

GLASBA IN NJEN VPLIV NA LJUDI
VPLIV RAZLIČNIH UGLASITVENIH FREKVENC NA ČLOVEKA

Raziskovalno področje: psihologija ali pedagogika

Raziskovalna naloga

Prva gimnazija Maribor

AVTOR: Veronika Miksić

MENTORJI: Nika Robnik, Alenka Bervar

Maribor, 2024

GLASBA IN NJEN VPLIV NA LJUDI
VPLIV RAZLIČNIH UGLASITVENIH FREKVENC NA ČLOVEKA

Raziskovalno področje: psihologija ali pedagogika

Raziskovalna naloga

Prva gimnazija Maribor

AVTOR: Veronika Miksić

MENTORJI: Nika Robnik, Alenka Bervar

Maribor, 2024

VSEBINSKO KAZALO

1. Povzetek	3
2. Zahvala	4
3. Uvod	5
3.1. Raziskovalni problem	5
3.2. Cilji in hipoteze	6
3.3. Teoretično ozadje s strani glasbe	7
3.4. Teoretično ozadje s strani psihologije	11
4. Metodologija dela	16
4.1. Opis vzorca	16
4.2. Opis metode in pripomočkov	16
4.3. Izvedba eksperimenta	21
5. Rezultati	22
5.1. Uvodna statistika	22
5.2. Skupni rezultati	23
5.3. Primerjava frekvenc 440 in 432 Hz	25
5.4. Rezultati posameznih izvedb eksperimenta:	28
6. Interpretacija rezultatov	29
7. Zaključki	34
8. Družbena odgovornost	35
9. Bibliografija	36
10. Priloge	40

Kazalo prilog:

Priloga 1: Vprašalnik A	40
Priloga 2: Vprašalnik B	41
Priloga 3: Obveščeno soglasje	42
Priloga 4: Preverjanje normalnosti razporeditve rezultatov	43
Priloga 5: Rezultati skupine A pri frekvenci 440 Hz	44
Priloga 6: Rezultati skupine A pri frekvenci 432 Hz	45
Priloga 7: Rezultati skupine B pri frekvenci 440 Hz	46
Priloga 8: Rezultati skupine B pri frekvenci 432 Hz	47

1. Povzetek

V raziskovalni nalogi sem se ukvarjala s vprašanjem, kakšen vpliv ima glasba na anksioznost pri dijakih. Natančneje me je zanimalo, kakšen je vpliv specifičnih uglasitvenih frekvenc na pojav. V ta namen sem izvedla raziskavo, v kateri je sodelovalo skupno 59 dijakov. Dijaki so poslušali glasbo ob dveh različnih dneh. Enkrat je bila glasba uglašena na frekvenco 440 Hz (ki predstavlja mednarodni standard po ISO), naslednjič pa so poslušali isto skladbo, uglašeno na frekvenco 432 Hz (ki je po prepričanju nekaterih raziskovalcev psihološko ugodnejša frekvenca). Za namen raziskave sem preučila tudi zgodovino uglasitvenih frekvenc.

Vpliv klasične glasbe in različnih frekvenc na psihološko počutje udeležencev sem preverjala na podlagi treh meritev. Uporabila sem vprašalnik, na podlagi katerega so udeleženci poročali o nivoju sproščenosti oziroma anksioznosti, merjenje srčnega utripa in samooceno mišične napetosti.

Udeleženci so meritve izvedli pred poslušanjem glasbe ter ponovili po 15 minutnem poslušanju. V raziskavi sem najprej preučila razlike glede na opazovane parametre pred in po poslušanju glasbe pri dijakih, nato pa sem preučila tudi razlike v opazovanih parametrih glede na različni uglasitveni frekvenci.

Rezultati kažejo na pomembno večjo sproščenost udeležencev po poslušanju klasične glasbe, kar je bilo vidno v upadu srčnega utripa (-6,34 utripov na minuto ; $p < 0,05$) ter izboljšanih rezultatih vprašalnika, posebej ob opredelitvi sproščenosti, umirjenosti in prijetnega počutja udeležencev.

Rezultati opazovanih parametrov pri različnih uglasitvenih frekvencah (440 Hz in 432 Hz) niso potrdili statistično pomembne razlike v opazovanih parametrih glede na frekvenco uglasitve, nakazujejo pa se določeni trendi.

Raziskava ima omejitve, ki jih je potrebno pri interpretaciji rezultatov upoštevati, vsekakor pa prikazuje pomemben vpliv klasične glasbe na počutje dijakov v šolskem okolju, kjer so sicer lahko izpostavljeni različnim stresnim dejavnikom, vpliv različnih frekvenc na psihološko dobro počutje pa bi bilo potrebno nadaljnje raziskati.

2. Zahvala

Iskreno se želim zahvaliti mentoricama, ki sta me spodbudili k izdelavi raziskovalne naloge in mi tekom njenega nastajanja nenehno nudili pomoč, nasvete in podporo.

Zahvaljujem se tudi vsem dijakom, ki so bili pripravljeni sodelovati v raziskavi in profesorici glasbe, ki mi je odstopila nekaj ur pouka ter s tem omogočila izvedbo raziskave.

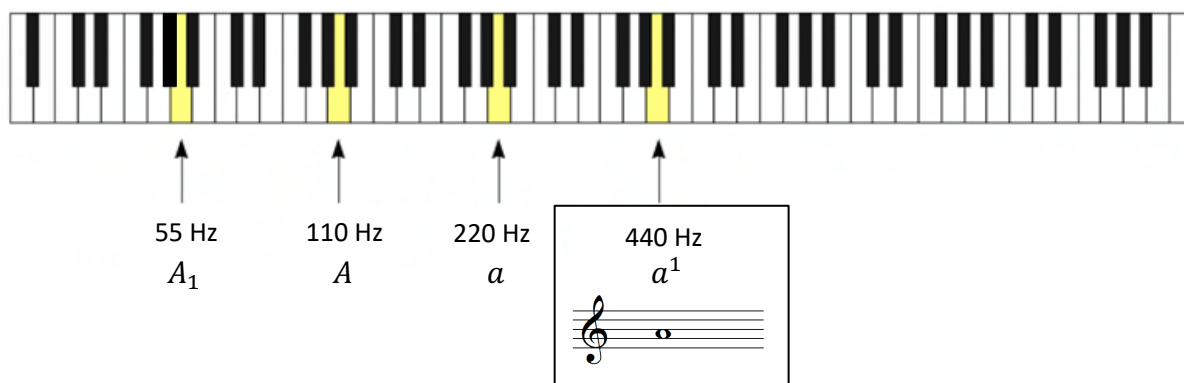
3. Uvod

3.1. Raziskovalni problem

Znano je, da ima glasba ugoden vpliv na človeka. Na to temo je bilo narejenih že veliko raziskav. Manj raziskano področje pa je, kako vplivajo na človekovo duševno stanje uglasitve na različnih frekvencah.

V glasbi se namreč vsi instrumenti uglašujejo na ti. komorni ton (a^1), ki ima po standardu določeno frekvenco 440 Hz ($a^1 = 440$ Hz), mnogi glasbeni ustvarjalci in teoretiki pa trdijo, da je frekvenca 432 Hz za uglasitev primernejša, saj ima na človeka ugodnejši psihološki vpliv, kar potrjujejo tudi nekatere že obstoječe študije.

Slika 1: komorni ton a^1 na klaviaturi in v notnem zapisu



Z raziskovalno nalogo želim ugotoviti ugoden vpliv klasične glasbe na psihološko dobro počutje (predvsem na znižanje stopnje anksioznosti), hkrati pa raziskati, ali uglasitev pri frekvencah 440 Hz in 432 Hz različno vpliva na raven anksioznosti pri dijakih.

Za boljše razumevanje problema, je najprej potrebno pojasniti nekaj teoretičnih osnov in zgodovinsko ozadje problema. V ta namen je teoretični uvod razdeljen na dva dela – teoretično ozadje s strani glasbe in teoretično ozadje s strani psihologije.

3.2. Cilji in hipoteze

Cilji raziskovalne naloge:

1. Raziskati zgodovino glasbenih uglasitev.
2. Ugotoviti, ali klasična glasba vpliva na anksioznost ter kakšen je njen vpliv.
3. Ugotoviti povezavo med frekvenco poslušane glasbe in njenim vplivom na sproščenost oz. anksioznost.

Delovne hipoteze:

1. Poslušanje klasične glasbe zmanjšuje nivoje anksioznosti

1.1. Pri obeh skupinah (432 in 440 Hz) se bo srčni utrip po poslušanju glasbe znižal v primerjavi s srčnim utripom pred poslušanjem glasbe.

1.2. Vprašalnik bo pri obeh skupinah pokazal na večjo sproščenost po poslušanju glasbe v primerjavi s stopnjo sproščenosti pred poslušanjem glasbe

1.3. Rezultat samoocene mišične napetosti se bo pri obeh skupinah izboljšal po poslušanju glasbe

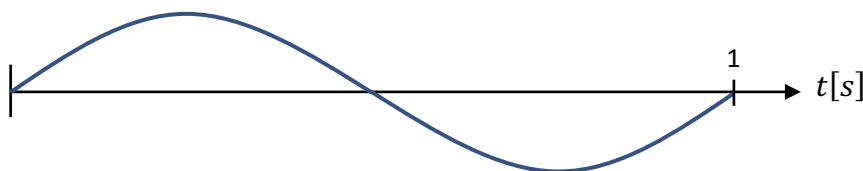
2. Različne frekvenčne uglasitve glasbe vplivajo na sproščenost

2.1. Ob glasbi, uglaseni na frekvenco 432 Hz, se bodo dijaki bolj sprostili glede na opazovane parametre kot pri frekvenci 440 Hz.

