



Projekt *Sinekološka STEM EDUKacija u Klinči*

Buka u komunikacijskom kanalu – zvučna komunikacija kukaca u antropogenom okolišu

Radionica za učenike srednje škole

dr. sc. **Fran Rebrina**, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek

UVOD

U današnje vrijeme, s porastom potrebe za prometnom povezanošću i stalnim širenjem cestovne mreže, prometnice postaju sve značajniji čimbenik promjena u okolišu. *Možete li se sjetiti nekih negativnih utjecaja koje ceste imaju na okoliš?* Osim uništavanja staništa prilikom izgradnje cesta i povećane smrtnosti pojedinih životinjskih vrsta zbog sudara s vozilima, ceste stvaraju fizičke prepreke u okolišu koje mnoge vrste ne mogu prijeći, dovode do promjena u okolišnim uvjetima (poput temperature, vlage...) i vegetacijskom pokrovu, pospješuju širenje invazivnih vrsta (*Što su to invazivne vrste?*), uzrokuju kemijsko i svjetlosno zagađenje te zagađenje bukom. *Što su glavni izvori ovih tipova zagađenja na cesti?*

Kao i ljudi, brojne životinjske vrste komuniciraju zvukom i na taj način prenose informacije među jedinkama. Kukci su vrstama daleko najbrojnija skupina životinja te čine osnovu većine hranidbenih mreža u kopnenim ekosustavima, no komunikacija zvukom je široko zastupljena u (samo) dvije skupine kukaca. *Znate li koje?* U pravilu, mužjaci glasanjem „dozivaju“ ženke otkrivajući im na taj način svoju lokaciju. Za razliku od ptica, koje proizvode zvuk pomoću pjevala (strukture na dušniku), kukci poput ravnokrilaca (skakavaca i zrikavaca) koriste se stridulacijom, odnosno trljanjem jednog dijela tijela o drugi. *Istražite koje strukture koriste zrikavci, a koje skakavci prilikom proizvodnje zvuka?*

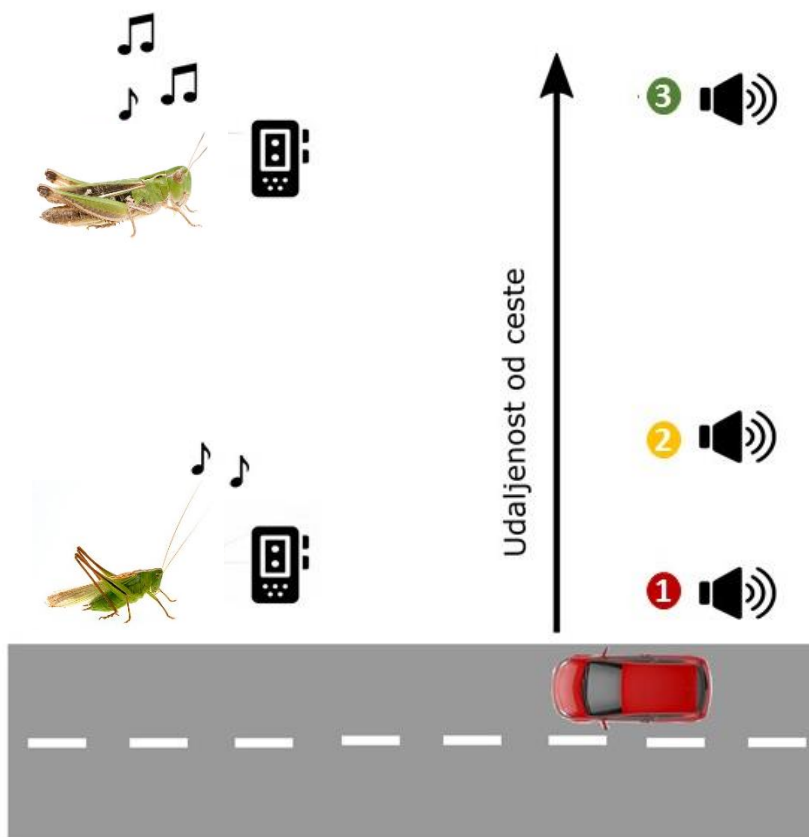
Zvučni signali imaju određena svojstva poput amplitude (određuje glasnoću, mjeri se u decibelima - dB) i frekvencije (broj ponavljanja u jedinici vremena, mjerna jedinica hertz - Hz). Frekvencija signala je osobito bitna u komunikaciji kukaca jer na temelju nje ženke mogu prepoznati kojoj vrsti pripada mužjak, koliko je velik pa čak i u kakvom je fizičkom stanju. Prometna buka je uglavnom niskih frekvencija (0,5 do 10 kHz). Prema tome, kada su npr. vrste čiji signali imaju nisku frekvenciju izložene buci velike glasnoće, komunikacija zvukom biva ometena ili potpuno onemogućena te se smanjuje vjerojatnost uspješnog parenja i stvaranja

potomstva. U takvim slučajevima pojedinim se vrstama može drastično smanjiti brojnost ili čak može doći do njihovog nestanka na lokalnoj razini.

ZADATAK

Provedeno je istraživanje utjecaja prometne buke na komunikaciju zvukom u dvije vrste ravnokrilaca.

