

57. državno srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2023

**VPLIV KLASIČNE IN METAL GLASBE NA VEDENJE VOLKCEV
EUROLEON NOSTRAS IN NJIHOVO GRADNJO LIJAKOV**

Raziskovalno področje: Biologija

Raziskovalna naloga

Srednja šola: II. gimnazija Maribor

Avtorica: Vesna Jokić

Mentor: Jure Škraban

Maribor, 2023

KAZALO

KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV	4
Kazalo slik	4
Kazalo tabel	4
Kazalo grafov	5
POVZETEK	6
ABSTRACT	6
ZAHVALA.....	7
UVOD	8
1.1 Volkci	8
1.2 Prenos zvoka.....	11
1.3 Raziskovalno vprašanje	13
1.4 Hipoteze in njihova razlaga	13
METODOLOGIJA.....	14
1.1 Spremenljivke.....	14
1.1.1 Neodvisne.....	14
1.1.2 Odkvisne.....	14
1.1.3 Kontrolirane	15
2.2 Material in organizmi	15
2.3 Oprema	15
2.4 Programska oprema	16
2.5 Varnost in etičnost eksperimenta.....	16
2.6 Metoda	16
2.6.1 Opazovanje volkcev	16
2.6.2 Merjenje zvočnih signalov	18
REZULTATI.....	19
1.2 Kvalitativni	19
1.3 Kvantitativni	20
1.3.1 Gradnja lijakov	20
1.3.2 Meritve zvoka	26

1.4 Računanje in obdelava podatkov	32
3.3.1 Statistični test	33
RAZPRAVA	34
VREDNOTENJE HIPOTEZ	38
ZAKLJUČEK	39
DRUŽBENA ODGOVORNOST	40
PRILOGE	41
VIRI IN LITERATURA	46
8.1 Literatura	46
8.2 Viri tujih slik	47

KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV

KAZALO SLIK

<i>Slika 2: Ličinka pegastega volkca (Wikipedia, 2022)</i>	8
<i>Slika 1: Ličinka volkca v času metamorfoze (Armstrong, 2007)</i>	8
<i>Slika 3: Odrasli insekt pegastega volkca (Foto-narava, 2018)</i>	9
<i>Slika 4: Volkec, ki čaka na plen na dnu lijaka (Writer, 2021)</i>	10
<i>Slika 5: Prikaz nekaterih faz gradnje lijaka vrste <i>M. obscurus</i>. Pod sliko je prikazano</i>	10
<i>Slika 6: Postavitev aparature na mizi: posodice oštevilčene od 1 do 15, grelna lučka (rumeno stojalo), kamera (črno stojalo). Manjka zvočnik, ki je stal desno od posodic 13, 14 in 15 v razdalji 10 cm (lastna slika).</i>	17
<i>Slika 7: Zgrajeni lijaki (posode 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14 in 15) in brazde (posode 2, 8 in 10) na dan prve kontrole (lastna slika).</i>	17
<i>Slika 8: Sonogram primera klasične glasbe v zraku (lastna slika).</i>	26
<i>Slika 9: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v prvi vrsti od zvočnika (lastna slika). ..</i>	26
<i>Slika 10: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).</i>	27
<i>Slika 11: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v četrti vrsti od zvočnika (lastna slika).</i>	27
<i>Slika 12: Jakostni spekter primera klasične glasbe v zraku (lastna slika).</i>	28
<i>Slika 13: Jakostni spekter primera klasične glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).</i>	29
<i>Slika 14: Sonogram primera metal glasbe v posodi v zraku (lastna slika).</i>	29
<i>Slika 15: Sonogram primera metal glasbe v posodi v prvi vrsti od zvočnika (lastna slika). ...</i>	30
<i>Slika 16: Sonogram primera metal glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika). ..</i>	30
<i>Slika 17: Sonogram primera metal glasbe v posodi v četrti vrsti od zvočnika (lastna slika). ..</i>	31
<i>Slika 18: Jakostni spekter primera metal glasbe v zraku (lastna slika).</i>	31
<i>Slika 19: Jakostni spekter primera metal glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).</i>	32

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Čas prikaza na površini pred prvo gradnjo pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).</i>	21
<i>Tabela 2: Čas začetka prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).</i>	22
<i>Tabela 3: Trajanje prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).</i>	23
<i>Tabela 4: Premer lijaka, zgrajenega med posameznimi pogoji pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).</i>	25
<i>Tabela 5: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa pojavitve pod posameznimi pogoji.</i>	45

<i>Tabela 6: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa začetka prve gradnje lijaka pod posameznimi pogoji.</i>	45
<i>Tabela 7: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa potrebnega za prvo gradnjo lijaka pod posameznimi pogoji.</i>	45
<i>Tabela 8: P-vrednosti izračunane za primerjavo premerov lijakov zgrajenih pod posameznimi pogoji.</i>	45

KAZALO GRAFOV

<i>Graf 1: Povprečen čas prve pojavitve na površju pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.</i>	21
<i>Graf 2: Povprečen čas začetka prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.</i>	23
<i>Graf 3: Povprečno trajanje prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.</i>	24
<i>Graf 4: Povprečni premeri lijakov zgrajenih pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.</i>	25

POVZETEK

Cilj te naloge je bil prikazati vpliv različnih zvrsti glasbe na vedenje živih organizmov, ki bi jih potencialno lahko prenesli tudi na ljudi. Da smo preverili razlike med zvočnimi signali izbranih glasbenih zvrsti smo analizirali jakosti frekvenc in jih primerjali v sonogramih in jakostnih spektrih. Uporabili smo ličinke volkca *Euroleon Nostras*, ki so bile med gradnjo svojih lijakov za lovljenje plena izpostavljene klasični in metal glasbi ter snemane. Opazovali smo čas potreben, da se pojavijo na površju peska in začnejo graditi lijak, trajanje gradnje lijaka, morebitno pojavitve druge gradnje ter premer zgrajenih lijakov. Predpostavili smo, da bodo določeni volkci zaradi predvajanja glasbe lijake nehali graditi prej. Rezultati so pokazali, da volkci med prisotnostjo glasbe v povprečju porabijo več časa, da se pojavijo na površju in začnejo graditi lijak, medtem ko za samo gradnjo porabijo manj časa. Prav tako se izogibajo premikanju na površju in celo gradnji lijaka.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to present the impact of different musical genres on the behaviour of living organisms, which could be potentially transferable to humans. To test the differences between sound signals of chosen music genres we analysed magnitudes of frequencies and compared them in sonograms and magnitude spectrums. We used antlion larvae *Euroleon Nostras*, filmed, and exposed to classical and metal music during their building of pit-fall traps. We observed the time required for them to appear on the surface of the sand and start building, the duration of building, potential occurrence of second building and diameter of the trap. We assumed some antlions would stop building traps sooner due to presence of music. Results have shown that antlions require more time to appear on the surface and start building traps, while using less time for building when music is present. Additionally, they start avoiding moving on the surface of the sand and building traps.

ZAHVALA

Zahvalila bi se rada notranjemu mentorju za potrpežljivost in opominjanje na rok za oddajo naloge ter hkrati pomoč in usmerjanje pri pisanju. Hvaležna sem tudi zunanjsima mentorjema, ki sta me vodila skozi eksperimentalni postopek, mi nudila novo znanje potrebno za pisanje naloge in se javljala (tudi med počitnicami), če je šlo kaj narobe.

Posebna zahvala gre tudi gospe snažilki, ki mi je odpirala vrata kabineta na fakulteti, ko sem pozabila ključe doma. Brez njene pomoči bi bilo moje delo precej oteženo.

UVOD

1.1 VOLKCI

Pegasti volkci (znanstveno ime *Euroleon Nostras*) spadajo v red *Neuroptera* in družino *Myrmeleontidae*. Uvrščamo jih pod prave mrežekrilce zaradi mrežastega ožiljenja v krilih odrasle živali. Njihov življenjski cikel se začne, ko se izležejo iz jajčeca v obliki ličinke, ki nato doseže svojo maksimalno velikost in se zabubi (Armstrong, 2007). Ličinke volkca so ploščate ovalne oblike z razčlenjenim trupom in šestimi nogami. Večinoma so pokrite s ščetinami in barve zemlje. Njihova glava je sploščena in nosi dvoje srpastih čeljusti (Missouri Department of Conservation, n.d.).



Slika 1: Ličinka pegastega volkca (Wikipedia, 2022)

Njihov kokon okrogle oblike je zgrajen iz peščenih delcev, ki jih povezuje svila. Nahaja se nekaj centimetrov pod površjem peska. Proces preobrazbe iz jajčeca v krilatega odraslega insekta lahko traja dve do tri leta – odvisno od okoljskih pogojev in razpoložljivosti hrane (Armstrong, 2007).



Slika 2: Ličinka volkca v času metamorfoze (Armstrong, 2007)

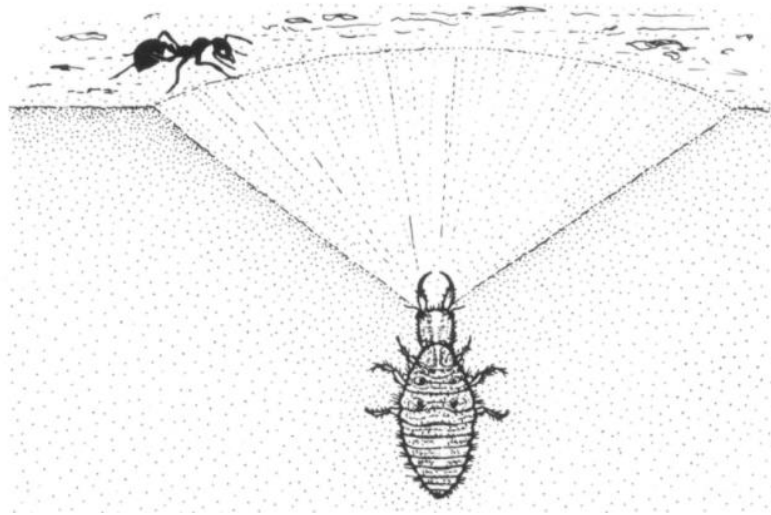
Odrasli insekti imajo dva para ozkih kril prekritih z mrežastim ožiljem in spominjajo na manjšega kačjega pastirja. So slabši letalci, ki letajo večinoma ponoči in iščejo razpoložljiv vir svetlobe. Odrasli insekti se ne hranijo, zato imajo dokaj kratko življenjsko dobo (20 do 25 dni, v določenih primerih pa lahko tudi do 45 dni) (Armstrong, 2007). Dosežejo dolžino do 30 mm z razponom kril do 70 mm (Unijapedija, n.d.).

Ličinke volkca spadajo med plenilce iz zasede oz. živali, ki na svoj plen čakajo na ustaljeni lokaciji daljša časovna obdobja in ga ujamejo s posebno – po navadi prikrito – strategijo. Znana sta dva načina, s katerima volkci lovijo svoj plen: gradnja lijakov ali napad plena izpod peska, ki ne vključuje gradnje lijaka in je dojemana kot bolj aktivna tehnika (Klokočovnik & Devetak, 2014).



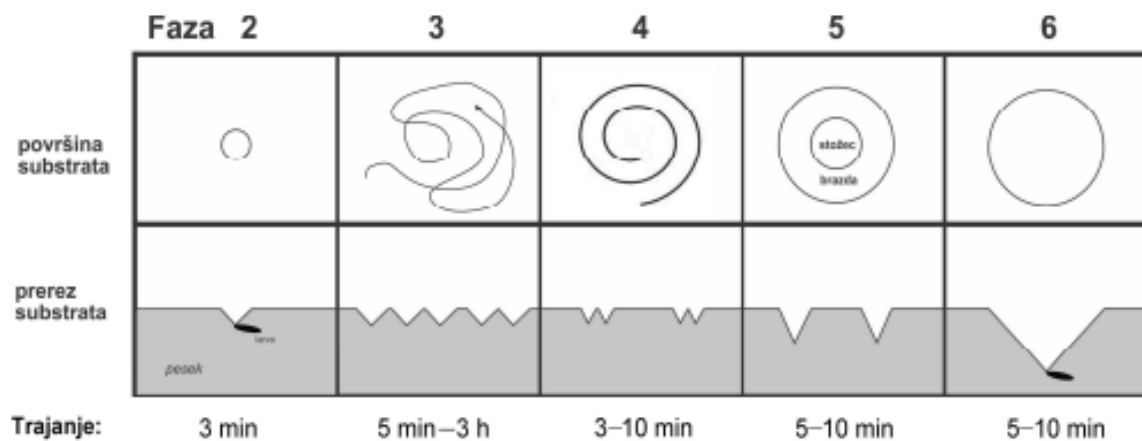
Slika 3: Odrasli insekt pegastega volkca (Foto-narava, 2018)

Ličinke volkca vrste *Euroleon nostras* spadajo med gradilce lijakov, kar pomeni, da za ulov svojega plena v pesek izkopljejo luknjo v obliki lijaka in nato čakajo na dnu, kjer jih prekriva pesek (Dušan Devetak, 2005). Vidne so le tipalke in razprte čeljusti. Volkci zaznajo plen na razdalji nekaj centimetrov s pomočjo vibracij, ki jih povzročajo s tem, ko premikajo pesek (Klokočovnik & Devetak, 2014; Dušan Devetak, 2005). Ko plen pade v lijak, ga volkec zagrabi s čeljustmi, z vleče pod površino peska in eksterno prebavi (Klokočovnik & Devetak, 2014). Z votlimi čeljustmi, ki naj bi bile zmožne tudi vbrizgavanje strupa za razkroj in prebavo plena, naj bi prepičil organizem in iz njega posesal tekočino (Armstrong, 2007). Volkci *E. nostras* se torej hranijo z manjšimi členonožci, kot so na primer mravlje, ki padejo v njihovo past. Po končanem hranjenju, ličinke ostanek organizma odvržejo stran in nato nekaj časa ostanejo negibne. To naj bi bil pomemben obrambni mehanizem pred plenilci, saj so v trenutku, ko odvržejo plen najbolj izpostavljene. Temu sledi čiščenje lijaka (Klokočovnik & Devetak, 2014).