3.3. Teoretično ozadje s strani glasbe

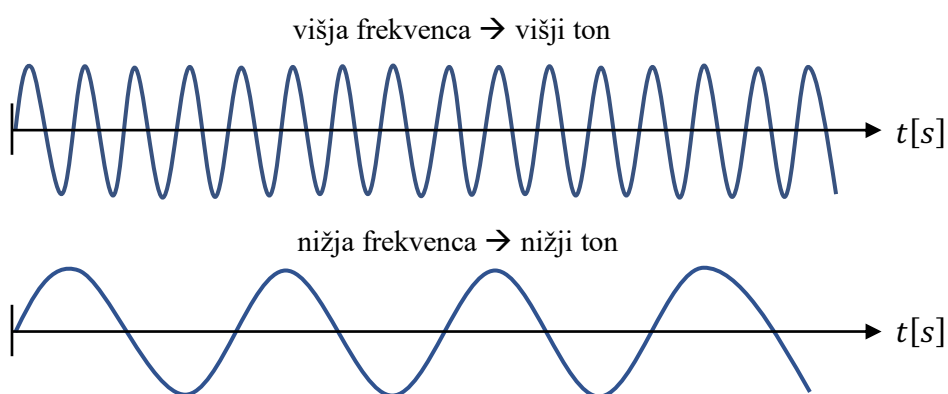
Valovanje zvoka in frekvence

Fizika pojmuje zvok kot vibracijo, ki se v obliki valovanja širi znotraj medija, psihologija pa zvok definira kot sprejemanje takih valov in njihovo zaznavanje v možganih. V plinastih in tekočih medijih je valovanje zvoka longitudinalno (vzdolžno) in ga lahko opredelimo glede na njegovo amplitudo in frekvenco. **Amplituda** valovanja je maksimalni ali temenski odmik vala od ravnovesne lege in določa **glasnost zvoka**, frekvenca pa je recipročna vrednost periode in jo izrazimo v Hertzih [Hz], ki določajo število valovnih ciklov v 1 sekundi (Frequency, 2023).



Slika 2: Grafični prikaz frekvence enega Hertza (1 Hz).

Frekvenca zvočnega valovanja določa višino tona, ki ga zaznamo. Slušno območje človeka obsega frekvence med 20 in 20 000 Hz (Zvok, 2023). 20 Hz je torej absolutni čutni prag zvoka, diferencialni prag za frekvenco zvoka pa se pri ljudeh lahko zelo razlikuje.



Slika 3: Grafični prikaz višje in nižje frekvence – valovanje zvoka

Zgodovina uglasitvenih standardov

Frekvenci 440 in 432 Hz predstavljata le dva izmed številnih uglasitvenih standardov, ki so se pojavili tekom zgodovine. Ker so se ti nenehno spreminjali, spremembe pa so v vsakem kraju potekale nekoliko drugače, je njihovo zgodovino težko povzeti v zgolj nekaj odstavkih.

V splošnem je bila standardna uglasitev vse do konca baroka (cca. 1600 – 1750) bistveno nižja od sodobnih glasbenih standardov. Večina virov v tem obdobju navaja vrednosti okoli frekvence $a^1 = 415$ Hz, to frekvenco pa za uglasitev pogosto uporabljajo tudi sodobni baročni ansambli. Od baroka naprej je opazen trend naraščanja uglasitvene frekvence, ki je posebej izrazit v 19. stoletju, ko govorimo o pojavu inflacije uglasitvene frekvence (Concert Pitch, 2023).

Tabeli 1 in 2: Spreminjanje uglasitvene frekvence Londonske filharmonije in Pariške opere v 19. stoletju (Dickey, 2013) glede na leto in frekvenco.

Londonska filharmonija		Pariška opera (Opéra Garnier)	
Leto	Frekvenca	Leto	Frekvenca
1820	433 Hz	1829	434 Hz
1842	441 Hz	1836	441 Hz
1852	452 Hz	1855	449 Hz
1885	435 Hz	1859	435 Hz
1896	439 Hz		

Zaradi nenehnih sprememb na področju glasbene uglasitve se je pojavila potreba po standardizaciji uglasitvene frekvence. V drugi polovici 19. stoletja sta se uveljavila dva zgodovinsko pomembnejša uglasitvena standarda. Prvi se je na pobudo skupine skladateljev ¹ pojavil v Franciji leta 1859. Zanj se je uveljavilo ime »diapason normale« in predlaga uglasitveno frekvenco $a^1 = 435$ Hz, ki so jo kmalu prevzele tudi Španija, Avstrija, Anglija, Italija, Prusija in Rusija, problemu glasbene uglasitve pa so pripisovali tolikšen pomen, da je bil standard *diapason normal-a* vključen tudi v Pariško mirovno pogodbo ob koncu prve svetovne vojne (Concert Pitch, 2023).

Leta 1896 je zaradi razlike v klimi držav Anglija standard iz 435 Hz spremenila v 439 Hz, iz česar se je razvil drugi pomembnejši uglasitveni standard, imenovan »nizka ² filharmonična« ali »koncertna« uglasitev. Ker je 439 praštevilo, je frekvenco težko elektronsko generirati, zato jo je v dvajsetih letih 20. stoletja zamenjala frekvenca 440 Hz (Dickey, 2013). Uglasitvena frekvenca $a^1 = 440$ Hz je bila kot standard uveljavljena leta 1939 z Londonsko konferenco, leta 1955 pa je bila potrjena tudi s strani Mednarodne organizacije za standardizacijo (ISO) in je v veljavi še danes (Gribeski, 2023).

¹ med njimi je bil tudi italijanski skladatelj Gioachino Rossini

² v Angliji poznamo tudi visoko filharmonično uglasitev s frekvenco $a^1 = 452,4$ Hz, ki pa se ni tako uveljavila

Tabela 3: Spreminjane ugalsitvenih standardov v Evropi v 19. in 20. stoletju (Gribeski, 2023)

Standardizacija komornega tona		
Leto	Frekvenca	Država
1859	435 Hz	Francija
1879	435 Hz	Španija
1885	435 Hz	Avstrija, Italija, Anglija, Prusija, Rusija
1896	435 Hz → 439 Hz	Anglija
1919	435 Hz	Pariška mirovna konferenca
1920-a leta	439 Hz → 440 Hz	
1939	440 Hz	Londonska konferenca
1955	440 Hz	ISO (Mednarodna organizacija za standardizacijo)

»diapason normale«
($a^1 = 435$ Hz)

»philharmonic/concert pitch« ($a^1 = 439/440$ Hz)

Kljub sprejemu mednarodnega standarda, so se spremembe ugalsitvenih frekvenc še naprej odvijale in se odvijajo še danes. Vse pogostejše je uglaševanje na frekvenco 442 Hz ali celo na višje frekvence, hkrati pa se pojavlja vse več zagovornikov nižjih frekvenc ter t.i. »Verdijeve uglasitve« ($a^1 = 432$ Hz).

Tabela 4: Ugalsitveni standardi nekaterih priznanih orkestrrov današnjega časa – aktualni podatki, pridobljeni za namene te raziskave.

Glasbena institucija	Frekvenca
Bostonski simfonični orkester	441 Hz
New Yorška filharmonija	443 Hz
Berlinska filharmonija	445 Hz
Dunajska filharmonija	443 Hz
Los Angeleska filharmonija	442 Hz
Chicaški simfonični orkester	440 Hz

Tabela 5: Primer spreminjanja uglasitvenih frekvenc nemških glasbenih institucij v 20. stoletju (Palmblad, 2018)

Leto	Frekvenca	Glasbena institucija
1920	428 Hz	Berlinska filharmonija
1924	435 Hz	Berlinska filharmonija
1927	435 Hz	Amar-Hindemith trio
1927	448 Hz	Berlinska državna opera
1928	446 Hz	Berlinska filharmonija
1928	444 Hz	Državna kapela v Berlinu
1932	440 Hz	Berlinska filharmonija
1935	445 Hz	Berlinska filharmonija
1939	444 Hz	Državna kapela v Berlinu
1940	450 Hz	Bavarski državni orkester
1941	441 Hz	Državna kapela v Berlinu
1943	450 Hz	Mestni orkester v Berlinu

Verdijeva uglasitev ($a^1 = 432$ Hz)

Uglasitveno frekvenco 432 Hz je prvi predlagal francoski fizik in matematik Joseph Sauveur leta 1713, v 19. stoletju pa je uglasitev zagovarjal italijanski operni skladatelj Giuseppe Verdi, po katerem še danes nosi ime »Verdijeva uglasitev« (Dickey, 2013). Tekom zgodovine je bila večkrat v uporabi, nikoli pa se ni uveljavila kot uradni standard uglasčevanja. Nekateri viri navajajo, da je bila frekvenca 432 Hz v rabi pred letom 1939, ko naj bi propagandni minister nacistične Nemčije Joseph Goebbels zahteval zvišanje uglasitvene frekvence na 440 Hz, a je ta teorija manj verjetna, frekvenca 440 Hz pa se je najbrž uveljavila iz praktičnih razlogov (Dickey, 2013).

