

Analiza ehokolacije šišmiša (Chiroptera, Mammalia) u funkciji praćenja populacija i determinacije vrsta

Kovač Dina ¹, Mazija Mirna ¹, Hamidović Daniela ^{2,3}

¹ Oikon d.o.o. - Institut za primijenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, HR -10 000 Zagreb

² Hrvatsko biospeleološko društvo, Demetrova 1; ³ Državni zavod za zaštitu prirode, Trg Mažuranića 5, HR - 10 000 Zagreb

dkovac@oikon.hr, mmazija@oikon.hr



www.oikon.hr

UVOD

Šišmiši su pod utjecajem intenzivnog ljudskog djelovanja, stoga su mnoge vrste ugrožene, a pojedine i izumrle¹. Velika mobilnost, široka rasprostranjenost, noćna aktivnost, kao i skrivena i teško dostupna prebivališta, tek su neke od poteškoća prilikom njihovog proučavanja. Iz tog se razloga razvijaju i usavršavaju metode analize njihove ehokolacije, odnosno sustava orijentacije uz pomoć zvuka, prilagođenog primarnom lovnom staništu vrste².

Na temelju razlika u ehokolaciji, moguće je utvrditi:

- .. pojedine vrste šišmiša i njihovu aktivnost
- .. preletne linije i migracijske koridore
- .. geografsku rasprostranjenost
- .. korisne informacije o ekologiji vrste

Dobiveni podaci omogućuju inventarizaciju faune šišmiša pojedinih područja, praćenje stanja pojedinih populacija i precizniju procjenu njihovog statusa ugroženosti³. Posebno važnu ulogu imaju u procjeni utjecaja i propisivanju mjera zaštite za antropogene zahvate u prostoru, među kojima se ističu vjetroelektrane, koje mogu imati značajan negativni utjecaj na šišmiše⁴.

CILJ ISTRAŽIVANJA

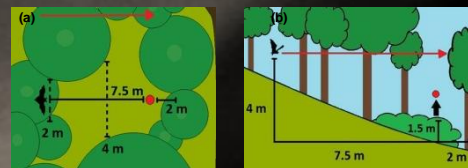
Determinacija pojedinih vrsta često je teška zbog intraspecijskih i interspecijskih varijacija i preklapanja ehokolacijskih signala^{2,5}. U svrhu kvalitetnijeg razlikovanja šišmiša, izvršena je analiza ehokolacije vrsta *Nyctalus noctula* (Slika 1) i *N. leisleri* (Slika 2). Ove šumske vrste emitiraju različite ehokolacijske signale u akustički otvorenom staništu, međutim njihova ehokolacija u rubnom staništu nije kvalitetno istražena i u njoj nisu utvrđene razlike između dviju vrsta⁶.



Slika 1. *Nyctalus noctula* (D. Kovač)



Slika 2. *Nyctalus leisleri* (M. Mazija)



Slika 3. Akustički rubno stanište, metoda ispuštanja iz ruku (a) Tlocrt (b) Profil (D. Kovač)

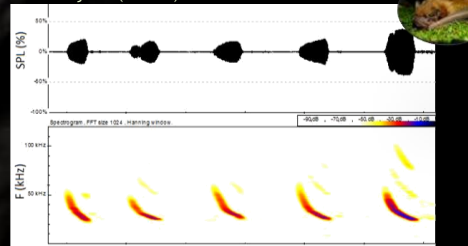
MATERIJAL I METODE

Uhvaćenim šišmišima određen je spol, starost i reproduktivni status, izmjerena masa (opružna vaga Pesola 60g) i osnovne morfološke mjere (pomična mjerka MEBA, ±0,1 mm) te su označeni uzimanjem komadića tkiva s letnice (Biopsy punch, 5mm). Jedinke su snimane prilikom ispuštanja iz ruku između krošnji drveća, u akustički rubnom staništu (Slika 3)⁷. Vrsta *N. noctula* snimana je u istom tipu staništa i u slobodnom letu. Jedinke su snimane ultrazvučnim detektorom Pettersson AB D-980 (TE-time expansion, faktor 10) na audio kazetu (Sony Professional Walkman WM-D6C). Individualnom procjenom odabran je jedan signal s kraja snimljene sekvence pojedine jedinke i analiziran (program BatSound v.4.03 - 1024 FFT, Hanning Window, Threshold 13).