Slika 4: Volkec, ki čaka na plen na dnu lijaka (Writer, 2021)

Glavni cilj gradnje lijaka je večja učinkovitost lova na plen z manjšo količino porabljene energije. Prav zato je gradnji in vzdrževanju lijaka namenjeno največ pozornosti (Klokočovnik & Devetak, 2014). Volkci lijak ustvarijo z vzratnim premikanjem v zmeraj ožjih krogih, medtem pa odmetavajo odvečen pesek. S tem se zakopavajo globlje in globlje v pesek, dokler ne ustvarijo 2-4 cm široke in približno enako globoke luknje (Armstrong, 2007). Gradnjo lahko razdelimo na šest faz, nekateri viri (Youthed in Moran (1969)) pa navajajo še dodatno, sedmo fazo.



Slika 5: Prikaz nekaterih faz gradnje lijaka vrste *M. obscurus*. Pod sliko je prikazano okvirno trajanje posamezne faze (Klokočovnik, 2013).

V prvi fazi volkec prileze na površino peska, kjer je nato krajši čas neaktiven. Sledi lučanje peska, s katerim izkoplje manjši lijak. V tretjo fazo štejemo naključno premikanje po površini,

ki je verjetno namenjeno iskanju idealnega mesta za gradnjo lijaka, med katerim volkec odmetava pesek in za seboj pušča plitvo brazdo. Posamezno trajanje prvih treh faz lahko variira med nekaj minutami ali celo urami. Četrta faza se prične z nakazano krožno brazdo, ki predstavlja začetek gradnje lijaka. V peti fazi je lijak že izkopen, volkec le še odmetava pesek in sredine oz. dna lijaka. Šesta faza oznanja konec gradnje. Če volkec svoj lijak kasneje še povečuje, lahko to štejemo pod sedmo fazo (Klokočovnik, 2013).

Ličinke volkca lahko med procesom gradnje lijaka smer kroženja tudi zamenjajo, tako da prečkajo sredino lijaka, s čimer skrajšajo čas gradnje in pa zmanjšajo količino peska na sredini (Klokočovnik, 2013).

Pri izbiri mesta za gradnjo lijaka na volkce vpliva velikost peščenih delcev, dostopnost hrane, gostota nastanitve ostalih ličink volkcev ter prisotnost stresorjev (Dušan Devetak, 2005). Vrsta *E. nostras* lijake gradi v bolj drobnem pesku, v bolj grobem pa do gradnje ne pride, kar so Devetak, Špernjak in Janžekovič dokazali tudi v svoji raziskavi. Vpliv stresorjev pa je raziskovala Mencinger (1994) in sicer tako, da je implicirala sinusne vibracije različnih amplitud na različna mesta v substratu (na sredino posode ali na različnih točkah samega lijaka). Ličinke so v primerjavi s kontrolo, v kateri vibracije niso bile prisotne, opravile daljše poti preden so začele graditi lijak (torej se jim je podaljšala tretja faza gradnje), zgradile pa so tudi več lijakov z večjimi premeri.

To potrjuje, da volkci zelo dobro zaznavajo vibracije, ki se prenašajo preko podlage. V okolju pa se seveda nahajajo tudi zvočni signali, ki potujejo po zraku, vendar o zaznavi teh z volkci ni bila opravljena še nobena konkretna raziskava.

1.2 PRENOS ZVOKA

Zvok je longitudinalno valovanje (OpenProf, n.d.) v stisljivi snovi (plini, tekočine in trdnine). Širi se v vseh smereh od vibrirajočega izvora (na primer zvočnika) v obliki zgoščin oz. ojačitev, ki se pojavijo, kjer sta gostota in pritisk delcev večja, in razredčin oz. oslabitev, ki so območja z nižjo gostoto in pritiskom (Mavrič, n.d.).

Zvok potuje skozi snovi različnih agregatnih stanj različno hitro. Zvok s svojim valovanjem povzroča vibriranje delcev medija. Ker so delci tekočin in trdnim bližje skupaj, se zaradi teh

vibracij med seboj prej in pogosteje zaletavajo, kar povzroči hitrejše potovanje zvoka (Hall & Patillo, 2009).

Zvok se preko trdnin prenaša s strukturnim prenosom (v obliki tresljajev) ali preko membranskega efekta. S strukturnim prenosom zvočni valovi rahlo vzbudijo nihanje na površini trdnine, ki se nato prenese preko trdnine na drugo stran. Tam vzbudi nihanje zraka na stranici trdnine in zopet povzroči valovanje zraka. Pri membranskem efektu se zvok širi dalje preko zračne in strukturne poti. Povzroči, da začne zrak na drugi strani trdnine valovati enako kot valuje trdnina. Če se je ta trdnina povezana tudi z drugimi trdnimi strukturami, se valovanje prenese tudi nanje preko strukturnega prenosa (Križaj, 2009).

Frekvenca opisuje število nihajev na časovno enoto in nam pove višino tona. Slišni zvok ima frekvence med 16 do 20000 Hz. Frekvence višje od 20000 Hz imenujemo ultrazvok, ki se med drugim uporablja za klicanje psov, odstranjevanje nečistoč z majhnih delov strojev ali za preučevanje kristalne strukture trdih snovi. Frekvence nižje od 16 Hz označimo kot infrazvok, ki ga slišijo ptice, vodne in podzemne živali, ki tako zaznajo bližajoči se potres. Zaradi nizke frekvence se lahko širi zelo daleč brez da bi se pretirano absorbiral v zraku (Mavrič, n.d.).

Zvok lahko razdelimo na tone, zvene in šume. Fizikalni ton je periodično nihanje zraka v ozkem frekvenčnem spektru, ki je človeškemu ušesu neprijetno. Spekter fizikalnega tona predstavlja eno samo črto, kar pomeni da gre za dokaj čisto frekvenco. Zven je sestavljen iz večjih harmoničnih nihanj z določeno osnovno frekvenco, ki določa višino zvena. Tako imenovana barva zvena je odvisna od jakosti višjih harmoničnih komponent oz. frekvenc v zvenu, ki jih lahko povzročajo različni instrumenti. Šum je valovanje različnih frekvenc, ki niso v medsebojnem sorazmerju, torej ne moremo govoriti o osnovnih in višjih harmoničnih frekvencah (Mavrič, n.d.).

Glasnost zvoka merimo glede na gostoto energijskega toka in sicer v dB (decibelih) (Mavrič, n.d.).

1.3 RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Kakšen je vpliv klasične in metal glasbe na vedenje volkcev *Euroleon nostras* in njihovo gradnjo lijakov (vedenjske vzorce med gradnjo, začetek in trajanje gradnje ter premer narejenega lijaka)?

1.4 HIPOTEZE IN NJIHOVA RAZLAGA

Nulta hipoteza: Število zgrajenih lijakov se ne bo razlikovalo med prvo in drugo kontrolo, kakor tudi ne po poslušanju klasične ter metal glasbe.

Hipoteza 1: Po izpostavljenosti metal glasbi, bo število lijakov glede na skupino manjše kot po izpostavljenosti klasični glasbi, saj bo jakost frekvenc in vibracij večja, kar bo povzročalo več stresa in predčasno zabubljenje volkcev.

Hipoteza 2: Pri drugi kontroli (po poslušanju glasbe) bo glede na skupino zgrajenih manj lijakov, kot pri prvi kontroli (pred poslušanjem glasbe), saj bodo volkci še zmeraj pod vplivom stresa in zato ne bodo gradili lijakov ali pa se bodo pred tem že zabubili.

Hipoteza 3: Volkci v posodah oštevilčenih s 13, 14 in 15 se bodo zabubili oz. nehali graditi lijake prej kot volkci v posodah oštevilčenih z 1, 2, 3 in 4, saj bodo prvi bližje zvočniku in tako pod večjim stresom zaradi močnejših dražljajev kot slednji, ki so od zvočnika najbolj oddaljeni.

METODOLOGIJA

Namen poskusa je bil ugotoviti kakšno količina stresa povzroči določena zvrst glasbe na volkce *Euroleon nostras* in ali se zaradi te glasbe vedejo drugače ter se predčasno zabubijo. V ta namen sta bili izbrani dve različni zvrsti glasbe: klasična, ki je služila kot bolj umirjena zvrst, ter metal, ki naj bi bil bolj moteč in stresen. Oba seznama glasbe (priložena kot *Priloga 1* in *2*) sta bila pred eksperimentom poslušana, da smo zagotovili čim manjša odstopanja znotraj posameznih seznamov ter posledično čim večjo razliko med testnima pogojema. Izmerjene so bile tudi jakosti frekvenc in tresljajev, za oba seznama skladb oz. pesmi.

Volkci so bili predhodno nabrani v okolici Maribora. Nameščeni so bili v plastične posodice in vzdrževani v laboratoriju. Izbranih je bilo 15 volkcev, ki so lepo izdelovali lijake. Ti so bili nato nastavljeni v kabinet pod pogoji, ki jih je zahteval eksperiment. In sicer, so bili volkci vzdrževani pod lučko nastavljeno na delovanje od 11:00 do 23:00 v mirnem okolju (kabinetu) z omejenimi dražljaji. Tekom eksperimenta se na mizo, na kateri so bili nastavljeni volkci ni odlagalo ničesar razen zvočnika, kar je kontroliralo dodatne tresljaje, ki bi lahko povzročali stres. Dan pred pričetkom poskusa smo preverili njihovo izdelavo lijakov in nadomestili tiste volkce, ki lijaka čez noč niso zgradili.

1.1 SPREMENLJIVKE

1.1.1 NEODVISNE

Neodvisna spremenljivka je bila zvrst predvajane glasbe – torej metal ali klasična glasba.

1.1.2 ODVISNE

Odvisne spremenljivke so bile čas pojava ličinke volkcev na površju, trajanje prve gradnje lijaka, vedenjski vzorci med gradnjo lijaka, premer zgrajenega lijaka, število zgrajenih lijakov glede na celotno skupino in število volkcev, ki je lijak pod posameznim pogojem gradilo dvakrat.

Pri meritvah zvoka sta bili odvisni spremenljivki število in jakost različnih frekvenc.

1.1.3 KONTROLIRANE

Vsi volkci so bili nameščeni v enake plastične posodice z enako količino drobnega peska. Vsi so bili nameščeni v mirnem kabinetu pod lučko na leseni mizi, na katero se v času eksperimenta ni odlagalo ničesar razen zvočnika. Na dneve hranjenja je vsak volkec dobil eno mravljo ali dve, če se z njimi ni delalo več dni skupaj. S tem so bili izpostavljeni enakim osnovnim pogojem, ki so imitirali optimalne pogoje iskane v naravi, kar izključi vpliv okolja in razpoložljivosti hrane na njihovo vedenje prav tako pa tudi zmanjša ostale dražljaje, ki bi lahko razburjali živali in povzročili predčasno zabubljenje.

Obe zvrsti glasbe sta bili predvajani 3 ure z enako jakostjo (zvočnik nastavljen na 75% glasnosti), s čimer izključimo možnost, da bi se volkci obnašali drugače zaradi glasnosti zvočnika ali časa predvajanja.

Z volkci smo med poskusom delali zmeraj ob isti uri (okoli 4. ure popoldne), da nismo zmotili njihovega bioritma ali na podlagi različnih faz gradnje ogrožali končnih rezultatov.

2.2 MATERIAL IN ORGANIZMI

- Pesek
- Sladkor
- 30 ličink volkcev *Euroleon Nostras*
- Mravlje

2.3 OPREMA

- Kamera (Sony HDR-CX 130)
- Zvočnik (JBL Flip 6)
- 15 plastičnih posodic
- Grelna lučka z možnostjo nastavitve časovnih intervalov delovanja
- Čopič
- Digitalni merilec premera
- Prenosni računalnik (Asus ZenBook, Microsoft 10)
- Časovnik (štoparica)
- 5 L kozarec za vlaganje

-
- Akcelerator Brüel & Kjær 4381
 - Ojačevalec Brüel & Kjær 2525

2.4 PROGRAMSKA OPREMA

- Spotify Premium
- Excel
- Avisoft SASLAB PRO

2.5 VARNOST IN ETIČNOST EKSPERIMENTA

Volkci ljudem niso nevarni, prav tako na človeka ne odreagirajo agresivno (ISU Extension and Outreach, 2021).

Med eksperimentom volkci niso bili namensko poškodovani, mučeni ali ubiti. Glasba volkcem ni povzročala dolgotrajnih fizičnih poškodb ali jih drugače oškodovala. Vsi volkci so bili vzdrževani v pogojih prilagojenih njihovem naravnemu okolju. Po koncu eksperimenta so bili volkci vrnjeni v naravo.

2.6 METODA

2.6.1 OPAZOVANJE VOLKCEV

Sam eksperiment je obsegal 13 dni: 4 dni priprave in 9 dni poskusa. Za lažjo predstavo je kot *Priloga 3* podan natančen urnik dela.