Leta 1988 je Schillerjev inštitut zagnal peticijo, naslovljeno italijanski vladi, za znižanje uglasitvene frekvence iz 440 na 432 Hz. Peticijo so podpisali številni znani operni pevci, med njimi tudi Luciano Pavarotti, Plácido Domingo in Birgit Nilsson, ti pa se niso zanimali za politično aktivnost začetnika peticije, LaRoucha, pač pa so želeli rešiti za pevce resen problem neprestanega spreminjanja uglasitvenih frekvenc, ki od njih zahteva konstantno prilagajanje in nekaterim celo onemogoča izvedbo predpisanega repertoarja (Dickey, 2013).

Primerjava frekvenc 440 in 432 Hz

Veliko zagovornikov Verdijeve uglasitve se naslanja na psevdo-znanstvene teorije, povezane z numerologijo in spiritualizmom, kar pa ne pomeni, da frekvence 432 Hz ne zagovarjajo tudi stvarnejše teorije.

Leta 1988 sta na Mednarodnem inštitutu za goslarstvo v Cremoni prof. Bruno Barosi in prof. Norbert Brainin (prva violina Amadeusovega kvarteta) izvedla eksperiment, ki je uglasitveni frekvenci 440 in 432 Hz primerjal v količini in jakosti alikvotnih tonov, ki jih pri teh uglasitvah proizvajajo prazne strune Stradivarijeve violine. Spektroskopska analiza je pokazala večje število ter jakost alikvotov pri nižji frekvenci, kar govori v prid uglasitvene frekvence 432 Hz (The Schiller Institute, 2001).

Kot omenjeno se za uglasitev na frekvenci 432 Hz zavzemajo nekateri poznani operni pevci, k tej frekvenci pa se pogosto zatekajo tudi avtorji ter izvajalci popularne glasbe, kot so Jimi Hendrix, John Lennon, Prince, Bob Marley, Coldplay, Metallica in Childish Gambino (Composer Focus, 2017).

3.4. Teoretično ozadje s strani psihologije

Anksioznost oz. tesnoba

Naloga se ukvarja s vplivom glasbe na nivoje »vsakdanje«, občasne tesnobe oz. anksioznosti in ne anksioznih motenj. Anksioznost je razmeroma pogost pojav, pri njej pa gre za odziv telesa na stres in se lahko pojavi tudi brez neposrednega sprožilca (grožnje, nevarnosti ...). Je torej prilagodljiv mehanizem, ki signalizira potencialno nevarnost in nam omogoča soočenje s stresom (National Institute of Mental Health, b. d.).

Dolgotrajna tesnoba nas lahko ovira v življenju in predstavlja povečano tveganje za razvoj anksioznih motenj in depresije. O anksioznih motnjah govorimo, kadar je občutek tesnobe dolgotrajen in neprekinjen ter nas simptomi anksioznosti ovirajo pri vsakdanjih opravilih. Mednje sodijo generalizirana anksiozna motnja, panične motnje, socialne anksiozne motnje in različne motnje, povezane s fobijami. Dolgotrajna tesnoba vpliva tudi na naše telesno zdravje in lahko povzroči težave s spanjem, imunskim, prebavnim, kardiovaskularnim in reproduktivnim sistemom ter privede do razvoja različnih psihosomatskih bolezni (National Institute of Mental Health, b. d.).

Definicije

Anksioznost – definicija po APA slovarju psihologije (prevedeno)

»Čustvo, za katerega so značilni strah in somatski simptomi napetosti, v katerih posameznik pričakuje bližajočo se nevarnost, katastrofo ali nesrečo. Telo se pogosto mobilizira, da se sooči z zaznano grožnjo: mišice postanejo napete, dihanje je hitrejšo in srce bije hitreje. Anksioznost je mogoče ločiti od strahu tako konceptualno kot fiziološko, čeprav se izraza pogosto uporabljata izmenično. Anksioznost velja za v prihodnost usmerjen, dolgotrajen odziv, ki je na splošno osredotočen na razpršeno grožnjo, medtem ko je strah ustrezen, v sedanost usmerjen in kratkotrajen odziv na jasno prepoznavno in specifično grožnjo.« (Prevod po APA Dictionary of Psychology, 2018).

Tesnoba – definicija po SSKJ²

»Neprijetno stanje vznemirjenosti, napetosti zaradi občutka ogroženosti, zlasti brez jasnega zavedanja vzrokov.« (Tesnoba, 2014)

Tesnoba in stres

Stres in tesnoba sta različna, a povezana pojava. Stres je mentalen in fizičen odziv na zunanji dejavnik (stresor), anksioznost pa je **odziv na stres** in se lahko pojavi tudi, ko ni direktne nevarnosti (National Institute of Mental Health, b. d.)

»**Simptomi**« / **znaki tesnobe** (Povzeto po Tušak in Blatnik, 2017; NIJZ, 2016)

Fiziološka raven:

- psihičen nemir,
- nezmožnost sprostitve,
- spremembe v kardiovaskularnem sistemu,
 - tahikardija (pospešen srčni utrip),
- spremembe v respiratornem sistemu (povečana frekvenca in zmanjšana amplituda dihanja),
- motnje v prebavnem sistemu,
- mišična napetost idr.

Doživljajska raven:

- zaskrbljenost,
- negotovost,

- bojazen,
- utrujenost,
- nemoč,
- nemir,
- napetost,
- nervoza, paničnost,
- težave s spominom ,
- težave s pregledom nad situacijo idr.

Vedenjska raven:

- nemirno, neustrezno, okorno gibanje,
- nespečnost,
- izogibanje določenim krajem, situacijam ali objektom, ki vzbujajo strah in nelagodje idr.

Vpliv glasbe na človeka

Glasbena terapija

Različnih aspektov glasbe pri izboljševanju psihofizioloških dejavnikov se poslužujejo razne oblike glasbene terapije (MT), kot je vibroakustična terapija (VAT), nevrološka glasbena terapija (NMT), Nordoff-Robbinsova glasbena terapija, ritmična auditorna stimulacija (ABS), multi-modalna glasbena terapija (MMT) in številne druge (Smith, 2021).

Glasbena terapija obsega širok spekter metod, ki vključujejo ustvarjanje, izvajanje in poslušanje glasbe ter temelji na dejstvu, da glasba promovira aktivnost možganskih regij, vključenih v procese čustvovanja, motivacije, kognitivnih procesov in motoričnih funkcij (Raglio, Attardo, Gontero, Rollino, Groppo in Granieri, 2015).

Dosedanje raziskave kažejo na učinkovitost glasbene terapije predvsem na področjih mentalnih in vedenjskih motenj ter nevrorehabilitacije ob poškodbah centralnega živčnega sistema (Nilsson, 2008).

Meta-analiza (v katero je bilo vključenih enaindvajsetih študij), ki se je ukvarjala s preučevanjem vpliva glasbene terapije na zdravje, je potrdila vpliv MT na izboljšano delovanje posameznikov s shizofrenijo in drugimi resnimi duševnimi motnjami. Pokazalo se je tudi izboljšanje v motoričnih sposobnostih, ravnotežju in mentalnem stanju pri posameznikih s Parkinsonovo boleznijo ter izboljšanje v simptomih depresije in kakovosti spanja. Raziskava

je pokazala tudi na možnosti vpliva glasbene terapije na kvaliteto življenja in mentalno zdravje terminalno bolnih, ter tudi na mentalno zdravje in dihalne funkcije bolnikov, ki so bili mehansko predihavani (kritično bolni). Ugotovili so, da ima glasba ugodne učinke tudi na kronične bolečine pri pacientih s potrebo po zdravljenju z opiodi, na komunikacijske sposobnosti posameznikov z motnjami avtističnega spektra, na hranjenje otrok v neonatalnem oddelku za intenzivno nego in tako naprej. Hkrati izpostavljajo tudi pomembnost nadaljnjega raziskovanja tega področja (Kamioka, Tsutani, Yamada, Park, Okuizumi, Tsurukoa, Honda, Okada, Park, Kitayuguchi, Abe, Handa, Oshio in Mouth, 2014). Kot eden najpomembnejših elementov glasbene terapije poudarjajo, da ta nima nobenih znanih škodljivih učinkov in jo dobro prenašajo skoraj vsi bolniki, kot taka pa ponuja številne možnosti za nadaljnji razvoj in uporabo.

Vpliv glasbe na anksioznost in stres

Poslušanje glasbe pomaga pri zmanjševanju anksioznosti, kar je lahko posledica nevrokemičnih učinkov glasbe, ki vključujejo povišano raven endogenih opiodov in dopamina. Raziskave ugotavljajo, da lahko glasba zniža nivo kortizola ter preprečuje nagle poraste v njegovih vrednostih (Mallik in Russo, 2022). Glasba prav tako pozitivno vpliva na splošno počutje in mentalno zdravje ter s tem znižuje reaktivnost na vsakdanje stresorje (Howland, 2017).

Dosedanje raziskave

Čeprav je vprašanje glasbenih uglasitev prisotno že več sto let, so se s psihološkimi učinki različnih glasbenih frekvenc akademiki začeli ukvarjati šele v zadnjih desetletjih, področje pa je še vedno v veliki meri neraziskano. V nadaljevanju so predstavljeni rezultati nekaterih dosedanjih raziskav vpliva frekvenc 440 in 432 Hz na (mentalno) zdravje in splošno dobrobit udeležencev.