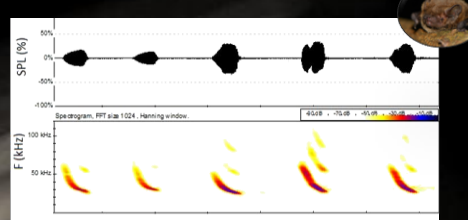
Izmjerna je

- maks. (F_{max}) i min. (F_{min}) frekvencija
- frekvencija s maks. energijom ($F_{max}E$)
- trajanje signala (DUR)
- trajanje intervala između dva signala (IPI)

Iz dobivenih rezultata izvedena je vrijednost pojasne širine ($BW = F_{max} - F_{min}$) i udio glasanja ($DCI = DUR / IPI \times 100$). Statistička analiza izvršena je u programu Statistica 7.0 (statSoft Inc.) Shapiro-Wilk's W testom distribucije i parametarskom analizom jednostrane analize varijanci (ANOVA).



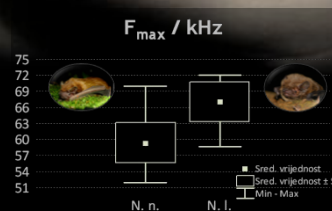
Slika 4. Tipični ehokolacijski signali vrste *Nyctalus noctula* snimljeni prilikom ispuštanja iz ruku (oscilogram - amplituda, spektrogram - frekvencija)



Slika 5. Tipični ehokolacijski signali vrste *Nyctalus leisleri* snimljeni prilikom ispuštanja iz ruku (oscilogram - amplituda, spektrogram - frekvencija)

	<i>Nyctalus leisleri</i> PR (20)			<i>Nyctalus noctula</i> PR (45)			<i>Nyctalus noctula</i> SL (8)
		F	p		F	p	
F_{max} / kHz	67,1 ± 3,76 58,6 - 72,1	57,55	< 0,0001	59,4 ± 3,76 51,9 - 70,0	0,61	0,44	58,0 ± 7,43 45,4 - 67,2
F_{min} / kHz	24,0 ± 1,85 21,2 - 28,0	26,01	< 0,0001	21,8 ± 1,41 19,1 - 25,5	3,35	0,07	23,0 ± 2,34 19,5 - 26,4
$F_{max}E$ / kHz	31,1 ± 1,76 28,6 - 35,2	43,03	< 0,0001	28,5 ± 1,35 26,3 - 31,6	1,74	0,19	29,3 ± 2,32 25,7 - 32,4
BW / kHz	43,1 ± 3,57 35,6 - 47,8	27,77	< 0,0001	37,5 ± 4,19 28,1 - 48,8	0,94	0,34	35,1 ± 8,3+22 21,2 - 47,4
DUR / ms	5,6 ± 0,54 4,5 - 6,7	1,14	0,29	5,8 ± 0,86 3,9 - 7,3	4,84	0,03	6,7 ± 1,60 4,6 - 9,7
IPI / ms	97,8 ± 26,57 60,9 - 176,3	0,12	0,73	100,0 ± 23,25 52,8 - 160,0	0,03	0,86	101,7 ± 30,44 69,4 - 158,6
DC / %	6,2 ± 1,94 3,4 - 10,7	0,06	0,81	6,1 ± 1,31 3,8 - 9,0	2,36	0,13	6,9 ± 2,01 4,2 - 9,4