Volkci so bili tekom eksperimenta glasbi izpostavljeni dvakrat in sicer tretji ter peti dan poskusa. Najprej smo jih izpostavili klasični glasbi, saj smo predvidevali, da bo povzročila manj stresa kot metal glasba; postopek je bil za obe predvajanja enak. Zvočnik je bil postavljen na mizo z volkci približno 10 cm stran od najbližje vrste (posode 13, 14 in 15), da so se lahko tresljaji prenašali tudi preko površine. Povezan je bil z računalnikom, ki je stal na sosednji mizi, in nastavljen na 75% glasnosti. Takoj po vklopu glasbe je bila vklopljena tudi kamera, ki je nato dokumentirala vedenje volkcev 15 ur, in časovnik, s katerim sem merila natančen čas predvajanja glasbe. Glasba se je predvajala neprenehoma 3 ure, nato smo jo izklopili.



Slika 6: Postavitev aparature na mizi: posodice oštevilčene od 1 do 15, grelna lučka (rumeno stojalo), kamera (črno stojalo). Manjka zvočnik, ki je stal desno od posodic 13, 14 in 15 v razdalji 10 cm (lastna slika).

Kontrola je bila posneta dvakrat: prvi in zadnji dan poskusa. Vsi izkopani lijaki so bili previdno zasuti s čopičem, tako da je bila površina peska popolnoma ravna. Nato smo vklopili kamero in snemali vedenje volkcev 15 ur.



Slika 7: Zgrajeni lijaki (posode 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14 in 15) in brazde (posode 2, 8 in 10) na dan prve kontrole (lastna slika).

Ostali dnevi so služili merjenju lijakov ter hranjenju in počitku volkcev. Lijaki so bili izmerjeni z digitalnim merilcem premera, zabeležene so bile tudi druge sledi v pesku, povzročene z gibanjem volkcev po prostoru svoje posode (brazde). Po beleženju podatkov je bil vsak volkec nahranjen z eno mravljo (nahranjeni so bili tudi tisti, ki niso naredili lijakov), ki je bila spuščena v lijak.

Če so bili zaradi delovnega časa fakultete volkci dva dni brez načrtovanih aktivnosti ali hranjenja, smo jim pri zadnjem hranjenju pred tem dali dve mravlji.

Mravlje so bile vzdrževane v 5-literskem kozarcu za vlaganje, napolnjenim z listjem in vejami posutimi s sladkorjem.

Po eksperimentu smo še zadnjič izmerili premer lijakov in preverili koliko volkcev se je predčasno zabubilo. Vsi volkci so bili nato vrnjeni v svoj naravni habitat.

Posnetki so bili presneti na računalnik in analizirani. Zabeležen je bil čas, pri katerem so se volkci prvič prikazali na površini ter kdaj so začeli graditi lijak. Prav tako smo opazovali premikanje volkcev po površini in iskali vzorce. Za vsak posnetek je bilo zapisano število narejenih lijakov glede na celotno skupino.

Po drugi kontroli so bili volkci izkopani. Preverjena je bila prisotnost kokona v posodah, v katerih so volkci nehali graditi lijake. Volkci so bili nato vrnjeni v naravo.

2.6.2 MERJENJE ZVOČNIH SIGNALOV

Zvok smo posneli z akcelometrom Brüel & Kjear 4381 in ojačevalcem Brüel & Kjear 2525 ter programom Avisoft SASLAB PRO, s katerim smo naredili tudi analizo zvočnih posnetkov.

Da smo izmerili vibracije zvoka v zraku je bil akcelometer med predvajanjem glasbe držan v zraku brez stika s podlago. Za meritve vibracij, ki so se prenašale preko podlage (lesena miza, plastična posoda in pesek) je bil akcelometer postavljen na pesek v posodi na določeni razdalji od zvočnika (približno 10 cm – prva vrsta, približno 20 cm – druga vrsta in približno 40 cm – četrta vrsta posod od zvočnika).

S programom Avisoft SASLAB PRO smo posnetke zvoka in vibracij podlage vizualno predstavili v oscilogramih. S Fast Fourier transformacijo smo naredili frekvenčne spektre oz. sonograme in jakostne spektre za primer vsake glasbe. Sonogrami prikazujejo dražljaje zvoka

v zraku ter v posodah v prvi, drugi in četrti vrsti od zvočnika, jakostni spektri pa dražljaje v zraku in posodi v drugi vrsti od zvočnika.

Za potrebe analize so bili vzeti 4-sekundni odlomki pesmi. Za primer metal glasbe je bila uporabljena pesem Burning Throne skupine Acres in za primer klasične glasbe Kinderszenen, Op. 15: No. 1, Dreaming avtorjev Roberta Schummana in Ingerja Södergrena.

REZULTATI

1.2 KVALITATIVNI

Kot kvalitativne podatke bom obravnavala vedenjske vzorce volkcev med gradnjo, ali so gradili lijak ali ne (so se predčasno zabubili) ter ali so ga gradili dvakrat oz. ga naknadno popravljali.

Po prvi kontroli lijaka niso zgradili volkci v posodah 2, 7, 8 in 11. V posodah 7 in 11 je bil površina peska popolnoma ravna – torej takšna kot sem jo pustila prejšnji dan, medtem ko so bile v posodah 2 in 8 prisotne brazde. To pomeni da sta se volkca v drugih dveh posodah premikala po prostoru in iskala idealno mesto za gradnjo lijaka, a ga nista našla, volkca v posodah 7 in 11 pa se nista premaknila izpod peska. Analiza posnetka je to trditev potrdila, saj sem lahko zabeležila natančen čas, ko sta se volkca v posodah 2 in 8 prikazala na površju, čemur je sledilo neurejeno premikanje po površini (večino časa ob robu posode). Večina volkcev je po prikazu na površju pred začetkom gradnje lijaka čakala na mestu (posode 9, 10, 13, 14 in 15) ali se premikala po površini (posode 6, 8, 12). Volkec v posodi 10 se je med čakanjem zakopal nazaj v manjšo jamico. Ostali volkci (posode 1, 2, 3, 4 in 5) so začeli z gradnjo lijaka takoj po prikazu na površju.

Po predvajanju klasične glasbe lijaka niso zgradili volkci v posodah 2, 3, 7, 8 in 11. V posodah 2, 7, 8 in 11 je bila površina peska popolnoma ravna, v posodi 3 pa so bile prisotne brazde. Analiza videa je pokazala, da se je volkec v posodi 3 po prikazu na površju premikal ob robu tik pod površjem peska, nato je pod peskom migriral na sredino posode in se tam znova prikazal. Ostali volkci, ki niso zgradili lijaka se niso prikazali na površju. Po prikazu na površju so volkci v posodah 4, 9, 13 in 15 ped začetkom gradnje lijaka čakali; prvi se je zakopal v jamico. Volkeci v posodah 5, 6 in 12 so se pred gradnjo prosto premikali po prostoru; slednji je krožil ampak ni gradil lijaka. Ostali volkci (posode 1, 10 in 14) so začeli z gradnjo lijaka takoj po prikazu na površju.

Po predvajanju metal glasbe lijaka niso zgradili volkci v posodah 2, 3, 7, 8 in 11. Površina peska v teh posodah je bila popolnoma ravna – ti volkci se med predvajanjem metala torej niso premikali, kar potrjuje tudi analiza posnetka. Volkci v posodah 1, 4, 9, 13 in 15 so pred začetkom gradnje lijaka čakali – volkci v posodah 1, 4 in 13 so se med čakanjem zakopali nazaj v jamico. Volkci, ki niso čakali v jamicah so se med daljšimi dobami mirovanja po malem premikali. Volkec v posodi 13 si je vzel daljši premor med gradnjo lijaka. Volkec v posodi 14 se je pred začetkom gradnje premikal po površini, zgrajen lijak pa je bil zelo majhen in obkrožen z brazdami. Ko sem naslednji dan vstopila v kabinet se je začel volkec v posodi 14 zakopavati pod pesek in zasipavati lijak.

Po drugi kontroli lijaka niso zgradili volkci v posodah 1, 2, 3, 7, 8 in 11. Prisotnih ni bilo nikakršnih brazd, ki bi nakazovale premikanje po pesku. Analiza posnetka je potrdila, da se ti volkci v času snemanja niso premaknili izpod peska. Volkci v posodah 4, 9, 10, 13, 14 in 15 so pred začetkom gradnje lijaka čakali (volkci v posodah 4, 14 in 15 so se zakopali nazaj v jamico). Ostali volkci so začeli lijake graditi takoj po prikazu na površju. Volkca v posodah 5 in 12 sta si vzela daljši premor med gradnjo lijaka (volkecv v posodi 12 je začasno prenehal z gradnjo celo dvakrat).

Ker so nekateri volkci pod posameznim pogojem lijak gradili dvakrat ali ga naknadno popravili, smo spremljali tudi število volkcev, ki je to počelo med posameznim pogojem. Število volkcev, ki je lijak gradilo tudi drugič ali ga popravljalo je bilo največje med predvajanjem klasične glasbe, število se nato zmanjšuje do druge kontrole.

Vsi volkci, ki so nehali graditi lijaka so se predčasno zabubili.

1.3 KVANTITATIVNI

Kot kvantitativne podatke tega eksperimenta bom obravnavala čas prikaza na površini, čas začetka gradnje lijaka, trajanje gradnje lijaka, število lijakov na celotno skupino in premer zgrajenih lijakov ter meritve zvočnih signalov primerov predvajane glasbe.

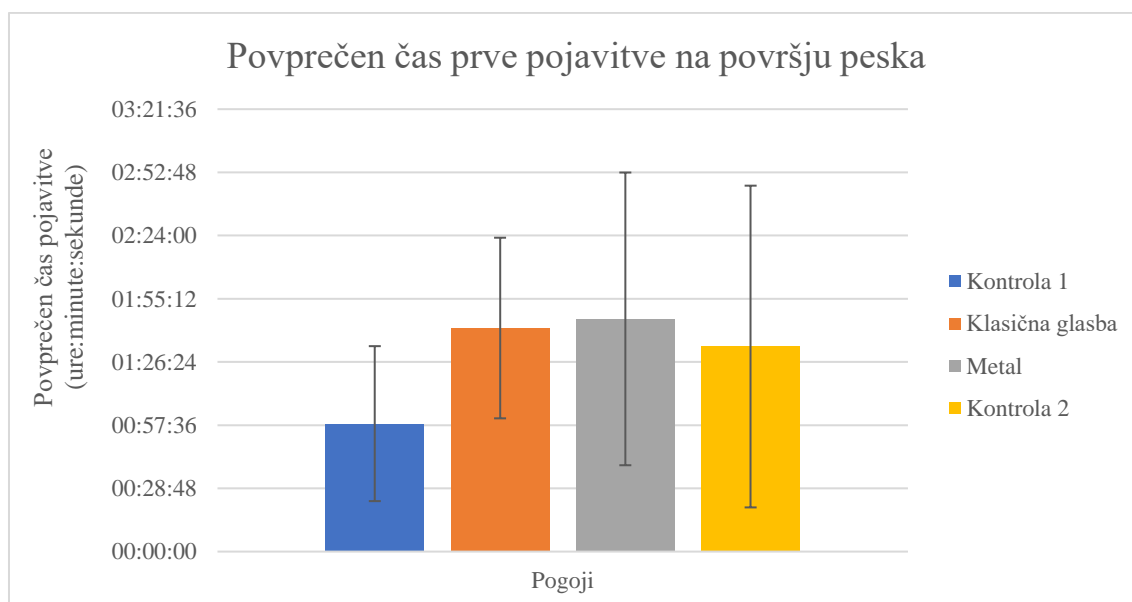
1.3.1 GRADNJA LIJAKOV

Volkci v posodah 7, 8 in 11 lijaka niso gradili že od začetka eksperimenta, zato ne bodo upoštevani pri analizi rezultatov.

3.2.1.1 ČAS PRIKAZA NA POVRŠINI

Tabela 1: Čas prikaza na površini pred prvo gradnjo pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).