Študija Firenške univerze iz leta 2019 je preučevala vpliv poslušanja filmske glasbe, uglašene na frekvenci 440 ter 432 Hz na zdravje, s pomočjo meritev vitalnih parametrov in oceno splošnega zadovoljstva. Rezultati so pokazali rahlo znižanje povprečnih vrednosti krvnega tlaka ter frekvence dihanja in izrazito znižanje povprečnega srčnega utripa pri frekvenci 432

Hz (-4,79 bpm, $p < 0,05$), medtem ko pri frekvenci 440 Hz niso zaznali večjih sprememb v opazovanih parametrih (Calamassi in Pomponi, 2019). V prid frekvenci 432 Hz kažejo tudi rezultati študije o vplivu frekvenc 440 in 432 Hz na izboljšanje spanca pri bolnikih s poškodbami hrbtenjače, ki jo je leta 2020 izvedla Calamassi s sodelavci (Calamassi, Lucicesare, Pomponi in Bambi, 2020). Bolniki s poškodbami hrbtenjače se namreč pogosto soočajo z motnjami spanca. Predhodnje raziskave so ugotovile, da poslušanje glasbe pripomore k boljšemu spanju, a so večinoma uporabljale glasbo, uglašeno na frekvenco 440 Hz, raziskava Calamassi idr. pa je preučevala razlike v vplivu frekvenc 440 in 432 Hz. Udeleženci so tekom raziskave vsak dan 30 minut poslušali svojo najljubšo glasbo pri frekvenci 440 oz. 432 Hz. Rezultate so pridobili s pomočjo lestvice spanja in lestvice zaznanega stresa. Rezultati pri udeležencih, ki so poslušali glasbo na frekvenci 432 Hz, so pokazali na izrazito izboljšanje v ocenah spanca (+3,6, $p = 0,02$), medtem ko pri frekvenci 440 Hz izboljšanja ni bilo (-1,50, $p = 0,34$) (Calamassi idr., 2020).

Zanimive so tudi ugotovitve študije oddelka za eksperimentalno in klinično medicino v Firencah iz leta 2022. Preučevali so vpliv poslušanja glasbe, uglašene na frekvenci 440 ter 432 Hz na nivoje anksioznosti in vitalne parametre medicinskih sester in tehnikov v urgentni ambulanti, saj so bili zdravstveni delavci med pandemijo SARS-CoV-2 izpostavljeni povečanim količinam stresa. Udeleženci so med službenim odmorom bodisi poslušali glasbo, uglašeno na 440 ali 432 Hz, bodisi so izbrali lastno prostočasno aktivnost. Pri vseh skupinah se je izboljšal rezultat testa anksioznosti, pri skupini, ki je poslušala glasbo, uglašeno na frekvenco 432 Hz, pa je bil opazen tudi upad frekvence dihanja (-2,714 vdihov/min, $p = 0,00$) in sistoličnega krvnega tlaka (-3,821 mmHg, $p = 0,031$). Zaključili so, da je poslušanje glasbe pri frekvenci 432 Hz enostavna in cenovno učinkovita intervencija za uravnavanje anksioznosti in stresa (Calamassi, Li Vigni, Fumagalli, Gheri, Pomponi in Bambi, 2022).

4. Metodologija dela

4.1. Opis vzorca

V raziskavi je sodelovalo 59 dijakov splošnega gimnazijskega programa, starih med 15 in 16 let (prvi letnik), med katerimi je bilo 42 (71%) deklet in 17 (29%) fantov. Vsi udeleženci so pristali na sodelovanje, eksperiment pa je bil izveden med redno uro glasbenega pouka. Dijaki so bili razdeljeni v dve skupini. V prvem delu eksperimenta je ena skupina dijakov predstavljala **eksperimentalno skupino**, ki je poslušala glasbo pri nižji uglasitvi (432 Hz), druga skupina pa **kontrolno skupino**, ki je poslušala glasbo pri standardni uglasitvi (440 Hz). Čez teden dni sem eksperiment ponovila, pri čemer sta se skupini zamenjali v vlogi kontrolne oz. eksperimentalne skupine.

4.2. Opis metode in pripomočkov

Za namen raziskovanja vpliva glasbe na psihološko počutje, sem zasnovala eksperiment. Za izvedbo sem potrebovala učilnico, računalnik, možnost predvajanja glasbe, vprašalnike ter pisala.

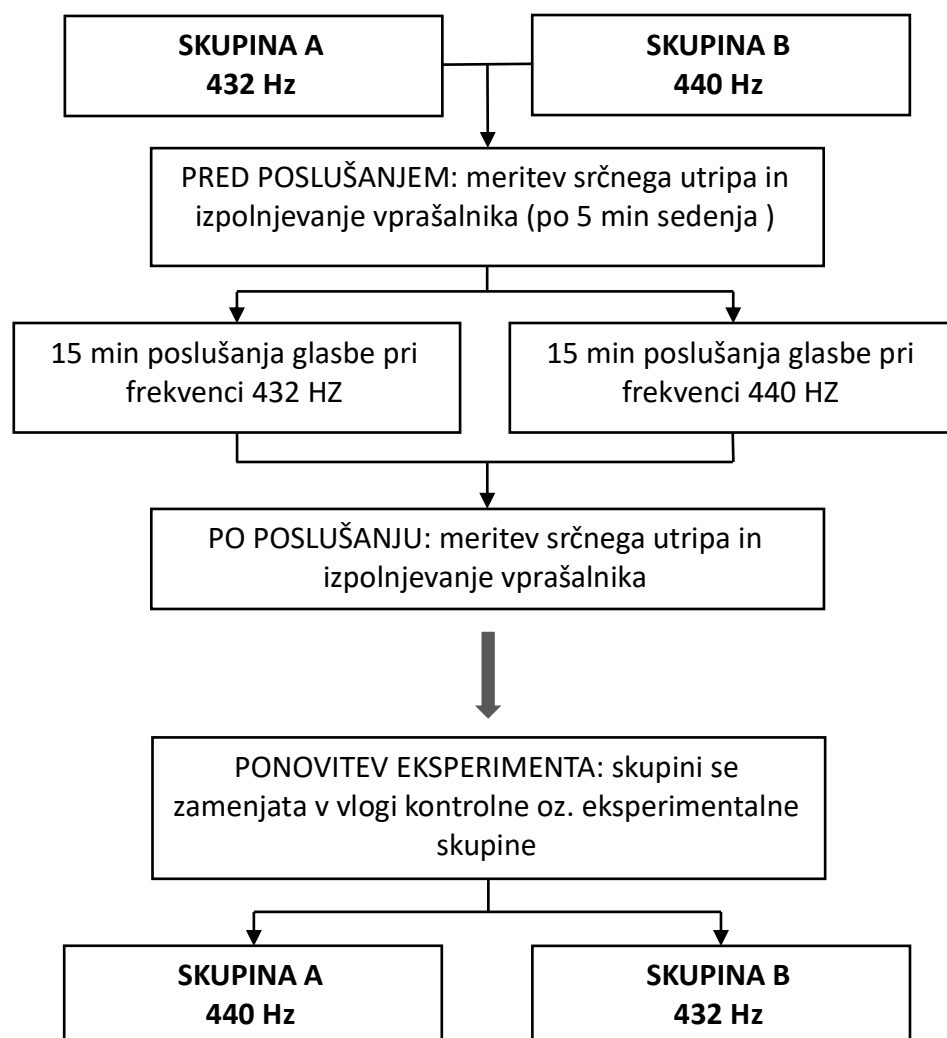
Skupina testirancev je v dveh srečanjih poslušala klasično glasbo, uglašeno na različnih frekvencah. Ob prvem srečanju so udeleženci 15 minut poslušali klasično glasbo (opisano kasneje), uglašeno na frekvenco 440 Hz (kontrolna skupina). Ob drugem srečanju, ki je potekalo čez natanko en teden, pa so udeleženci isto skladbo 15 minut poslušali uglašeno pri nižji frekvenci 432 Hz (postali so eksperimentalna skupina). Da bi zagotovila objektivnejše rezultate in v večji meri kontrolirala vpliv motečih spremenljivk, je druga skupina testirancev eksperiment opravljala v obratnem vrstnem - ob prvem srečanju je poslušala glasbo, uglašeno na nižjo frekvenco 432 Hz, ob drugem srečanju pa glasbo, uglašeno na višjo frekvenco 440 Hz. Vpliv klasične glasbe in različnih uglasitvenih frekvenc na psihološko počutje testirancev sem preverjala na podlagi vprašalnika, ki je vključeval sledeče:

- vprašalnik glede doživljajske ravni tesnobe, v okviru katerega so udeleženci poročali o nivoju sproščenosti oz. anksioznosti (natančneje je opisan v nadaljevanju)
- merjenja srčnega utripa, kot indikatorja sproščenega ali manj sproščenega stanja
- samoocenitev mišične napetosti

Udeleženci so vprašalnik z meritvami izpolnili pred poslušanjem glasbe ter ga po poslušanju ponovno izpolnili. Ob analizi zbranih podatkov niso bili ključni rezultati posameznih

vprašalnikov, pač pa razlika v rezultatih pred ter po poslušanju glasbe, v naslednji fazi analize pa sem te razlike primerjala tudi na podlagi frekvence poslušane glasbe.