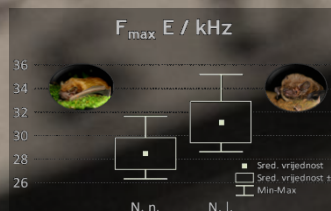
Tablica 1. Temporalni i spektralni parametri ehokolacijskih signala jedinica vrsta *Nyctalus noctula* i *N. leisleri* puštenih iz ruku (PR) i u slobodnom letu (SL) u akustički rubnom tipu staništa. Prikazane su srednje vrijednosti i standardne devijacije, rasponi (min-max) i u zagradi broj analiziranih signala, p=0,05 označava statistički značajnu razliku



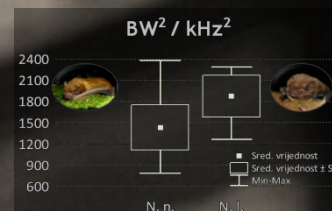
Slika 6. Maksimalna frekvencija ehokolacijskih signala (F_{max}) vrsta N. n. - *Nyctalus noctula* i N. l. - *Nyctalus leisleri*



Slika 7. Minimalna frekvencija ehokolacijskih signala (F_{min}) vrsta N. n. - *Nyctalus noctula* i N. l. - *Nyctalus leisleri*



Slika 8. Frekvencija s maksimalnom energijom ehokolacijskih signala ($F_{max}E$) vrsta N. n. - *Nyctalus noctula* i N. l. - *Nyctalus leisleri*



Slika 9. Kvadrat pojasne širine ehokolacijskih signala (BW^2) vrsta N. n. - *Nyctalus noctula* i N. l. - *Nyctalus leisleri*

RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Ehokolacijski signali vrsta *Nyctalus noctula* i *N. leisleri* mogu se razlikovati u akustički rubnom tipu staništa, ali je potrebno uzeti u obzir varijacije signala i razinu nesigurnosti koja iz njih proizlazi prilikom analize. Kako bi se spomenute vrste učinkovito razlikovale, potrebno je istražiti i vrstu *Eptesicus serotinus* čiji su ehokolacijski signali vrlo slični u zatvorenim tipovima staništa te se također pojavljuje na istraživanom području.

S obzirom na veliku bioraznolikost faune šišmiša Republike Hrvatske koja uključuje 35 vrsta šišmiša⁸, preporuča se formiranje baze referentnih snimki ehokolacije pojedinih vrsta, kako bi se osigurala njihova preciznija identifikacija i izbjegle varijacije obzirom na geografsku rasprostranjenost. Intraspecijsku varijabilnost moguće je uključiti analizom signala referentnog broja jedinica oba spola snimljenih u svim akustičkim tipovima staništa. Signali koji se uspoređuju s referentnima moraju biti snimljeni istim tipom ultrazvučnog detektora i u istom tipu staništa.

LITERATURA

- Hutson A.M., S.P. Mickleburgh i P.A. Racey. 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Neuweiler G. 1990. Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiological Reviews*. 70: 615-641.
- Battersby J. 2010. Guidelines for surveillance and monitoring of European bats. UNEP/EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 95 pp.
- Rodrigues L., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, J. Goodwin i C. Harbusch. 2010. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series 3: 1-51.
- Jones G., I. T. Kokurewicz. 1994. Sex and age variation in echolocation calls and flight morphology of Daubenton's bats, *Myotis daubentonii*. *Mammalia*. 58: 41-50.
- Vaughan N., G. Jones i S. Harris. 1997. Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*. 7: 169-207.
- Schmitzler H.-U., G.F. Moss i A. Denzinger. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*. 18: 386-394.
- Ministarstvo kulture Republike Hrvatske i Državni zavod za zaštitu. 2010. National Report Croatia, UNEP EUROBATS Agreement. www.eurobats.org/documents/pdf/MoP6/Inf_MoP6_14_NatRep-Croatia.pdf, prirode

ZAHVALA

Zahvaljujemo se Javnoj ustanovi Nacionalni park Paklenika što nam je omogućila istraživanje, Normi Fressel, Vidi Zrnčić, Danijel Josić, Sanji Drakulić, Petru Glazanu, Ani Pušić, Zeljki Drdar iz Udruge sudenata biologije "BIUS" te Ivani Budinski, za njihovu pomoć prilikom terenskog istraživanja.