Čas prikaza na površini [ure:minute:sekunde] (± 1 s)				
Volkeci (št. Posode)	Pogoji			
	Kontrola 1	Klasična glasba	Metal	Kontrola 2
1	00:06:58	00:18:07	00:11:09	/
2	01:27:06	/	/	/
3	01:49:10	/	/	/
4	00:44:45	01:13:36	02:07:59	00:32:26
5	00:23:03	02:14:24	01:38:36	00:12:57
6	00:43:49	01:37:51	03:20:31	00:47:14
7	/	/	/	/
8	01:08:26	/	/	/
9	01:43:37	01:13:39	01:02:38	02:26:47
10	00:37:48	01:52:08	01:47:06	02:22:48
11	/	/	/	/
12	00:21:12	01:54:40	01:46:53	00:36:21
13	01:50:52	01:41:28	02:19:25	00:48:07
14	01:05:26	02:52:07	00:06:45	02:31:47
15	00:35:47	02:00:43	03:19:23	03:42:30
Povprečje	00:58:18	01:41:52	01:46:02	01:33:26
Standardna deviacija	00:35:19	00:41:09	01:06:42	01:13:18



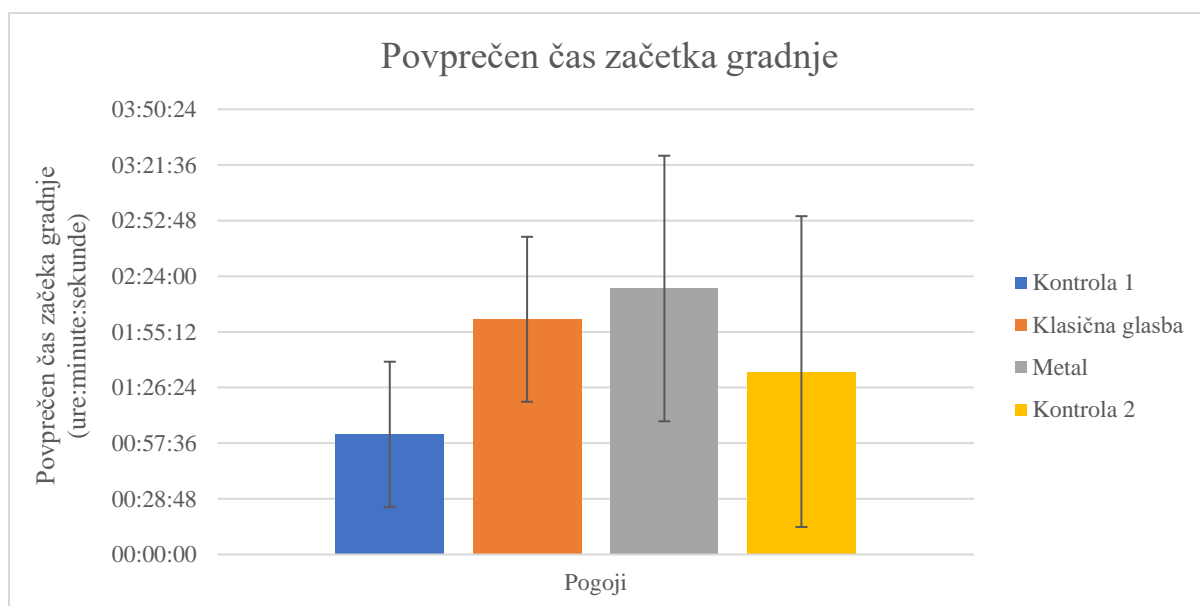
Graf 1: Povprečen čas prve pojavitve na površju pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.

Graf prikazuje povprečen čas po začetku snemanja, pri katerem so se volkci prvič pojavili na površini (zapisan je bil čas prvega lučaja peska). Vidimo lahko, da se čas od prve kontrole do predvajanja metala daljša in nato spet rahlo pade pri drugi kontroli.

3.2.1.2 ZAČETEK GRADNJE LIJAKOV

Tabela 2: Čas začetka prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).

Začetek prve gradnje lijakov [ure:minute:sekunde] (± 1 s)				
Volkci (št. Posode)	Pogoji			
	Kontrola 1	Klasična glasba	Metal	Kontrola 2
1	00:06:58	00:18:07	00:12:28	/
2	01:27:06	/	/	/
3	01:49:10	/	/	/
4	00:44:45	02:25:04	03:19:23	00:50:19
5	00:23:03	02:33:33	01:38:36	00:12:57
6	00:49:44	02:28:43	03:20:31	00:47:14
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	01:47:50	01:36:28	01:04:11	02:28:15
10	00:38:11	01:52:08	01:47:06	02:29:20
11	/	/	/	/
12	00:30:21	01:58:22	01:46:53	00:36:21
13	01:52:37	02:01:25	03:18:44	00:56:27
14	01:34:45	02:52:07	03:07:21	02:51:04
15	00:41:04	02:11:30	03:21:23	03:47:18
Povprečje	01:02:08	02:01:45	02:17:40	01:34:40
Standardna deviacija	00:37:39	00:42:41	01:08:43	01:20:26

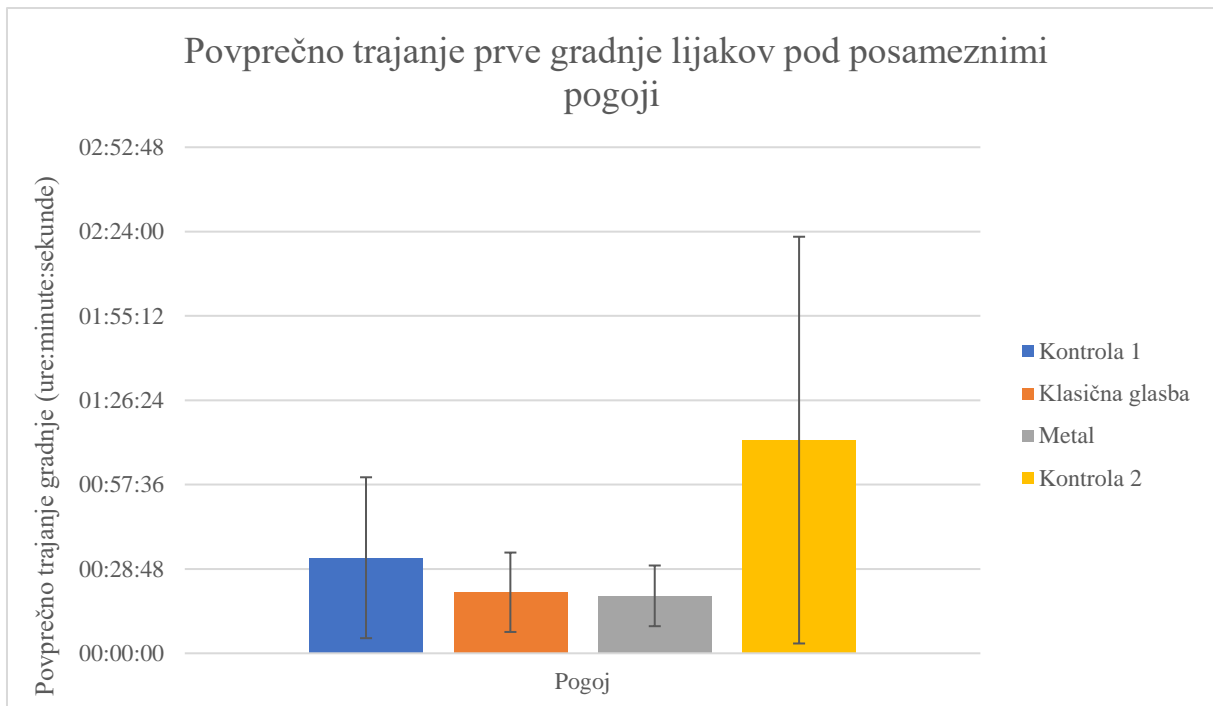


Graf 2: Povprečen čas začetka prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.

3.2.1.3 TRAJANJE GRADNJE LIJAKOV

Tabela 3: Trajanje prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).

Trajanje prve gradnje lijakov [ure:minute:sekunde] (± 1 s)				
Volkci (št. Posode)	Pogoji			
	Kontrola 1	Klasična glasba	Metal	Kontrola 2
1	00:24:21	00:49:41	00:12:46	/
2	00:08:53	/	/	/
3	00:12:44	/	/	/
4	00:21:58	00:10:34	00:27:43	00:24:32
5	01:12:21	00:17:36	00:21:13	03:26:03
6	00:32:45	00:21:55	00:27:15	01:36:42
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	00:17:22	00:08:17	00:11:38	00:42:44
10	00:17:21	00:05:39	00:06:47	00:22:03
11	/	/	/	/
12	01:33:47	00:35:37	00:13:23	02:47:49
13	00:59:59	00:12:16	00:36:27	00:44:00
14	00:13:08	00:25:46	00:09:30	00:17:09
15	00:16:55	00:21:05	00:29:29	00:34:09
Povprečje	00:32:38	00:20:51	00:19:37	01:12:48
Standardna deviacija	00:27:28	00:13:33	00:10:22	01:09:27



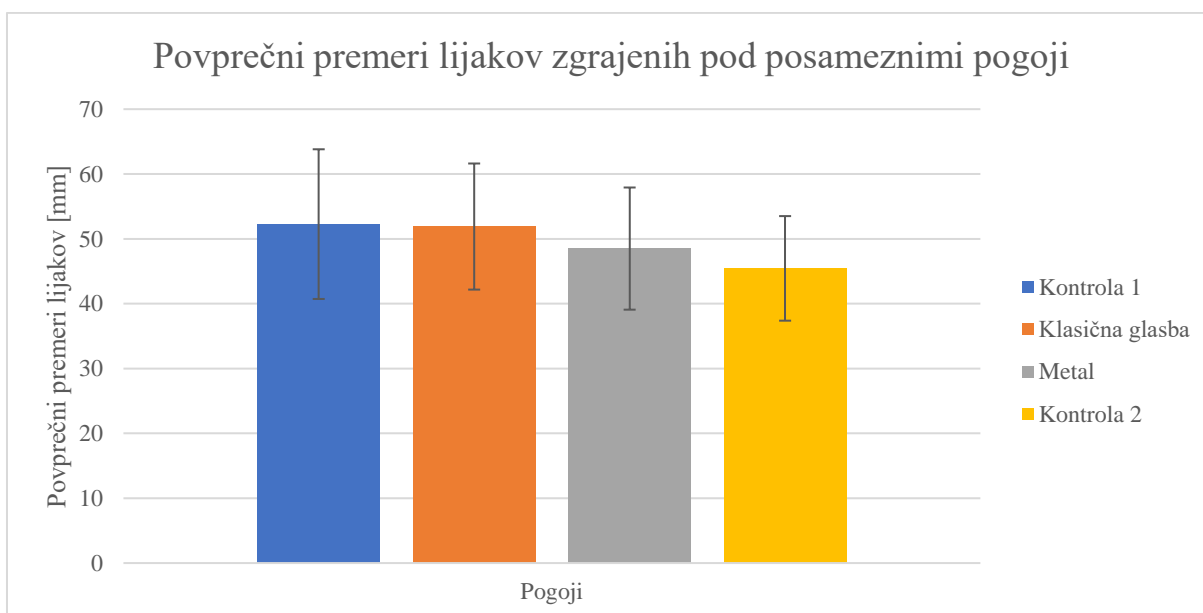
Graf 3: Povprečno trajanje prve gradnje lijakov pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.

Graf prikazuje povprečen čas, ki so ga volkci porabili za izgradnjo prvega lijaka. Vidimo lahko, da so volkci od prve kontrole do predvajanja metala porabili vedno manj časa, medtem ko se potreben čas pri drugi kontroli spet znatno poveča.

3.2.1.4 PREMER ZGRAJENIH LIJAKOV

Tabela 4: Premer lijaka, zgrajenega med posameznimi pogoji pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)).

Premer zgrajenih lijakov [mm] (± 1 mm)				
Volkci (št. Posode)	Pogoji			
	Kontrola 1	Klasična glasba	Metal	Kontrola 2
1	62	62	55	/
2	/	/	/	/
3	40	/	/	/
4	67	55	61	58
5	51	49	43	43
6	57	46	48	48
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	44	51	52	43
10	36	36	34	36
11	/	/	/	/
12	60	58	55	52
13	54	48	53	51
14	37	44	32	32
15	67	70	52	46
Povprečje	52	52	49	45
Standardna deviacija	12	10	9	8



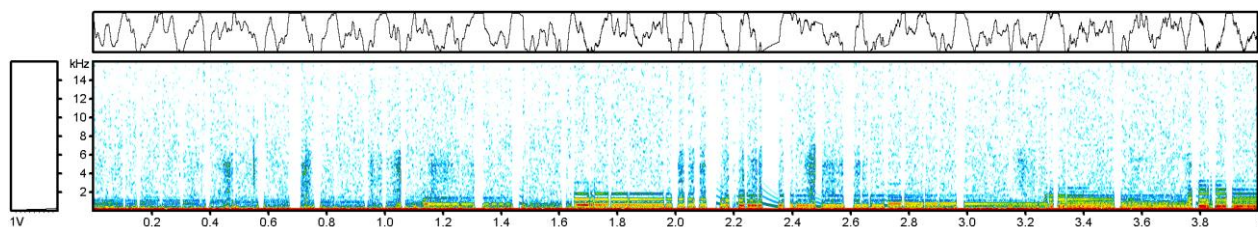
Graf 4: Povprečni premeri lijakov zgrajenih pod posameznimi pogoji (kontrola 1 (tišina), klasična glasba, metal in kontrola 2 (tišina)) z izračunanimi pozitivnimi in negativnimi standardnimi deviacijami.

Graf prikazuje povprečne premere lijakov, ki so jih volkci zgradili pod posameznim pogojem. Če so volkci gradili lijak dvakrat ali ga naknadno popravljali se je upošteval premer lijaka druge oz. zadnje gradnje. Iz grafa lahko razberemo, da se je glede na skupino premer lijaka manjšal od prve do druge kontrole. Iz tabele 4 je prav tako razvidno, da je hkrati število zgrajenih lijakov glede na celotno skupino padalo.

1.3.2 MERITVE ZVOKA

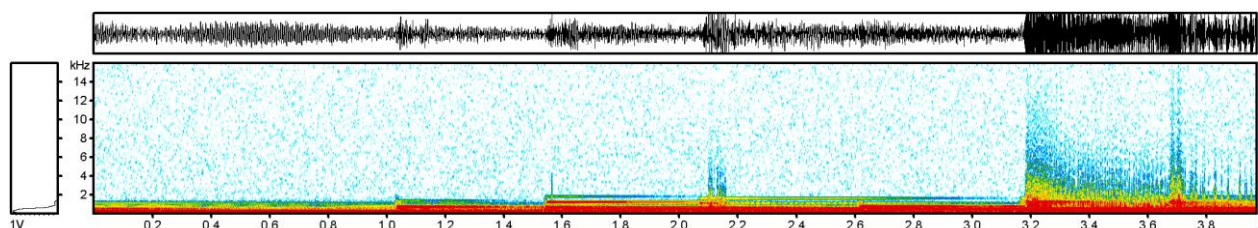
1.3.2.1 KLASIČNA GLASBA

Slike prikazujejo sonograme in jakostne spektre 4-sekundnega odlomka iz pesmi Kinderszenen, Op. 15: No. 1, Dreaming.