Shema 1: potek eksperimenta



Priprava vprašalnika

Pri pripravi vprašalnika sem izhajala iz simptomov anksioznosti in se osredotočila predvsem na doživljajsko raven tesnobe. Pri tem sem za zgled uporabila STAI (STAI X1) vprašalnik (The State Trait Anxiety Inventory), ki so ga leta 1983 razvili Spielberg, Gorsuch, Lushene, Vagg ter Jacobs in se uporablja za diagnosticiranje anksioznosti v klinične in raziskovalne namene (Spielberg, Gorsuch, Lushene, Vagg in Jacobs, 1983). Uporaba tega vprašalnika zaradi zaščitnih licenc ni bila mogoča, vprašalnik prav tako nima uradne slovenske različice in je za

namen moje raziskave premalo občutljiv, saj uporablja štiristopenjsko likertovo lestvico. Iz tega vidika sem oblikovala dva vprašalnika, ki je razviden v nadaljevanju.

Vprašalnik A so testiranci izpolnili pred poslušanjem glasbe, vprašalnik B pa po poslušanju glasbe.

Vprašalnik A (priloga 1)

Vprašalnik A sodelujoči izpolnijo pred izvedbo eksperimenta (poslušanjem glasbe).

Sestava vprašalnika:

1. Fiziološki znaki tesnobe

- srčni utrip (izmerjen s palpacijo zapestne arterije kot število utripov na minuto)
- mišična napetost (samoocena mišične napetosti)

2. Stres in obremenjenost

Ta sklop vprašanj je namenjen lažji interpretaciji rezultatov

3. Tesnoba na doživljajski ravni

Ta sklop vprašanj predstavlja glavnino vprašalnika in je sestavljen iz 18 trditev, ki opisujejo čustva oz. čustvena stanja, povezana z anksioznostjo. Testiranci ob vsaki trditvi na ocenjevalni lestvici označijo, v kolikšni meri podana občutja doživljajo v danem trenutku. Med trditvami je 9 »neprijetnih« čustvenih stanj, ki lahko kažejo na prisotnost tesnobe ter 9 »prijetnih« stanj, povezanih s sproščenostjo, ki je v grobem uporabljena kot antonim tesnobe. Nekatera čustva nastopajo v (približnih) protipomenskih parih. Odgovori na ta vprašanja omogočajo vpogled v iskrenost testirancev pri izpolnjevanju vprašalnika (npr. napetost – sproščenost).

»Neprijetna« stanja:

- napetost
- zaskrbljenost
- preobremenjenost
- vznemirjenost
- nervoza
- negotovost
- nemoč
- utrujenost
- zmedenost

»Prijetna« stanja:

- sproščenost
- zbranost, pozornost
- optimističnost
- umirjenost/mirnost
- motiviranost
- samozavest, odločnost
- zmožnost, sposobnost
- prijetno počutje
- zadovoljstvo

Vprašalnik B (priloga 2)

Vprašalnik B sodelujoči izpolnijo po izvedbi eksperimenta (poslušanju glasbe).

1. Fiziološki znaki tesnobe (isto kot pri vprašalniku A)

- srčni utrip (izmerjen s palpacijo zapestne arterije)
- mišična napetost (samoocena)

2. Tesnoba na doživljajski ravni (isto kot pri vprašalniku A)

3. Zadovoljstvo z izkušnjo pri izvajanju eksperimenta

Ta sklop služi predvsem kot povratna informacija za izvajalko raziskave.

Ocenjevalna lestvica

Zaradi večje občutljivosti vprašalnika sem se odločila za devetstopenjsko ocenjevalno lestvico. Rezultati lestvice so bili točkovani z do devetimi točkami (rezultat ocenjevalne lestvice = število točk), za negativna občutja pa je bil sistem točkovanja obrnjen ($10 - \text{rezultat ocenjevalne lestvice} = \text{število točk}$). Pozitivni rezultati razlike točk z začetka ter konca eksperimenta so pomenili izboljšanje v stanju. Maksimalna možna sprememba je bila $|8|$ točk, pri tem pa je potrebno upoštevati, da je ta odvisna od izhodiščne ocene iz vprašalnika A. Udeleženci, ki so v izhodišču (vprašalnik A) dosegli srednje vrednosti na ocenjavljani lestvici, so imeli manjši maksimalni možen razpon sprememb (npr. če udeleženec svojo sproščenost v vprašalniku A opredeli s 5/9 točk, se lahko njegovo stanje spremeni za največ 4 točke).

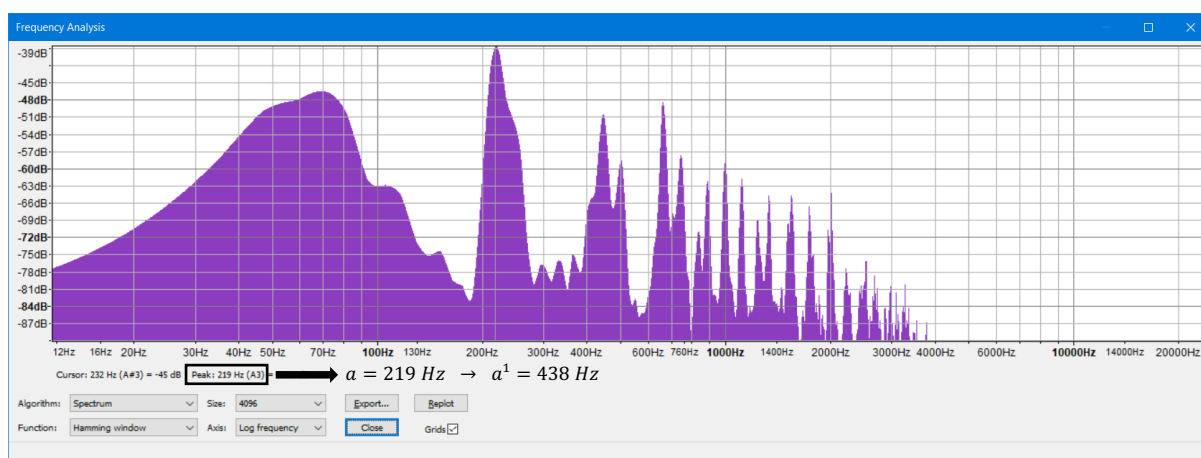
Priprava glasbe

V eksperimentu so sodelujoči poslušali tretji stavek Rachmaninove druge simfonije (Sergei Rachmaninov – Simfonija št. 2, op. 27, III. stavek (Adagio)), ki traja 15 minut.

Originalni posnetek sem prenesla v program *Audacity* v katerem sem s pomočjo frekvenčne analize preko izoliranega tona poiskala uglasitveno frekvenco – ta je bila sprva $a^1 = 438$ Hz.

Nato sem s programom frekvence prvič zvišala za $\frac{440-438}{438} = 0,456621\%$ ($a^1 = 440$ Hz), drugič znižala za $\frac{432-438}{438} = (-) 1,36986\%$ ($a^1 = 432$ Hz).

Razlika v uglasitvi skladbe v kontrolni in eksperimentalni skupini je torej **1,818 %**, pri čemer kontrolna skupina posluša glasbo pri standardni uglasitvi, eksperimentalna pa pri nižji uglasitvi. Vlogo eksperimentalne in kontrolne skupine ima ista skupina dijakov, ki so poslušanja in meritve opravili v razmiku enega tedna.



OPOMBA: slovenski sistem označevanja tonov se razlikuje od ameriškega. Komorni ton ima v našem sistemu označbo a^1 , v ameriškem pa označbo *A4*.

Slika 4: Priprava glasbe s programom *Audacity*

4.3. Izvedba eksperimenta

Pridobitev soglasja

V skladu s kriteriji psihološke etike so udeleženci pred izvedbo eksperimenta prejeli obveščeno soglasje (priloga 3), pripravljeno v skladu s priporočili Univerze v Ljubljani (b. d.). Ker udeleženci še niso dopolnili šestnajstega leta so morali soglasje poleg njih podpisati tudi njihovi starši oz. zakoniti zastopniki.

Potek

V eksperimentu je sodelovalo 59 dijakov splošnega gimnazijskega programa. Vsi dijaki so se preizkusili tako v vlogi eksperimentalne kot kontrolne skupine (opisano zgoraj), pri čemer so v kontrolni skupini poslušali glasbo pri standardni uglasitvi ($a^1=440$ Hz), v eksperimentalni pa pri nižji ($a^1=432$ Hz) uglasitvi.

Eksperiment je potekal po naslednjem urniku:

- 9. 11. 2023 – skupina A (432 Hz – eksperimentalna)
- 14. 11. 2023 – skupina B (440 Hz – kontrolna)
- 16. 11. 2023 – skupina A (440 Hz – kontrolna)
- 21. 11. 2023 – skupina B (432 Hz – eksperimentalna)

Dijaki so se posedli in prejeli obrazložitev naloge, navodila ter soglasje o sodelovanju. Za tem so si 30 sekund merili srčni utrip na zapestni arteriji ter izpolnili vprašalnik A. Sledilo je poslušanje glasbe (15 min). Nato so si ponovno izmerili srčni utrip in izpolnili vprašalnik B. Postopek se je ponovil čez en teden, pri drugi uglasitveni frekvenci.

