primarily control the abundance of populations of their natural prey. On the other hand, their predatory pressure and competition may also control abundance and distribution of medium-sized carnivores (mesocarnivores), and further in a cascade fashion of small carnivores as well. On the other hand, souslik is an important prey species for several species of birds of prey (i.e. Saker Falcon *Falco cherrug*, Imperial Eagle *Aquila heliaca*) and survival and population size of these birds essentially depends on availability of this steppe species.

The influence of such species within the ecosystems sets them as umbrella species, and their protection additionally indirectly protects all other plant and animal communities sharing the same area. Identification of species with important roles in ecosystem functioning, including umbrella species, keystone species or flagship species, makes protection and conservation of ecosystems and biodiversity much more effective as it enables easy management decisions important for nature conservation. Therefore they may be used for choosing the areas of interest for conservation of nature and biodiversity, or simplify assessment of minimal and optimal areas necessary for proper protection.

The keystone species are organic species that in comparison to their population numbers have a disproportionally high impact on stability and functioning of the ecosystems they inhabit. This concept is currently widely accepted in modern conservation biology, as focused protection of a single species may preserve whole communities and ecosystems. A typical example of keystone species and their importance in ecosystem or biome diversity includes large carnivores with wide territories. Protecting just bears with a home range of up to several thousands of km² may preserve whole forested mountain areas in Serbia, their wildlife communities and biodiversity as a whole. On the other hand, bats also play a very important role within the specific type of cave ecosystem. They are responsible for the main introduction of organic matter crucial to the whole cave ecosystem. Guano (bat droppings) is a main source of nutrients in this relatively isolated system. Large colonies may produce significant amounts of guano, creating favourable living conditions for other cave organisms.

Data on presence, abundance and population density for certain mammal species may provide important information on present conditions, stability and threat status of the ecosystem. In essence these are indicator species, defining the characteristics and conditions of habitats, ecosystems or overall environment. Today they are included in various forms of population monitoring. The monitoring results include not only information on density, abundance or population dynamics of the monitored species but also on conditions in the ecosystem inhabited by the indicator species. The mere

presence of souslik (*Spermophilus citellus*) or mole-rat (*Spalax leucodon*) in steppe habitats indicates well-preserved fragile habitats of this type.

In addition to providing information on present conditions in natural ecosystems, the indicator species may also provide important information on processes within the ecosystems altered by anthropogenic activity. Under the negative influence of direct or indirect anthropogenic changes, most organic species react with decrease in population numbers and range size. To the contrary, the opportunistic species show increase in range and abundance. The best examples of range spread and population increase in modern times are wild boar (*Sus scrofa*) and golden jackal (*Canis aureus*), species with ecological plasticity and able to use anthropogenic resources, primarily of nutritional type.

The direct role of indicator species within the ecosystems would be to indicate the present conditions of ecosystem quality through their status, through direct ecosystem services (provisioning services), while the indirect role pertains to the ecological status of these organisms enabling bioindication of support and regulation ecosystem services. These important species may also be important indicators of intangible (cultural, recreational, scientific) ecosystem services.

As engineer species, some mammals may form and sustain the habitat conditions favourable for survival of whole communities. Engineer species may be any organic species creating, sustaining, significantly modifying or disrupting the ecosystem they inhabit. Due to their unique ability to create and modify the characteristics of the ecosystem, these species have an immense impact on biodiversity and heterogeneity at the microhabitat and biome level. The best example of engineer species are probably beavers – European (*Castor fiber*) and Canadian (*Castor canadensis*). As engineer species, beavers are among rare animals that may alter the hydrological and biotic characteristics of aquatic and surrounding wetland habitats in a similar way to anthropic activity. Through construction of their dams they create all types of wetland habitats, forming richer biocoenoses and additionally stabilizing the aquatic regime. This leads to increase in heterogeneity of the whole area, habitat types and biodiversity at ecosystem and biome level. In addition, the beaver diet may significantly influence the pathways and speed of succession and structure of plant and animal communities. Due to their evident influence on aquatic ecosystems, they may be also designated as keystone species in aquatic habitats.

As parasite and pathogen vectors, mammals represent important reservoirs, transmitters or hosts for numerous species, including those that may be transferred to humans and farmed animals. By maintaining the balance in prey populations and population control of vector organisms, the hosts provide important ecosystem services to humans, and this is particularly important in urban and agricultural ecosystems. Due to spread of mosquitoes and mosquito-borne diseases, including malaria and West Nile virus, there is an increase in risk of infection for human populations (including the population in Serbia). In light

of climatic changes it is believed that these aspects of mammal populations will increase in significance and become important ecosystem services. In Serbia, the research on these aspects is still in the initial phase so the valorisation of these services is poorly known. The preliminary results of indicator species (golden jackal), “umbrella species” (brown bear) and “keystone species” (wolf) presently indicate economic importance of mammals in population control of detrimental organisms or as vectors and hosts of various pathogens.

According to the existing (albeit scarce) literature and the results of modern research, it may be concluded that mammals play a very important role in conservation, stability and functioning of ecosystems in Serbia. From the aspect of functioning and stability of the ecosystems, certain mammal species certainly stand out and may be designated as keystone, umbrella, indicator or engineer species. They not only have a significant impact on sustaining the ecosystem vitality and biodiversity conservation, but they also provide important ecological services with numerous beneficial and useful aspects to lives of all of us.