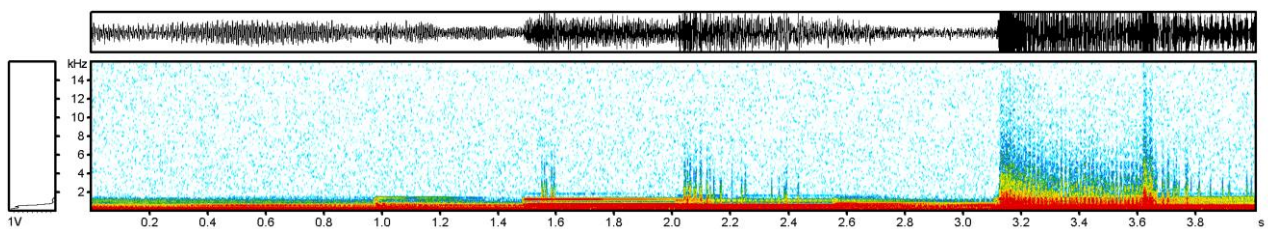
Slika 8: Sonogram primera klasične glasbe v zraku (lastna slika).

Akcelerometer je bil držan v roki, ki ni bila naslonjena na podlago v oddaljenosti približno 30 cm od zvočnika. Na sonogramu lahko vidimo zvoke različnih jakosti prikazane s različnimi barvami. Prisotni so čisti toni, in sicer osnovni toni ter višji harmonični toni, ki se kažejo kot posamezne horizontalne barvne črte. Opazne so tudi posamezne dobe in premori v skladbi, ki so vidne iz belih presledkov med močnejšimi z barvo prikazanimi toni oz. zvoki. V ozadju je prisoten določen nizkofrekvenčni šum prostora (okoli 200 Hz), ki se kaže kot neprekinjena živo-rdeča črta na dnu sonograma.



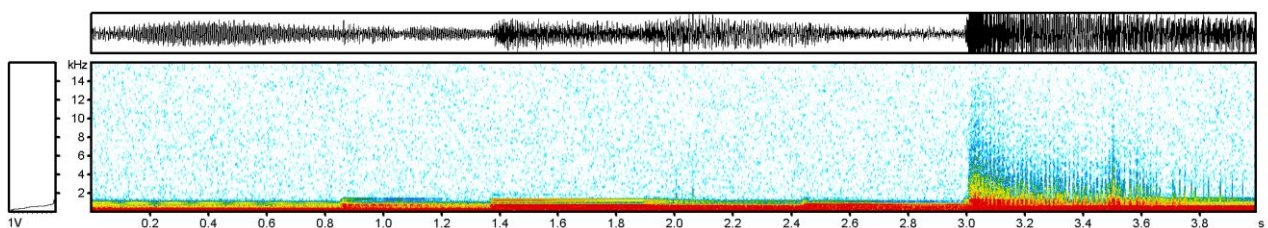
Slika 9: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v prvi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 10 cm od zvočnika. Zaradi prenosa zvoka preko površine podlage (lesena miza, plastična posoda in pesek) se je zvočni signal precej spremenil. Sedaj govorimo o vibracijah podlage, ne o zvoku. Na sonogramu lahko vidimo zlivanje tonov, ki niso več jasno ločeni, kar je posledica odbojev vibracij od sten posode. Prav tako ne ločimo več posameznih dob ali premorov – zaradi konstantnega nihanja peščenih delcev so se prej jasno ločene frekvence pomešale in zadušile. Ojača se tudi nizko frekvenčni šum opazen na dnu sonograma, ki je sedaj pomešan z nižjimi frekvencami vibracij podlage, ki jih povzroča glasba.



Slika 10: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 20 cm od zvočnika. Vidimo lahko da so določene frekvence (npr. pri času 1,6 s in med 2,0 in 2,4 s) ojačane v primerjavi s sonogramov na *Sliki 2*. To je verjetno posledica vibracij preko lesene mize. Sicer so vrhovi podobni. Še zmeraj je prisoten relativno močen šum pri nižjih frekvencah.



Slika 11: Sonogram primera klasične glasbe v posodi v četrti vrsti od zvočnika (lastna slika).

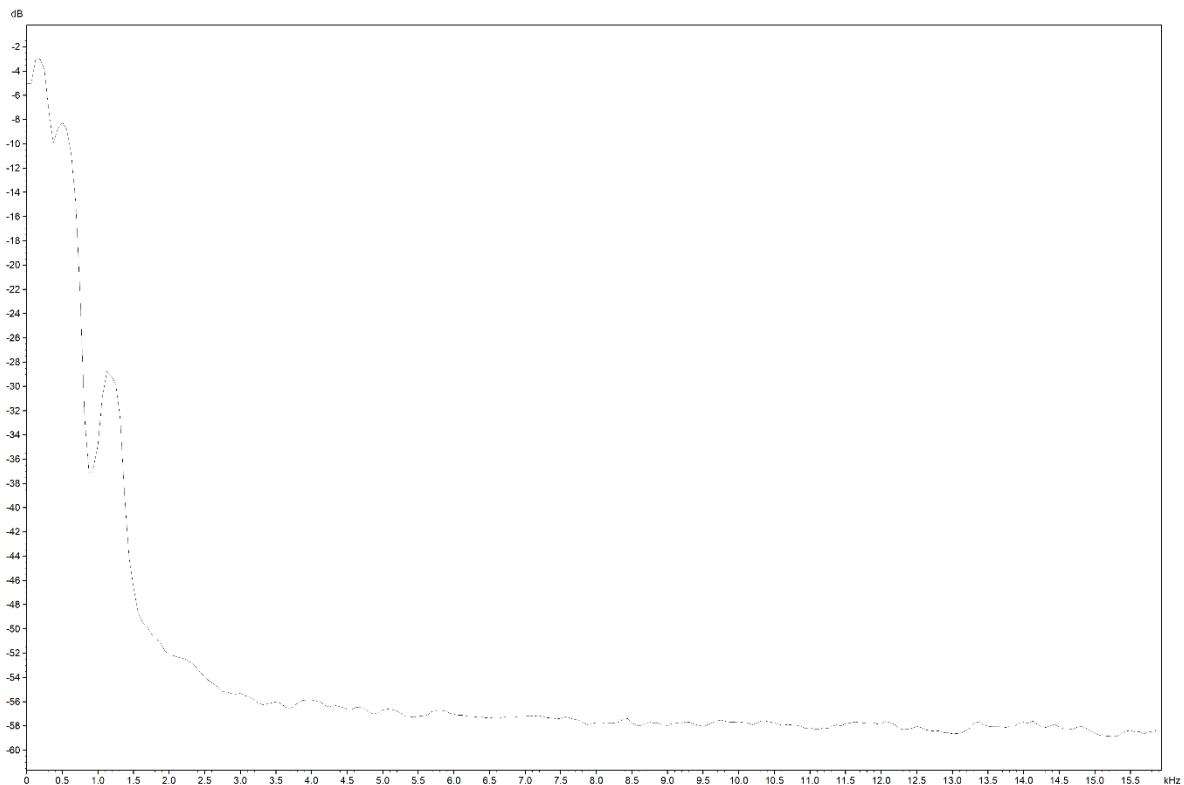
Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 20 cm od zvočnika. Močnejše jakosti vibracij od 3. do 4. sekunde so se ohranile, le da so v primerjavi s *Sliko 2* in *3* šibkejše. Vrhovi pri času 1,6 s in med 2,0 in 2,4 s so se v četrti posodi skoraj popolnoma izgubili, kar je posledica prevelike oddaljenosti od zvočnika, zaradi katere je jakost vibracij manjša. Prav tako so bile verjetno odfiltrirane v pesku. Šum v nižjih frekvencah se nekoliko zniža, za kar je

krivo dušenje vibracij, ki se prenašajo po podlagi. Dušenje se povečuje z oddaljenostjo od zvočnika – vira vibracij.



Slika 12: Jakostni spekter primera klasične glasbe v zraku (lastna slika).

Akcelerometer je bil držan v roki, ki ni bila naslonjena na podlago v oddaljenosti približno 30 cm od zvočnika. Vidimo lahko štiri izrazite vrhove, ki prikazujejo prej omenjen osnovni ton (pri 554 Hz) in višje harmonične tone (npr. pri 1143 Hz). Pri 185 Hz se pojavi visok vrh, ki predstavlja šum prostora v ozadju.

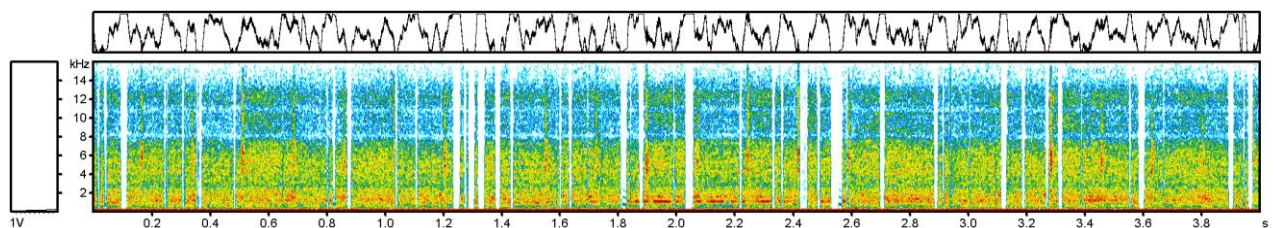


Slika 13: Jakostni spekter primera klasične glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 20 cm od zvočnika. Opazimo podobne vrhove kot na *Sliki 5*, vendar so ti precej ojačani verjetno zaradi lesene mize, preko katere so se prenašale vibracije. Določeni višji harmonični toni (tisti z višjimi frekvencami) so se odfiltrirali v pesku ali se izgubili v mešanici vrhov podobne in relativno nizke jakosti.

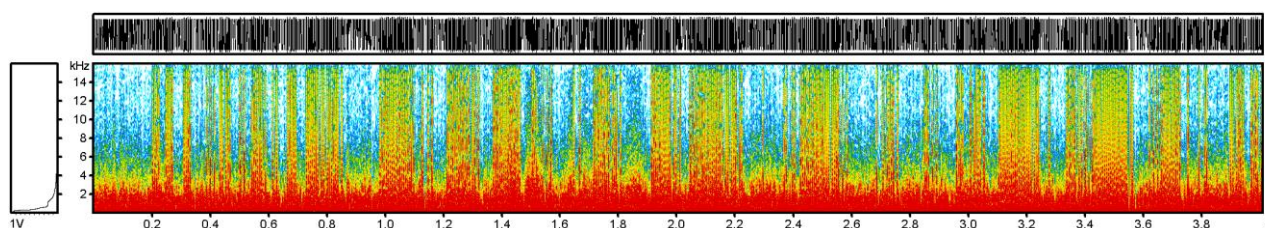
1.3.2.2 METAL

Slike prikazujejo sonograme in jakostne spektre 4-sekundnega odlomka iz pesmi *Burning Throne*.



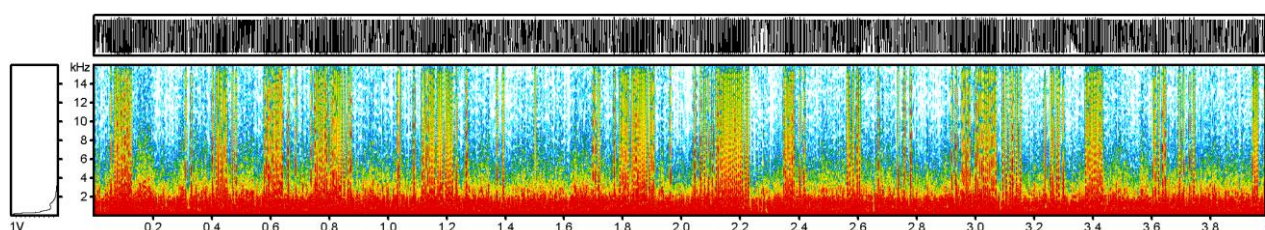
Slika 14: Sonogram primera metal glasbe v posodi v zraku (lastna slika).

Akcelerometer je bil držan v roki, ki ni bila naslonjena na podlago v oddaljenosti približno 30 cm od zvočnika. Opazimo lahko, da je metal dosti bolj heterogen v frekvenčni sestavi kot klasična glasba. Ne ločimo več jasnih tonov in harmonij temveč le mešanico zvokov. Veliko jakost doseže pri različnih frekvencah, kar je razvidno že iz širših pasov toplejših in bolj izrazitih barv na sonogramu. Tudi pri metalu so prisotni premori prikazani z belimi presledki. Prav tako je še zmeraj prisoten šum prostora razviden iz ozkega pasu živo-rdeče barve na dnu sonograma.