5. REZULTATI

5.1. Uvodna statistika

K sodelovanju v raziskavi je bilo povabljenih skupno 60 dijakov splošnega gimnazijskega programa. Eno oseba je bila izključena, saj ni pridobila obveščenega soglasja staršev.

Dijaki so bili razporejeni v dve skupini.

- A (28 dijakov)
- B (31 dijakov)

Prisotnost v posameznih izvedbah eksperimenta je bila sledeča:

Pri 440 Hz:

- A 25/28
- B 24/31

Pri 432 HZ:

- A 26/28
- B 25/31

Sestava poglavja »Rezultati«

Z namenom večje preglednosti si rezultati sledijo iz širšega na ožji vidik raziskovalnega problema. Najprej so predstavljeni skupni rezultati obeh skupin, ki pričajo o vplivu glasbe na anksioznost na splošno, sledita primerjava med frekvencama 440 in 432 Hz ter primerjava posameznih izvedb eksperimenta. Rezultati so obravnavami glede na tri meritve: srčni utrip, samoocena mišične napetosti in doživljajska raven vprašalnika.

Opomba:

Statistična pomembnost (p) je bila izračunana z neparametričnimi testi:

- Kadar gre za primerjavo stanja pred in po poslušanju glasbe (T0 vs T1) je uporabljen Wilcoxon Signed Rank Test
- Kadar gre za primerjavo med rezultati frekvence 440 in 432 Hz je uporabljen Mann-Whitney U test (vključeni le udeleženci, prisotni ob obeh izvedbah)

5.2. Skupni rezultati

Tabela 6: Razlike v rezultatih pred poslušanjem glasbe (T0) in po njem (T1) na področju srčnega utripa, mišične napetosti in doživljajske ravni vprašalnika.

	T0 aritmetična sredina ($\pm$standardni odklon)	T1 aritmetična sredina ($\pm$standardni odklon)	Sprememba T0 vs T1
Srčni utrip	75,06 bpm ($\pm$ 13,40)	68,72 bpm ($\pm$ 11,90)	-6,34 ($p \sim 0,00$)
Mišična napetost	4,48 ($\pm$ 1,51)	3,47 ($\pm$ 1,65)	-1,02 ($p \sim 0,00$)
Doživljajska raven (skupno)*	5,04 ($\pm$ 2,19)	5,96 ($\pm$ 2,11)	0,92 ($p \sim 0,00$)

OPOMBA 1: neprijetna stanja so točkovana v obratnem sistemu – pozitivna razlika pomeni izboljšanje v stanju

Primer:

Počutim se prijetno: T0=3; T1=5 $\rightarrow$ razlika=2 (T1-T0)

Počutim se napeto: T0=7; T1=4 $\rightarrow$ razlika=3 (T0-T1)

OPOMBA 2: oznaka »~« pomeni približno vrednost

Iz tabele je razvidno, da je na vseh področjih meritev prišlo do izboljšanja v rezultatih.

Razlika je najočitnejša v upadu srčnega utripa, pri vseh meritvah pa je razlika na podlagi

Wilcoxon Signed Rank testa opredeljena za statistično pomembno ($p < 0,05$).

Tabela 7: Korelacija med samooceno obremenjenosti testirancev in spremembo v rezultatih srčnega utripa in doživljajske ravni vprašalnika

Korelacija	Pearsonov koeficient korelacije
Srčni utrip	$r = -0,123$
Doživljajski del vprašalnika	$r = 0,144$

Opazna je šibka korelacija med obremenjenostjo testirancev in spremembo v rezultatih srčnega utripa in doživljajske ravni vprašalnika. Rezultati kažejo, da je glasba pri posameznikih z močnejšimi simptomi tesnobe učinkovitejše sredstvo za njihovo blaženje, kot pri tistih z zgolj blagimi simptomi.

Tabela 8: Razlika v rezultatih doživljajske ravni vprašalnika po posameznih občutjih (pred in po poslušanju glasbe).

Doživljajska raven vprašalnika	Sprememba T0 vs T1
Umirjeno	2,30 ($\pm 2,09$)
Sproščeno	2,11 ($\pm 2,04$)
Prijetno	1,53 ($\pm 1,92$)
Nervozno	1,39 ($\pm 1,95$)
Zaskrbljeno	1,26 ($\pm 1,97$)
Napeto	1,21 ($\pm 2,00$)
Negotovo	1,06 ($\pm 1,87$)
Zadovoljno	0,93 ($\pm 2,00$)
Preobremenjeno	0,85 ($\pm 1,94$)
Vznemirjeno	0,74 ($\pm 2,07$)
Zmedeno	0,65 ($\pm 1,89$)
Zbrano	0,61 ($\pm 1,78$)
Motivirano	0,53 ($\pm 1,64$)
Optimistično	0,38 ($\pm 1,43$)
Utrujeno	0,36 ($\pm 2,21$)
Samozavestno	0,33 ($\pm 1,09$)
Zmožno	0,24 ($\pm 1,87$)
Nemočno	0,08 ($\pm 1,79$)
POVPREČJE	0,92 ($\pm 1,97$)

OPOMBA: rezultati so razvrščeni po velikosti (od občutja z največjo spremembo do občutja z najmanjšo spremembo). Neprijetna stanja so točkovana v obratnem sistemu – pozitivna razlika pomeni izboljšanje v stanju.

Iz tabele je razvidno, da je pri vseh občutjih prišlo do izboljšanja. Do največjih sprememb je prišlo občutjih umirjenosti, sproščenosti in prijetnega počutja (sprememba je bila večja kot 1,50). Najmanj sprememb se je zgodilo pri občutjih nemoči, zmožnosti, samozavesti, utrujenosti in optimističnosti (sprememba je bila manjša kot 0,40).

5.3. Primerjava frekvenc 440 in 432 Hz

Tabela 9: Primerjava v povprečnih rezultatih frekvenc 440 in 432 Hz

	440 Hz			432 Hz			Razlika
	T0 aritmetična sredina (±standardni odklon)	T1 aritmetična sredina (±standardni odklon)	Sprememba (T1-T0)	T0 aritmetična sredina (±standardni odklon)	T1 aritmetična sredina (±standardni odklon)	Sprememba (T1-T0)	Razlika med spremembama (v prid katere frekvence)
Srčni utrip	74,61 bpm (±11,99)	66,98 bpm (±11,98)	-7,63 bpm; p~0,00	75,49 bpm (±14,72)	70,39 bpm (±11,70)	-5,10 bpm; p~0,00	2,53 bpm; p=0,08 (440 Hz)
Mišična napetost	4,52 (±1,54)	3,53 (±1,67)	-0,99; p~0,00	4,45 (±1,49)	3,40 (±1,65)	-1,04; p~0,00	0,05; p=0,48 (432 Hz)
Doživljajska raven (skupno)	5,06 (±2,25)	6,07 (±2,12)	1,01; p~0,00	5,02 (±2,13)	5,85 (±2,08)	0,83; p~0,00	0,27; p=0,58 (440 Hz)

OPOMBA 1: neprijetna stanja doživljajske ravni vprašalnika so točkovana v obratnem sistemu – pozitivna sprememba (T1-T0>0) pomeni izboljšanje v stanju.

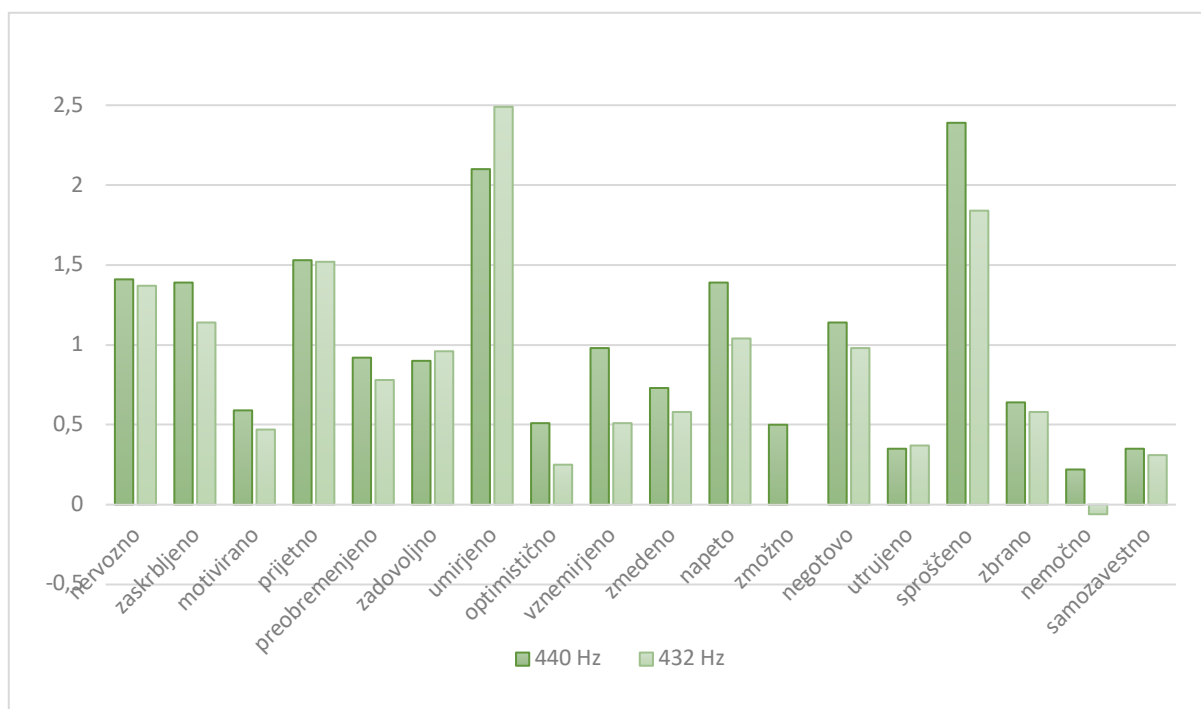
OPOMBA 2: oznaka »~« pomeni približno vrednost

Pri obeh frekvencah je po poslušanju glasbe opazno izboljšanje vseh meritev (srčni utrip, samoocena mišične napetosti, doživljajska raven vprašalnika). Med frekvencama je v rezultatih prišlo do manjših odstopanj, ki pa so statistično nepomembne (p>0,05).