Razina buke je izmjerena na tri lokacije na različitim udaljenostima od ceste: 10 m (1), 50 m (2) i 500 m (3) (vidi sliku 1). Na svakoj udaljenosti od ceste, uređaj za mjerenje buke je bio postavljen mikrofonom prema cesti (izvoru buke) na tri mjesta, međusobno udaljena barem 20 m. *Zašto je potrebno napraviti veći broj mjerenja?* Na svakom mjestu uređaj je ostavljen da mjeri buku svake sekunde kroz 8 min te su po dolasku u laboratorij sva mjerenja prebačena na prijenosno računalo u obliku Excel tablica.



Slika 1. Skica istraživanja utjecaja prometne buke na komunikaciju zvukom u ravnokrilaca.

Dobili ste Excel tablice u kojima se nalaze rezultati mjerenja buke na tri udaljenosti od ceste (10, 50 i 500 m), po tri tablice za svaku udaljenost, s obzirom da su na svakoj udaljenosti provedena po tri mjerenja u trajanju od 8 min (vidi iznad). Iz svake Excel tablice iščitajte tri parametra: prosječnu, minimalnu i maksimalnu buku u decibelima (dB). Vrijednosti upišite u donju tablicu.

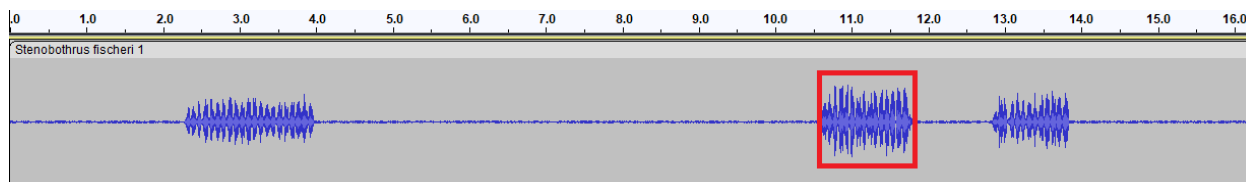
Kada budete gotovi, imat ćete po tri vrijednosti za svaki parametar na svakoj udaljenosti od ceste; na temelju te tri vrijednosti izračunajte srednju vrijednost prosječne, minimalne i maksimalne buke na udaljenosti od 10, 50 i 500 m od ceste.

oznaka postaje	udaljenost od ceste	prosječna buka	sr. vr. (prosječna buka)	minimalna buka	sr. vr. (min.)	maksimalna buka	sr. vr. (max.)
1	10 m						
2	50 m						
3	500 m						

Što uočavate usporedbom ovih vrijednosti? Koliki je raspon buke na pojedinoj udaljenosti? Dolazi li do promjena u razini buke s povećanjem udaljenosti od ceste?

U sklopu istog istraživanja, pomoću snimača zvuka snimljeni su zvučni signali (pjesma) mužjaka dvije vrste ravnokrilaca – dvobojnog livadnog konjica (*Bicolorana bicolor*) i bjeloglavog tamnokrilog skakavca (*Stenobothrus fischeri*). Zvučni signali triju različitih mužjaka svake vrste su snimani nekoliko sekundi, čime su dobivene po tri snimke za svaku vrstu (ukupno šest snimki).

Skinite i instalirajte besplatni kompjuterski program za analizu zvuka – Audacity® te učitajte jednu od snimki. Zvučni signali će biti grafički prikazani u traci na sredini ekrana. Pritiskom na zeleni trokutić ('Play') možete poslušati snimku. Po potrebi povećajte prikaz (pritiskom na ikonu s povećalom u kojem se nalazi +) te nasumično označite jedan zvučni signal (jedinica zvuka koja se ponavlja kroz vrijeme, na grafičkom prikazu ima specifičan izgled; slika 2), odaberite *Analyze > Plot Spectrum...*



Slika 2. Grafički prikaz pjesme bjeloglavog tamnokrilog skakavca (*Stenobothrus fischeri*) u programu Audacity®. Jedan zvučni signal je označen crvenim kvadratićem.

Prikazat će vam se graf koji prikazuje frekvenciju (Hz) u ovisnosti o amplitudi (dB). Stavite pokazivač na točku u kojoj je amplituda najviša te u kućici *Cursor* očitajte vrijednost dominantne

frekvencije. Ovo ponovite za druga dva nasumično odabrana zvučna signala u istoj snimci, tako da za svaku jedinku imate zabilježene tri vrijednosti frekvencije. Vrijednosti upišite u donju tablicu. Na temelju prikupljenih vrijednosti izračunajte srednju vrijednost dominantne frekvencije za pojedinu vrstu.

vrsta	jedinka br.	dominantna frekvencija zvučnog signala	sr. vr. dominantne frekvencije za vrstu
	1		
	2		
	3		
	1		
	2		
	3		

Postoji li razlika u frekvenciji zvučnih signala između proučavanih vrsta? Na temelju dobivenih rezultata, očekujete li da jedinke obje vrste mogu komunicirati zvučnim signalima u blizini ceste i zašto? Imate li ideju kako bismo mogli smanjiti negativan utjecaj prometne buke na ove kukce?

LITERATURA

Gerhardt HC, Huber F (2002) *Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions*. University of Chicago Press, 542 pp.

Muñoz PT, Torres FP, Megías AG (2015) Effects of roads on insects: a review. *Biodiversity and Conservation* 24:659–682.

van der Ree R, Smith DJ, Grilo C (2015) *Handbook of Road Ecology, 1st Edition*. Wiley-Blackwell, 552 pp.