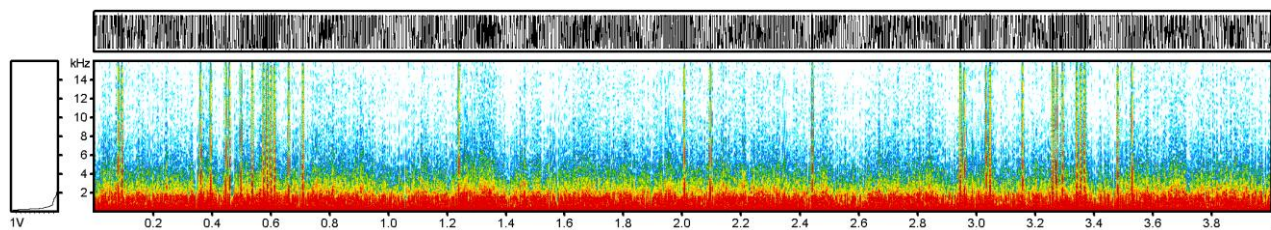
Slika 15: Sonogram primera metal glasbe v posodi v prvi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 10 cm od zvočnika. Tako kot pri primeru klasične glasbe se tudi tukaj pojavi zlivanje prej ločenih dob. Nižje frekvence 2-4 Hz so ojačane in skupaj s šumom tvorijo širok živo-rdeč pas na dnu sonograma. Vidimo močnejše dobe v pesmi označene z rumenkasto zelenimi stolpci, ki verjetno predstavljajo močne udarce bobna ali base z višjimi harmoničnimi toni.



Slika 16: Sonogram primera metal glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 20 cm od zvočnika. Vidimo postopno zmanjševanje jakosti frekvenc, kar označujejo vse svetlejšje barve predvsem višjih frekvenc, kot tudi izginjanje posameznih dob, ki so se izgubile pri prenosu preko podlage.



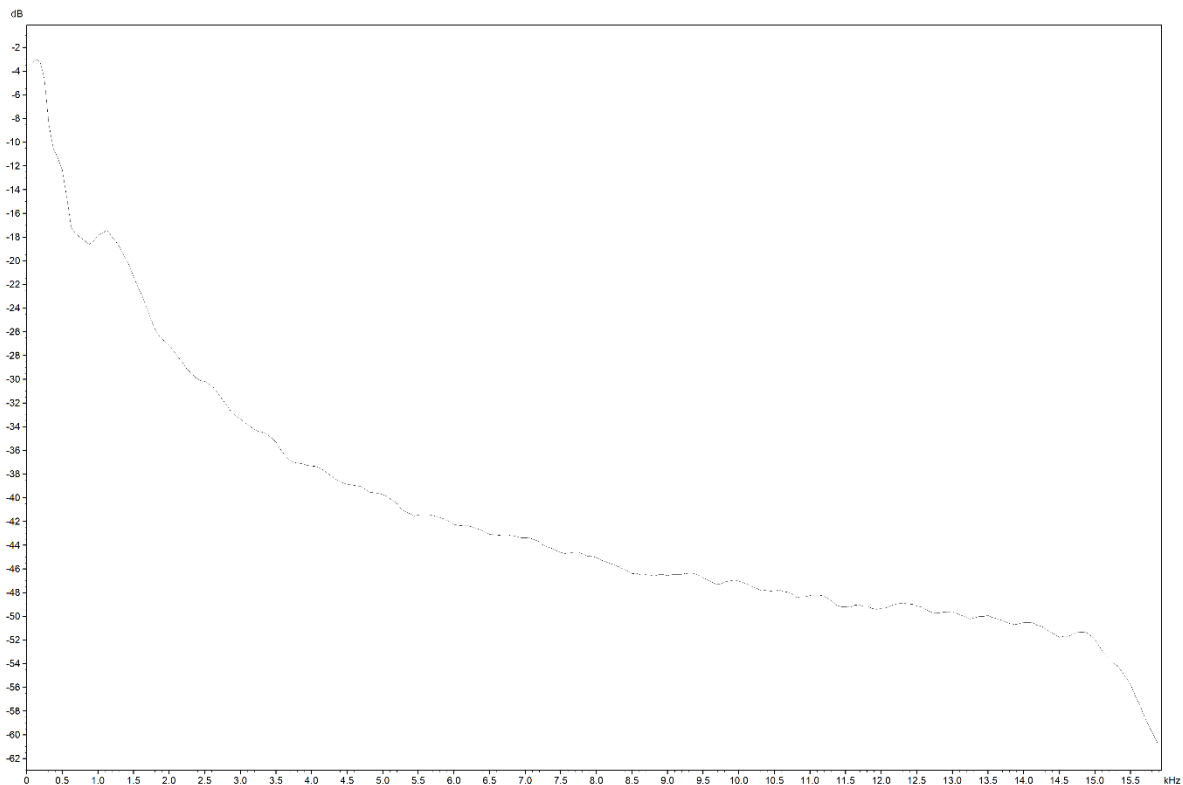
Slika 17: Sonogram primera metal glasbe v posodi v četrti vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 40 cm od zvočnika. Posamezne dobe skorajda več niso razpoznavne – večinoma so se popolnoma izgubile. Močne ostajajo le nižje frekvence in pa določene dobe, ki jih verjetno povzročajo bobni.



Slika 18: Jakostni spekter primera metal glasbe v zraku (lastna slika).

Akcelerometer je bil držan v roki, ki ni bila naslonjena na podlago v oddaljenosti približno 30 cm od zvočnika. Vidimo izrazito več vrhov večje jakosti kot pri klasični glasbi predvsem pri višjih frekvencah. Vrhovi se med seboj povezujejo in niso jasno ločeni kakor pri čistih tonih. Opazimo tudi enk šum pri 185 Hz kot na *Sliki 5*.



Slika 19: Jakostni spekter primera metal glasbe v posodi v drugi vrsti od zvočnika (lastna slika).

Akcelerometer je bil položen na pesek v posodi oddaljeni približno 20 cm od zvočnika. Razen ojačenega šuma vrhov več ne vidimo. Jakosti spekter predstavlja mešanico vrhov nižjih in višjih frekvenc podobne jakosti, ki zelo postopno pojenja. Vidimo tudi vrh pri približno 1300 Hz, ki verjetno označuje močnejše dobe prej vidne na sonogramu, ki jih povzročajo izraziti basi ali udarci bobnov in njihovi višji harmonični toni.

1.4 RAČUNANJE IN OBDELAVA PODATKOV

Vsi računi so bili opravljeni v programu Excel.

Za računanje povprečja je bila uporabljena funkcija AVERAGE, ki operira s formulo:

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

kjer je vsak x izmerjen čas ali premer lijaka, n pa predstavlja število ponovitev oz. vzorcev.

Standardne deviacije so bile izračunane s funkcijo STDEV in naslednjo formulo:

$$\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

kjer je x povprečen čas ali premer lijakov v vzorcu, n pa predstavlja število ponovitev oz. vzorcev.

Za p-vrednosti je bil uporabljena funkcija T.TEST z izbranimi (two-tailed in paired t-test možnostmi, ki računajo s formulo):

$$\frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n - 1}}}$$

Kjer je d razlika glede na populacijo in n je število vzorcev oz. ponovitev znotraj populacije.

3.3.1 STATISTIČNI TEST

Za preverjanje statistične veljavnosti rezultatov sem v Excelu izračunala t-test za en vzorec (v angleščini one-sample ali paired t-test). Ker v hipotezah nisem predpostavila, v katero smer bodo različne vrste glasbe vplivale na trajanje gradnje in čas pojavitve – torej nisem predvidevala da bodo čas gradnje podaljšale ali skrajšale ter da bodo premeri lijakov glede na določen pogoj manjši ali večji – sem uporabila funkcijo two-tailed t-test, ki preverja razlike v obeh smereh. Dobljene p-vrednosti so bile nato primerjane z kritično vrednostjo 0,05 in spoznane kot statistično veljavne, če so bile manjše od naveden kritične vrednosti. Rezultati statističnega testa se nahajajo v prilogah.

RAZPRAVA

Cilj te naloge je bil raziskati vpliv različnih zvrsti glasbe na volkce in njihovo gradnjo lijakov – natančneje čas pojavitve na površju peska, začetek in trajanje prve ter druge gradnje (če je ta prisotna), specifične vedenjske vzorce med gradnjo ter premer zgrajenega lijaka. Razlike med dvema zvrstema glasbe – klasični in metal glasbo – smo preverjali s pomočjo analize jakosti frekvenc, ki je pokazala, da klasično glasbo sestavljajo jasni osnovni in višji harmonični toni, medtem ko je metal mešanica večih frekvenc velikih jakosti. Prav zaradi večjih jakosti naj bi volkcem povzročala več stresa kot klasična glasba, ki je tišja. Pri prenosu preko različnih površin kot so les, plastika in pesek se zvočni signali precej spremenijo. Višje frekvence se skoraj popolnoma izgubijo v pesku, medtem ko so nižje ojačane zaradi lesene mize. Nastane mešanica vrhov podobnih jakosti, ki počasi pojenjajo z večjo oddaljenostjo od zvočnika.

Rezultati so pokazali, da v primerjavi s prvo kontrolo volkci v povprečju porabijo več časa, da se pojavijo na površju peska med predvajanjem glasbe (čas pojavitve ob predvajanju klasične glasbe = 01:41:52 (ure:minute:sekunde), $p < 0,05$ in čas pojavitve ob predvajanju metal glasbe = 01:46:02 (ure:minute:sekunde), $p < 0,05$), torej se jim je podaljšala prva faza gradnje. Iz tega lahko sklepamo, da je predvajanje glasbe za volkce povzročalo določeno količino stresa, zaradi katerega so se počutili ogroženo oz. primorani ostati v skrivališču (pod peskom) dlje časa kot v primeru odsotnosti glasbe. Primerjava povprečnega časa pojavitve pri predvajanju klasične in metal glasbe ni pokazala statistično veljavnih razlik ($p = 0,863$), kar pomeni, da sta obe situaciji povzročali približno enako količino stresa za ličinke volkcev. Glede na to, da tudi primerjava druge kontrole (povprečen čas pojavitve = 01:33:26 (ure:minute:sekunde)) z ostalimi pogoji (prvo kontrolo, klasično in metal glasbo) statistično ni pokazala nobenih razlik, so bili volkci verjetno dlje časa pod vplivom glasbe, ki je predstavljala stresor in so zato preventivno ostali skriti dlje časa, čeprav glasba ni bila več prisotna, vendar pod peskom niso ostali dlje kot med predvajanjem glasbe.

Po pojavitvi na površju so nekateri volkci lijak začeli graditi takoj, drugi pa so pred gradnjo čakali na mestu – na površju peska ali zakopani v jamico (druga faza gradnje) – ali pa se premikali po prostoru, kar je puščalo vidne brazde na površju peska (tretja faza gradnje). V prvi kontroli in klasični glasbi so bile brazde prisotne pri enem volkcju (v posodi 2 pri prvi kontroli in v posodi 3 pri klasični glasbi), pri metalu ter drugi kontroli pa pri nobenem več. To pomeni, da so pri prvih dveh pogojih volkci še poskušali najti idealno mesto za gradnjo lijaka (njihova gradnja je dosegla tretjo stopnjo), kljub stresu zaradi klasične glasbe, pri metal glasbi pa je bil

stres že prevelik, zato so raje ostali zakopani in skriti pred nevarnostjo. Pod vplivom tega stresa so ostali tudi med drugo kontrolo. Enako se je zgodilo tudi z volkci, ki so lijak zgradili, ampak so se pred začetkom gradnje premikali po prostoru. Takšni volkci so bili pri prvi kontroli in klasični glasbi trije (volkci v posodah 6, 8 in 12 pri prvi kontroli in v posodah 5, 6 in 12 pri klasični glasbi), pri metalu in drugi kontroli pa so volkci pred gradnjo čakali na mestu (torej so izpustili tretjo fazo gradnje) ali pa se sploh niso prikazali na površju peska. Hkrati se je od prve do druge kontrole povečalo število volkcev, ki so se po prikazu na površju zakopali nazaj v jamico (druga faza gradnje). Pri prvi kontroli in klasični glasbi je bil takšen le po en volkec (volkec v posodi 10 pri prvi kontroli in v posodi 4 pri klasični glasbi), pri metalu in drugi kontroli pa so se nazaj zakopali trije (volkci v posodah 1, 4 in 13 pri metal glasbi in v posodah 4, 14 in 15 pri drugi kontroli). To nakazuje na to, da so se volkci počutili ogroženo in zato niso želeli ostati izpostavljeni potencialni nevarnosti, kar jim je preprečilo da bi preskočili drugo fazo gradnje kot so to v večini počeli pri prvi kontroli in klasični glasbi.

Glede na *Graf 2* so volkci začeli lijak graditi najkasneje med predvajanjem metal glasbe (povprečen čas začetka gradnje = 01:02:08 (ure:minute:sekunde)), sledi klasična glasba (povprečen čas začetka gradnje = 02:01:45 (ure:minute:sekunde)), druga kontrola (povprečen čas začetka gradnje = 01:34:40 (ure:minute:sekunde)) in prva kontrola (povprečen čas začetka gradnje = 01:02:08 (ure:minute:sekunde)). Glasba je torej povzročila zamik četrte faze gradnje. Tudi te rezultate lahko razlagamo s količino stresa, ki ga je povzročal posamezni pogoj. Pri prvi kontroli so bili volkci izpostavljeni minimalnemu stresu, zato so začeli lijake graditi dokaj hitro. Klasična glasba je predstavljala stresor zaradi katerega so pri gradnji oklevali, saj so med samo gradnjo najbolj izpostavljeni plenilcem. Metal je s svojo jakostjo predstavljal še večji stres, zato se je tudi čas potreben za začetek gradnje podaljšal. Čeprav pri drugi kontroli stresorja v obliki glasbe ni bilo več prisotnega, so bili volkci še vedno pod vplivom glasbe in so z gradnjo zato preventivno počakali dlje časa. Statistični test je potrdil razlike med prvo kontrolo ter klasično in metal glasbo, medtem ko primerjava med klasično in metal glasbo ($p = 0,295$) ter med drugo kontrolo in ostalimi pogoji ni pokazala statistično veljavnih razlik ($p = 0,226$ za primerjavo z prvo kontrolo, $p = 0,224$ za primerjavo s klasično glasbo in $p = 0,117$ za primerjavo z metalom).