Tabela 10: Rezultati doživljajske ravni vprašalnika (primerjava frekvenc 440 in 432 Hz)

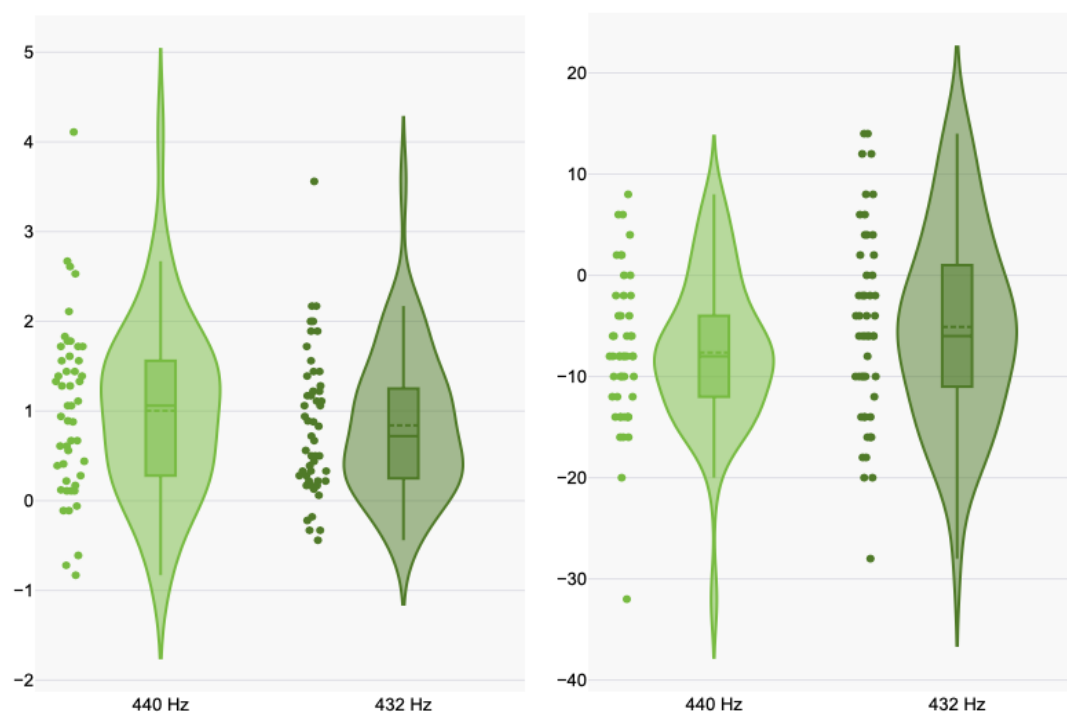
	440 Hz			432 Hz		
	T0 aritmetična sredina ($\pm$ standardni odklon)	T1 aritmetična sredina ($\pm$ standardni odklon)	Razlika (T1-T0)	T0 aritmetična sredina ($\pm$ standardni odklon)	T1 aritmetična sredina ($\pm$ standardni odklon)	Razlika (T1-T0)
- Nervozno	4,06 ($\pm$ 2,54)	2,65 ($\pm$ 1,62)	-1,41	4,63 ($\pm$ 2,18)	3,25 ($\pm$ 1,89)	-1,37
- Zaskrbljeno	4,69 ($\pm$ 2,35)	3,31 ($\pm$ 2,03)	-1,39	4,67 ($\pm$ 2,13)	3,53 ($\pm$ 1,99)	-1,14
+ Motivirano	3,90 ($\pm$ 1,72)	4,49 ($\pm$ 1,61)	0,59	4,02 ($\pm$ 1,85)	4,49 ($\pm$ 1,79)	0,47
+ Prijetno	4,39 ($\pm$ 1,90)	5,92 ($\pm$ 1,75)	1,53	4,31 ($\pm$ 1,42)	5,84 ($\pm$ 1,71)	1,53
- Preobremenjeno	5,47 ($\pm$ 2,31)	4,55 ($\pm$ 2,27)	-0,92	5,20 ($\pm$ 2,13)	4,41 ($\pm$ 2,12)	-0,78
+ Zadovoljno	4,80 ($\pm$ 2,01)	5,69 ($\pm$ 1,85)	0,90	4,76 ($\pm$ 1,76)	5,73 ($\pm$ 1,61)	0,96
+ Umirjeno	4,49 ($\pm$ 1,92)	6,59 ($\pm$ 1,80)	2,10	3,96 ($\pm$ 1,74)	6,45 ($\pm$ 1,72)	2,49
+ Optimistično	4,63 ($\pm$ 2,13)	5,14 ($\pm$ 2,02)	0,51	5,14 ($\pm$ 2,16)	5,39 ($\pm$ 1,92)	0,25
- Vznemirjeno	4,04 ($\pm$ 2,08)	3,06 ($\pm$ 1,69)	-0,98	4,31 ($\pm$ 2,13)	3,80 ($\pm$ 2,11)	-0,51
- Zmedeno	3,94 ($\pm$ 2,43)	3,22 ($\pm$ 2,26)	-0,71	3,76 ($\pm$ 2,21)	3,16 ($\pm$ 1,88)	-0,60
- Napeto	4,38 ($\pm$ 2,12)	2,90 ($\pm$ 1,66)	-1,48	4,53 ($\pm$ 1,91)	3,54 ($\pm$ 1,92)	-0,99
+ Zmožno	5,10 ($\pm$ 2,03)	5,59 ($\pm$ 1,86)	0,49	5,15 ($\pm$ 2,10)	5,12 ($\pm$ 1,72)	-0,02
- Negotovo	4,14 ($\pm$ 2,11)	3,00 ($\pm$ 1,70)	-1,14	4,20 ($\pm$ 1,89)	3,22 ($\pm$ 1,61)	-0,98
- Utrujeno	6,35 ($\pm$ 1,96)	6,00 ($\pm$ 2,35)	-0,35	6,53 ($\pm$ 2,21)	6,16 ($\pm$ 2,29)	-0,37
+ Sproščeno	4,47 ($\pm$ 1,61)	6,86 ($\pm$ 1,62)	2,39	4,25 ($\pm$ 1,70)	6,10 ($\pm$ 1,79)	1,84
+ Zbrano	4,02 ($\pm$ 1,76)	4,67 ($\pm$ 1,63)	0,65	4,43 ($\pm$ 1,60)	4,98 ($\pm$ 1,70)	0,55
- Nemočno	2,76 ($\pm$ 1,75)	2,53 ($\pm$ 1,72)	-0,22	2,82 ($\pm$ 1,72)	2,88 ($\pm$ 1,78)	0,06
+ Samozavestno	5,29 ($\pm$ 2,38)	5,63 ($\pm$ 2,19)	0,35	5,04 ($\pm$ 2,25)	5,35 ($\pm$ 2,09)	0,31

Pri frekvenci 440 Hz je opazno izboljšanje vseh občutij doživljajske ravni vprašalnika, pri frekvenci 432 Hz pa je ob občutjih zmožnosti in nemoči prišlo do rahlega poslabšanja. Do največjega izboljšanja je pri obeh frekvencah prišlo v občutjih umirjenosti, sproščenosti in prijetnega počutja, do najmanjših sprememb pa v občutjih zmožnosti ter nemočnost. Odstopanja med frekvencama so statistično nepomembna ($p > 0,05$).



OPOMBA: neprijetna stanja so točkovana v obratnem sistemu – pozitivna sprememba pomeni izboljšanje

Graf 1: Primerjava rezultatov doživljajske ravni vprašalnika frekvence 440 in 432 Hz (grafični prikaz glavnih rezultatov tabele 5).



Grafa 2 in 3: Porazdelitev rezultatov (sprememba T1-T0) doživljajske ravni vprašalnika (levo) in srčnega utripa (desno)

Četudi povprečni rezultati meritev nakazujejo rahel trend večjih izboljšav pri frekvenci 440 Hz, razlika ni statistično pomembna.