Trajanje prve gradnje lijaka se glede na *Graf 3* od prve kontrole do metala krajša (povprečno trajanje gradnje pri prvi kontroli = 00:32:38 (ure:minute:sekunde), ob predvajanju klasične glasbe = 00:20:51 (ure:minute:sekunde) in ob predvajanju metal glasbe = 00:19:37

(ure:minute:sekunde)), in nato izrazito podaljša za drugo kontrolo (povprečno trajanje pri drugi kontroli = 01:12:48 (ure:minute:sekunde)), kar nakazuje na krajšanje pete faze gradnje ob prisotnosti močnejših glasbenih dražljajev. To lahko ponovno povežemo s stresom, ki so ga volkci doživljali med posameznimi pogoji. Ko glasba ni bila prisotna so si za gradnjo lijaka vzeli več časa, saj se pri tem niso počutili motene ali ogrožene. Ko je bila prisotna klasična glasbe so bili izpostavljeni določeni količini stresa, zaradi katerega so želeli gradnjo lijaka zaključiti prej, da so se lahko skrili nazaj pod pesek, kjer so bolj zakriti in zato varnejši pred nevarnostjo. Metal je zaradi mešanice različnih frekvenc velike jakosti povzročal še večji stres, ki je volkce prisilil v še hitrejši umik pod pesek. Kljub temu statistični test za večino primerov ni pokazal veljavnih razlik med posameznimi pogoji ($p = 0,107$ za primerjavo med prvo kontrolo in klasično glasbo, $p = 0,083$ za primerjavo med prvo kontrolo in metalom, $p = 0,062$ za primerjavo med prvo in drugo kontrolo, $p = 0,840$ za primerjavo med klasično in metal glasbo ter $p = 0,055$ za primerjavo med metalom in drugo kontrolo). Za to so najverjetneje krive velike standardne deviacije prisotne pri izračunanem povprečju za vsak pogoj, ki označujejo velike razlike v času potrebnem za gradnjo lijaka med posameznimi volkci. Edina statistično veljavna razlika se pojavi v primerjavi med klasično glasbo in drugo kontrolo, kar lahko pripišemo velikim standardnim deviacijam.

Nekateri volkci so lijak po prvi gradnji še popravljali ali ga začeli graditi znova (kar upoštevamo pod sedmo fazo gradnje), zato smo spremljali tudi pogostost pojava druge gradnje. Pri prvi kontroli so lijak drugič gradili štiri volkci (v posodah 1, 4, 10 in 15), med predvajanjem klasične glasbe jih je drugič gradilo sedem (v posodah 1, 4, 9, 10, 12, 13 in 14), med predvajanjem metala spet štiri (v posodah 1, 9, 10 in 12) in pri drugi kontroli le dva (v posodah 4 in 10). Vidimo lahko, da je število največje med predvajanjem klasične glasbe, enako za prvo kontrolo in metal ter najmanjše za drugo kontrolo. Iz tega lahko sklepamo, da glasbena zvrst nima neposrednega vpliva na pojavitev druge gradnje oz. sedme faze gradnje ali pa je bilo število volkcev v skupini premajhno, da bi se vzorec dobro izrazil.

Tekom eksperimenta se je število volkcev, ki so gradili lijake manjšalo. Pri prvi kontroli lijaka ni zgradil en volkec (v posodah 2), med predvajanjem klasične glasbe lijaka nista zgradila dva volkca (v posodah 2 in 3), med predvajanjem metala je število ostalo enako in pri drugi kontroli lijaka niso zgradili trije volkci (v posodah 1, 2 in 3). Ker je bilo število zgrajenih lijakov pri prvi kontroli (11) večje kot pri drugi kontroli (9) lahko potrdim drugo hipotezo. Glede na to da je število zgrajenih lijakov ostalo enako med poslušanjem klasične glasbe in metal glasbe

moram zavrniti prvo hipotezo, v kateri sem predvidevala, da bo zaradi večje jakosti metal glasbe majn volkcev zgradilo lijake. To dokazuje, da zvrst glasbe nima izrazitega vpliva na verjetnost, da bodo volkci zgradili lijake, saj verjetno že sama prisotnost glasbe predstavlja stres, ki se ne povečuje drastično s spreminjanjem jakosti različnih frekvenc. Čeprav se je zvočni signal močno spremenil z večjo oddaljenostjo od zvočnika in izgubil jakost v določenih frekvencah, se volkci niso odzivali drugače glede na oddaljenost njihove posode od zvočnika. Lijak sta poleg volkcev, ki lijakov niso delali že od začetka, prva nehala graditi volkca v posodah 3 in 1, ki sta bila najbolj oddaljen od zvočnika, zato moram zavreči tretjo hipotezo, v kateri sem predvidevala, da bodo volkci bližje zvočniku lijake nehali graditi prej kot tisti, ki so bili od zvočnika bolj oddaljeni. To pomeni, da razlike v zvočnih signalih – bolj natančno jasnost in moč različnih frekvenc – na volkce nimajo izrazitega vpliva.

Poleg manjšega števila zgrajenih lijakov se je glede na *Graf 4* manjšal tudi premer zgrajenih lijakov od prve do druge kontrole. Statistični test sicer ni pokazal veljavnih razlik med povprečnimi premeri lijakov zgrajenih pod posameznimi pogoji, saj so razlike izredno majhne, standardne deviacije pa relativno velike. To moramo pripisati različni velikosti volkcev vključenih v eksperiment – večji volkci namreč gradijo večje lijake. Volkci pred začetkom eksperimenta niso bili stehtani, kar pomeni, da razlik v premerih lijakov ne moremo pripisati zgolj neodvisnim spremenljivkam.

VREDNOTENJE HIPOTEZ

Nulta hipoteza: Število zgrajenih lijakov se ne bo razlikovalo med prvo in drugo kontrolo, kakor tudi ne po poslušanju klasične ter metal glasbe. **Zavrnjena.**

Hipoteza 1: Po izpostavljenosti metal glasbi, bo število lijakov glede na skupino manjše kot po izpostavljenosti klasični glasbi, saj bo amplituda tresljajev večja, kar bo povzročalo več stresa in predčasno zabubljenje volkcev. **Zavrnjena.**

Hipoteza 2: Pri drugi kontroli (po poslušanju glasbe) bo glede na skupino zgrajenih manj lijakov, kot pri prvi kontroli (pred poslušanjem glasbe), saj bodo volkci še zmeraj pod vplivom stresa in zato ne bodo gradili lijakov ali pa se bodo pred tem že zabubili. **Potrjena.**

Hipoteza 3: Volkci v posodah oštevilčenih s 13, 14 in 15 se bodo zabubili oz. nehali graditi lijake prej kot volkci v posodah oštevilčenih z 1, 2, 3 in 4, saj bodo prvi bližje zvočniku in tako pod večjim stresom zaradi močnejših dražljajev kot slednji, ki so od zvočnika najbolj oddaljeni. **Zavrnjena.**

ZAKLJUČEK

Razlike med jakostjo frekvenc različnih zvrsti glasbe vpliva na čas pojava volkcev na površju peska, ki se izrazito podaljša od prisotnosti glasbe, vendar se med različnimi glasbenimi zvrstmi ne razlikuje opazno. Zaradi prisotnosti glasbe se volkci nehajo premikati po površju peska (opuščajo torej tretjo fazo gradnje) in se raje skrijejo nazaj v jamico, kar se stopnjuje z naraščajočo jakostjo glasbe (torej od klasične glasbe do metala). Čas, ki ga volkci porabijo pred začetkom gradnje lijaka, se z naraščajočo jakostjo glasbe prav tako podaljša (daljšata se torej druga in tretja faza gradnje), in sicer največ časa med pojavitvijo na površju in začetkom gradnje porabijo med predvajanjem metal, nato klasične glasbe, druge kontrole in prve kontrole. Volkci nato gradijo lijak krajši čas (krajša se torej peta faza gradnje), če je prisotna glasba večje jakosti – med predvajanjem metal glasbe so porabili najmanj časa, sledi klasična glasba ter prva in druga kontrola. Naknadno popraviljanje lijaka oz. druga gradnja (sedma faza gradnje) z zvrstjo predvajane glasbe ni pogojena, saj je največ volkcev lijak gradilo ponovno med predvajanjem klasične glasbe, število je bilo enako za prvo kontrolo in metal glasbo ter najmanjše za drugo kontrolo. Število volkcev, ki je gradilo lijake se je od prve do druge kontrole zmanjšalo, vendar se ni razlikovalo med posameznima glasbenima zvrstema. Sama verjetnost gradnje torej ni pogojena z zvrstjo predvajane glasbe temveč le s prisotnostjo motečih faktorjev (v tem primeru glasbe). Čeprav prenos zvoka preko površine povzroča opazne spremembe zvočnih signalov, katerim se izgubijo višje frekvence in ojačajo nižje frekvence, ki se zlijejo v nerazločno mešanico in izgubljajo jakost s tem večjo oddaljenostjo od zvočnika, volkci ne reagirajo v skladu z omenjenimi spremembami. Lijake so namreč prenehali graditi volkci najdlje od zvočnika, medtem ko je vrsta najbližje zvočniku lijake gradila do konca poskusa. Premer zgrajenih lijakov se je sicer zmanjšal z naraščajočo jakostjo frekvenc predvajane glasbe, vendar so rezultati lahko posledica različne velikosti ličink volkca.

Rezultate lahko razlagamo tako, da posameznemu pogoju pripišemo določeno količino stresa, ki ga je ta povzročala volkcem. Prva in druga kontrola sta bila ne stresna pogoja, pri katerih so bili volkci v mirnem in tihem okolju. Klasična glasba je glede na zvočno analizo z jasnejšimi in šibkejšimi frekvencami predstavljala manjši stres kot heterogena mešanica močnih frekvenc, ki jo predstavlja metal. Volkci so se tako že ob prisotnosti klasične glasbe počutili ogroženo oz. neprijetno, zato so oklevali z gradnjo lijaka, se med čakanjem skrili pred morebitno nevarnostjo ali pa se izpod peska sploh niso prikazali ter se posledično odpovedali gradnji lijaka. Pri metalu je bil stres še večji, prej vidni rezultati pa v večini primerih podkrepljeni. Pri

drugi kontroli so tudi v odsotnosti stresorja (glasbe) še zmeraj oprezali za nevarnostjo in zato iz previsnosti raje ostali skriti v primeru vrnitve stresorja. Zaradi tega bi lahko govorili o potencialnih dolgoročnih vplivih glasbe na volkce vrste *Euroleon Nostras*, vsekakor pa bi bilo treba to teorijo še dodatno testirati.

DRUŽBENA ODGOVORNOST

V današnjem svetu smo neprestano izpostavljeni motečim faktorjem. Nekaterih se zavedamo in se jim poskušamo umikati, spet drugim pa se ne vedoč izpostavljamo vsakodnevno, breza da bi se zavedali njihovega vpliva na nas in našo okolico. Namen te naloge je bil dokazati vpliv različnih zvrsti glasbe, ki v tem eksperimentu igrajo vlogo stresorja na obnašanje živih organizmov – volkce vrste *Euroleon Nostras*. Sicer se ljudje in žuželke v veliki meri razlikujemo, pa vendar nam je skupna zaznava okolice in njen vpliv na naše vedenje. Velika večina ljudi je namreč neprestano izpostavljena močni neposredni glasbi, ki se prenaša – po navadi preko slušalk – naravnost v uho. S takšnim poslušanjem glasbe sprejemamo močne jakosti različnih frekvenc, ki se prenašajo po zraku in preko naše kože, tkiv in kosti, kar jih še dodatno preobrazi. Lahko bi torej rekli, da se prostovoljno izpostavljamo določeni meri zvočnega onesnaženja, če pa glasbo poslušamo preko zvočnika nekje v naravi, pa ga prenašamo tudi na druga živa bitja, ki lahko nanj odreagirajo zelo izrazito. Sicer abstrakten model za testiranje vpliva glasbe na vedenje insektov, ki pa lahko vodi v razmišljanje o morebitnem vplivu na človeka.

PRILOGE

Priloga 1: Seznam pesmi/skladb za klasično glasbo.

- Robert Schumann, Inger Södergren: Kinderszenen, Op. 15: No. 1, Dreaming
- Felix Mendelssohn, Marie-Catherine Girod: Songs Without Words, Op. 102: No. 2, Adagio, BWV U190
- Felix Mendelssohn, Marie-Catherine Girod: Songs Without Words, Op. 19b: No. 6, Andante sostenuto, BWV U78 "Venetian Boat Song"
- Felix Mendelssohn, Marie-Catherine Girod: Songs Without Words, Op. 30: No. 3, Adagio non troppo, BWV U104
- Felix Mendelssohn, Marie-Catherine Girod: Songs Without Words, Op. 53: No. 4, Adagio, BWV U114
- Erik Satie, Stéphane Blet: Gnossines: No. 1, Lent
- Erik Satie, Stéphane Blet: Gnossines: No. 2, Avec étonnement
- Robert Schumann, Valery Grokhovski: Kinderszenen, Op. 15: No. 7, Träumerei
- Frédéric Chopin, Rafal Lewandowski: Waltzes, Op. 64: No. 2 in C-Sharp Minor
- Johannes Brahms, Inger Södergren: 16 Waltzes, Op. 39: No. 3 in G-Sharp Minor
- Johannes Brahms, Inger Södergren: 16 Waltzes, Op. 39: No. 7 in C-Sharp Minor
- Johannes Brahms, Inger Södergren: 16 Waltzes, Op. 39: No. 9 in D Minor
- Johannes Brahms, Inger Södergren: 16 Waltzes, Op. 39: No. 16 in D Minor
- Ludwig van Beethoven, Valery Grokhovsky: Piano Sonata No. 14, Op. 27 No.2 "Moonlight": I. Adagio sostenuto
- Wolfgang Amadeus Mozart, Carmen Piazzini: Piano Sonata No. 18 in D Major, K. 576: II. Adagio
- Maurice Ravel, Théodore Paraskivesco: Suite from Ma mère l'Oye, M. 60: No. 1, Pavane de la belle au bois dormant. Lent
- Franz Liszt, Christophe Vautier: Schwanengesang, S. 560: No. 7 in D Minor, Ständchen - After Franz Schubert's Schwanengesang, D. 957
- Ludwig van Beethoven, Inger Södergren: Piano Sonata No. 8, Op. 13: II. Adagio cantabile
- Ludwig van Beethoven, Inger Södergren: Piano Sonata No. 21, Op. 53 "Waldstein": II. Introduzione. Adagio molto
- Erik Satie, Louis Frémaux, City of Birmingham Symphony Orchestra: 3 Gymnopédies (Orch. Debussy): No. 3, Lent et douloureux
- Johannes Brahms, Claudio Arrau, Carlo Maria Giulini, Philharmonia Orchestra: Piano Concerto No. 2 in B-Flat Major, Op. 83: III. Andante
- Frédéric Chopin, Elisabeth Leonskaja: Nocturne in C-Sharp Minor, B. 49
- Ludwig van Beethoven, Daniel Barenboim: Piano Sonata No. 14 in C-Sharp Minor, Op. 27 No. 2, "Moonlight": I. Adagio sostenuto
- Wolfgang Amadeus Mozart, Annie Fischer, Wolfgang Sawallisch, Philharmonia Orchestra: Piano Concerto No. 21 in C Major, K. 467: II. Andante

- Johannes Brahms, Wilhelm Furtwangler, Berliner Philharmoniker: Symphony No. 3 in F Major, Op. 90: III. Poco allegretto
- Johann Sebastian Bach, Ralph Kirshbaum: Cello Suite No. 1 in G Major, BWV 1007: I. Prélude
- Johann Sebastian Bach, Jonathan Rees, Scottish Ensemble: Brandenburg Concerto No. 1 in F Major, BWV 1046: II. Adagio
- George Frideric Handel, Andrei Gavrilov: Suite in D Minor, HWV 437: III. Sarabande
- Maurice Ravel, Georges Prêtre, Orchestre National De France: Pavane pour une infante défunte, M. 19
- Wolfgang Amadeus Mozart, Leopold Hager, Akiko Sagara, Mozarteum Orchestra Salzburg: Clarinet Concerto in A Major, K. 622: II. Adagio
- George Frideric Handel, Gérard Lesne, II Seminario Musicale: Serse, HWV 40: Aria, Ombra mai fu
- Johann Sebastian Bach, Maria Tipo: Goldberg Variations, BWV 988: Aria
- Arvo Part, Martin Roscoe, Tasmin Little: Spiegel im Spiegel
- Gustav Holst, Normal Del Mar, Bournemouth Sinfonietta: Book Green Suite, H. 190: II. Air
- Edward Elgar, Vernon Handley, London Philharmonic Orchestra: Serenade in E Minor for Strings, Op. 20: II. Larghetto
- Ludwig van Beethoven, Hans Vonk, Christian Zacharias, Staatskapelle Dresden: Piano Concerto No. 5, Op. 73: II. Adagio un poco moto
- Johann Sebastian Bach, Sir Neville Marriner, Academy of St. Martin in the Fields: Orchestral Suite No. 3 in D Major, BWV 1068: II. Air
- George Frideric Handel, Hans-Martin Linde, Linde Consort: Water Music Suite No. 1 in F Major, HWV 348: II. Adagio e staccato
- Wolfgang Amadeus Mozart, Andrew Marriner, Chilingirian Quartet: Clarinet Quintet in A Major, K. 581: II. Larghetto
- Edward Elgar, Sir Adrian Boult, London Philharmonic: Dream Children, Op. 43: I. Andante
- Jean Sibelius, Mariss Jansons, Oslo Philharmonic Orchestra: Andante festivo
- Antonio Vivaldi, Arthur Davison, Kenneth Sillito, Virtuosi Og England: The Four Seasons, Violin Concerto No. 3 in F Major, RV 293 "Autumn": II. Adagio molto
- Claude Debussy, Aldo Ciccolini: Rêverie, L. 68
- Johannes Brahms, Nicholas Angelich: 3 Intermezzi, Op. 117: No. 1, Andante moderato in E-Flat Major

Priloga 2: Seznam pesmi za metal glasbo.

- Acres: Burning Throne
- Northbreaker: Agony
- Waves in Autumn: Ratking
- VOID: Moving Darkness
- Telling Secrets: Bad Dreams
- Mothersound: Despondent
- FRSTMRNE: HELLO
NIGHTMARES
- Idle Waves: Our Tragedy
- In Fidelity: Embers
- Above Snakes: Living The
Nightmare
- sky caught fire: A Taste of Home
- Callous Minds: Project 1948
- Parkway Drive: The Greatest Fear
- Killing in Apathy: Conducting the
Madness
- Miss May I: Earth Shaker
- Architects: when we were young
- Mothersound: Peace
- Fit For A King: Reaper
- Fragments Of Sorrow: Fake The
Truth
- CREATURE: All
- Mire Lore: Ashen Memories
- Good Old Boyz: Moving Forward
- Eternal Closure: Practice What You
Preach
- Less Than None: A Beautiful
Nightmare
- Abandon The Past, Dave
Grunewald: Manie, Manie, Manie
- Mothersound: Fear
- Call It Tragedy: Free Fall
- Moments: A World Ablaze
- Discoveries NC: (un)processed
- Against the Sun: Back To Ruin
- Dischord, Efreem Schulz: Deceived
- HOSTAGE, Alleviate, Marius
Wedler: M.U.T.O.
- Westhand, Tyler Tate: Artificial
Icon
- Perspectives NY: Blood and Stone
- Uni/Vs: Saboteur
- Mire Lore: Sulfuric Nullity
- Us Alike: Liars
- Conditions: Arise From The Fallen
- Chasing Desolation: Maze of White
- Discoveries NC: (un)stable
- As Time Went By: The Best in Me
- 5 Pounds a Head: Take A Break
- Awake the Dreamer: Alone
- Dead by April: Better Than You
- I See Aura: Breaking Out
- LYSIS: Scorched
- We Came As Romans, Brand of
Sacrifice: Darkbloom
- While She Sleeps: EYE TO EYE
- Regrowth: Fragment

Priloga 3: Urnik dela.

Postopek	Dan	Opis dela
Priprava	1.	<ul style="list-style-type: none"> • Nastavljanje volkcev
	2.	<ul style="list-style-type: none"> • Preverimo, kateri naredijo lijake • Če ni lijaka, nadomestimo • Hranjenje (2 mravlji)
	3.	/
	4.	/
Poskus	1.	<ul style="list-style-type: none"> • Zasutje lijakov (čopič) • Nastavitev snemanja 15 h
	2.	<ul style="list-style-type: none"> • Merjenje premera lijakov • Hranjenje (1 mravlja)
	3.	<ul style="list-style-type: none"> • Zasutje lijakov (čopič) • Nastavitev snemanja 15 h • Predvajanje klasične glasbe 3 h
	4.	<ul style="list-style-type: none"> • Merjenje premera lijakov • Hranjenje (1 mravlja)
	5.	<ul style="list-style-type: none"> • Zasutje lijakov (čopič) • Nastavitev snemanja 15 h • Predvajanje metal glasbe 3 h
	6.	<ul style="list-style-type: none"> • Merjenje premera lijakov • Hranjenje (2 mravlji)
	7.	/
	8.	/
	9.	<ul style="list-style-type: none"> • Zasutje lijakov (čopič) • Nastavitev snemanja 15 h

Priloga 4: Rezultati t-testa za preverjanje razlik med povprečnimi vrednostmi.

Tabela 5: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa pojavitve pod posameznimi pogoji.

	Klasična	Metal	Kontrola 2
Kontrola 1	0,009	0,039	0,156
Klasična glasba	/	0,863	0,485
Metal	/	/	0,503

Tabela 6: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa začetka prve gradnje lijaka pod posameznimi pogoji.

	Klasična	Metal	Kontrola 2
Kontrola 1	0,002	0,003	0,226
Klasična glasba	/	0,295	0,224
Metal	/	/	0,117

Tabela 7: P-vrednosti izračunane za primerjavo časa potrebnega za prvo gradnjo lijaka pod posameznimi pogoji.

	Klasična	Metal	Kontrola 2
Kontrola 1	0,107	0,083	0,062
Klasična glasba	/	0,840	0,035
Metal	/	/	0,055

Tabela 8: P-vrednosti izračunane za primerjavo premerov lijakov zgrajenih pod posameznimi pogoji.

	Klasična	Metal	Kontrola 2
Kontrola 1	0,462	0,027	0,009
Klasična glasba	/	0,189	0,107
Metal	/	/	0,075

VIRI IN LITERATURA

8.1 LITERATURA

- Armstrong, W. P. (2007). *Antlions: Denizens Of The Sand*. Pridobljeno 1. 11 2022 iz Wayne's Word: <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/pljuly97.htm>
- Dušan Devetak, A. Š. (2005). Substrate particle size affects pit building decisions and pit size in antlion larvae *Euroleon nostras* (Neuroptera: Myrmeleontidae). *The Royal Entomological Society, Physiological Entomology*, 158-163.
- Hall, D., & Patillo, C. (2009). Lesson Seven: How does sound travel in different environments? | kfp-cp-sites.localhost.com. Retrieved from Kenanfellows.org website: <https://kenanfellows.org/kfp-cp-sites/cp05/cp05/lesson-seven-how-does-sound-travel-different-environments/index.html>
- ISU Extension and Outreach. (2021, June). Antlions and Doodlebugs. Retrieved February 13, 2023, from hortnews.extension.iastate.edu website: <https://hortnews.extension.iastate.edu/antlions-and-doodlebugs>
- Klokočovnik, V. (2013). *Gradnja lijaka in lov plena pri larvah izbranih vrst volkcev (Neuroptera: Myrmeleontidae)*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Klokočovnik, V., & Devetak, D. (2014). *Pit-builder vs non-pit-builder: advantage of trap building strategy in antlion larvae does not mean greater behaviour density*. Leiden: Koninklijke Brill NV.
- Križaj, K. (2009). *UNIVERZA V LJUBLJANI FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO ODDELEK ZA FIZIKO PROTIHRUPNA ZAŠČITA Seminar pri Izbranih poglavjih iz uporabne fizike*. Retrieved from <http://www-f1.ijs.si/~ziherl/ProtihrupnaZascita.pdf>
- Mavrič, G. (n.d.). ZVOK IN ZVOČNI INSTRUMENTI. Retrieved February 12, 2023, from www.fizika.si website: <http://www.fizika.si/seminarji/zvok/zvok.html>
- Mencinger, B. (1994). *Vedenjski odgovor na vibracije substrata pri larvi volkca Euroleon nostras Fourcr.* Maribor: Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta.
- Missouri Department of Conservation. (n.d.). Antlion Larvae (Doodlebug Larvae). Retrieved from Missouri Department of Conservation website: <https://mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/antlion-larvae-doodlebug-larvae>

OpenProf. (n.d.). Zvok in širjenje zvoka :: OpenProf.com. Retrieved February 12, 2023, from si.openprof.com website:

https://si.openprof.com/wb/zvok_in_%C5%A1irjenje_zvoka?ch=337

Unijapedija. (n.d.). Pegasti volkec, the Glossary. Retrieved February 13, 2023, from

sl.unionpedia.org website: https://sl.unionpedia.org/Pegasti_volkec

8.2 VIRI TUJIH SLIK

Foto-narava. (2018). foto-narava.com - Zadnje dodano. Retrieved February 11, 2023, from

galerija.foto-narava.com website: [https://galerija.foto-](https://galerija.foto-narava.com/thumbnails.php?album=lastupby&uid=91223)

[narava.com/thumbnails.php?album=lastupby&uid=91223](https://galerija.foto-narava.com/thumbnails.php?album=lastupby&uid=91223)

Wikipedia. (2022, October 3). Pegasti volkec. Retrieved February 11, 2023, from Wikipedia

website: https://sl.wikipedia.org/wiki/Pegasti_volkec

writer, B. (2021, March 19). The Secret life of Antlions. Retrieved February 11, 2023, from

Bushwise website: <https://www.bushwise.guide/blog/the-secret-life-of-antlions/>