5.4. Rezultati posameznih izvedb eksperimenta:

Tabela 11: Povprečne spremembe rezultatov (T0 vs T1) posameznih izvedb eksperimenta

	A 440 Hz	A 432 Hz	B 440 Hz	B 432 Hz
Srčni utrip	-5,92 bpm	-3,85 bpm	-9,42 bpm	-6,4 bpm
Doživljajska raven vprašalnika	1,21	0,93	0,78	0,75
Mišična napetost	-1,04	-0,92	-0,85	-1,2
Ocena obremenjenosti	5,52	6,08	7,22	6,74

Na področju srčnega utripa je največje izboljšanje zabeležila skupina B pri frekvenci 440 Hz, ki se je tudi ocenila kot najbolj obremenjena. Na doživljajski ravni je največjo spremembo zabeležila skupina B pri 440 Hz, v mišični napetosti pa skupina B pri 432 Hz.

Tabela 12: Povprečne spremembe v rezultatih doživljajske ravni vprašalnika

	A 440 Hz	A 432 Hz	B 440 Hz	B 432 Hz	Skupno
nervozno	1,52	1,46	1,29	1,28	1,39
zaskrbljeno	1,80	1,04	0,96	1,24	1,26
motivirano	1,16	1,08	0,00	-0,16	0,53
prijetno	1,88	2,12	1,17	0,92	1,53
preobremenjeno	1,16	0,58	0,67	1,00	0,85
zadovoljno	1,32	0,96	0,46	0,96	0,93
umirjeno	2,00	2,35	2,21	2,64	2,30
optimistično	0,60	0,38	0,42	0,12	0,38
vznemirjeno	1,08	0,62	0,88	0,4	0,74
zmedeno	0,32	0,23	1,17	0,96	0,65
napeto	1,76	1,04	1,00	1,04	1,21
zmožno	0,84	0,54	0,13	-0,58	0,24
negotovo	1,16	1,38	1,13	0,56	1,06
utrujeno	0,56	0,42	0,13	0,32	0,36
sproščeno	2,40	1,42	2,38	2,28	2,11
zbrano	1,13	0,52	0,17	0,64	0,61
nemočno	0,4	0,15	0,04	-0,28	0,08
samozavestno	0,72	0,46	-0,04	0,16	0,33
POVPREČJE	1,21	0,93	0,78	0,75	0,92

(primerjava posameznih izvedb eksperimenta)

OPOMBA: neprijetna stanja so točkovana v obratnem sistemu – pozitivna sprememba pomeni izboljšanje

Skupina A je pri frekvenci 440 Hz dosegla najboljše rezultate izmed vsem štirih izvedb eksperimenta pri večini vprašanj doživljajske ravni vprašalnika, med ostalimi skupinami pa ni prišlo do večjih odstopanj.

6. Interpretacija rezultatov

V nadaljevanju sledi interpretacija rezultatov. Za nazornejši prikaz je interpretacija razdeljena glede na postavljene hipoteze. Sledijo še ideje za nadaljnje raziskovanje.

Hipoteza 1: Poslušanje klasične glasbe zmanjšuje nivoje anksioznosti

1.1. V obeh skupinah se bo srčni utrip po poslušanju glasbe znižal

1.2. Vprašalnik bo pri obeh skupinah pokazal na večjo sproščenost po poslušanju

1.3. Rezultat samoocene mišične napetosti se bo pri obeh skupinah izboljšal po poslušanju glasbe

Hipoteza 1 je bila potrjena, saj sta tako vprašalnik kot meritve srčnega utripa pokazala na večjo sproščenost testirancev po poslušanju glasbe.

Srčni utrip je po petnajstih minutah poslušanja upadel za povprečno **6,34 utripov/min** ($p < 0,05$), rezultati vprašanj v povezavi z doživljajskimi dejavniki anksioznosti so se izboljšali za povprečno **0,92 točke** ($p < 0,05$), samoocena mišične napetosti pa za **1,02 točke** ($p < 0,05$).

V nadaljevanju se bom najprej osredotočila na interpretacijo rezultatov srčnega utripa, nato pa na doživljajsko raven vprašalnika in samooceno mišične napetosti.

Sprememba srčnega utripa je znašala povprečno -6,34 utripov/min ($p \sim 0,00$). Do upada v srčnem impulzu je prišlo pri 76 % udeležencev, pri 20 % je prišlo do rahlega povišanja, 4 % udeležencev pa ni zabeležilo sprememb v utripu. Pri tem je potrebno omeniti, da so imeli nekateri udeleženci težave z merjenjem srčnega utripa, zato bi verodostojnost podatkov lahko bila pri njih vprašljiva. Ob ponovitvi eksperimenta bi meritev srčnega utripa izvedla z digitalnim merilnikom in ji dodala še meritev krvnega tlaka, ki je bil ob raziskavi Calamassi idr. (2022) eden izmed pokazateljev večje sproščenosti udeležencev po poslušanju glasbe, a to ob mojem eksperimentu ni bilo praktično izvedljivo, vsekakor pa je iz rezultatov razvidno, da je pri večini udeležencev prišlo do znižanja srčnega utripa, kar potrjuje prvo podhipotezo (1.1).

Rezultati vprašanj v povezavi z doživljajskimi simptomi tesnobe so se izboljšali za povprečno 0,92 točke, pri čemer je izboljšanje v rezultatih zabeležilo kar 89 % udeležencev (max. = 4,11 točke). Do največjega izboljšanja je prišlo ob občutjih sproščenosti (2,11), umirjenosti (2,30) in prijetnega počutja (1,53), pa tudi ob občutkih nervoze, napetosti in zaskrbljenosti, do

najmanjših sprememb pa je prišlo ob občutkih nemočnosti, zmožnosti ter samozavesti. S tem je bil potrjena druga podhipoteza (1.2), ki pravi, da bo vprašalnik v obeh skupinah pokazal na večjo sproščenost udeležencev po poslušanju glasbe.

Rezultati samoocene mišične napetosti so se po poslušanju glasbe izboljšali za povprečno 1,02 točke, med posameznimi izvedbami eksperimenta pa je na tem področju prišlo do najmanjših razlik. Poleg tega je podatek manj zanesljiv, saj gre za samooceno fiziološkega stanja. Kljub temu je moč zaznati trend, da se je po poslušanju glasbe rezultat samoocene mišične napetosti izboljšal, s čimer je bila potrjena tudi tretja podhipoteza (1.3).

Med rezultati sem opazila tudi šibko pozitivno korelacijo med oceno obremenjenosti, ki so jo udeleženci podali pred začetkom eksperimenta, in izboljšanjem v rezultatih po poslušanju, iz česar sklepam, da je glasba pri posameznikih z močnejšimi simptomi tesnobe učinkovitejše sredstvo za njihovo blaženje, kot pri tistih z zgolj blagimi simptomi.

V skladu z ugotovitvami Malik in Russo (2022) predvidevam, da je izboljšanje v nivojih anksioznosti ob poslušanju glasbe verjetno posledica povečane proizvodnje dopamina, saj ima ta pomembno vlogo pri modulaciji anksioznosti v različnih delih možganov (Zarrindast in Khakpai, 2015), poslušanje glasbe pa vpliva tudi na znižanje nivojev kortizola (Malik in Russo, 2022).

Hipoteza 2: Različne frekvenčne uglasitve glasbe vplivajo na sproščenost

2.1. Ob glasbi, uglašeni na frekvenco 432 Hz, se bodo dijaki bolj sprostili glede na opazovane parametre kot pri frekvenci 440 Hz

Hipoteza 2 ni bila potrjena. Med rezultati frekvenc 432 in 440 Hz je res prišlo do razlik, a so bile te statistično nepomembne ($p > 0,05$), kar je bilo potrjeno z Mann-Whitney U testom. Povprečje sprememb v doživljajskih simptomih tesnobe je z malenkostnim odstopanjem težilo v prid frekvence 440 Hz, spremembe mišične napetosti pa v prid frekvence 432 Hz. Nekoliko večje odstopanje je bilo opazno v upadu srčnega utripa, ki je prav tako težilo v prid frekvence 440 Hz, a je odstopanje v rezultatih obeh frekvenc pri vseh treh meritvah statistično nepomembno.

Rezultati raziskovalne naloge torej ne potrjujejo izsledkov raziskav Calamassi idr. (2019, 2020, 2022), ki govorijo v prid frekvenci 432 Hz (večja sproščenost, nižji nivoji stresa ipd.). To razliko pripisujem predvsem drugačni vrsti in načinu meritev sproščenosti oz. anksioznosti, ki so se zaradi praktičnih in drugih razlogov razlikovale od tistih, uporabljenih v dosedanjih raziskavah. Tudi raziskava Calamassi (2020) je namreč pokazala na izboljšanje v rezultatih vprašalnika o doživljajskih dejavnikih tesnobe (STAI X1) pri obeh frekvencah, v prid frekvence 432 Hz pa sta pričali meritvi frekvence dihanja in sistoličnega krvnega tlaka, ki ju sama iz praktičnih razlogov nisem mogla izvesti. Kar se tiče samega vprašalnika je na rezultate eksperimenta lahko vplivala tudi subjektivna narava samoocenjevalne lestvice, a se ob tovrstnem raziskovalnem problemu temu ni mogoče izogniti. Tudi sorodne raziskave so razlike med frekvencama zaznale predvsem na fiziološki ravni. Na rezultate pa so lahko vplivali tudi drugi dejavniki in moteče spremenljivke (dejavniki iz okolja, premajhen vzorec ipd.).

Povzetek ugotovitev in predvidena korist novih spoznanj

Potrditev hipoteze o ugodnem vplivu klasične glasbe na nižje ravni anksioznosti pri mladostnikih (hipoteza 1) prinaša kar nekaj koristi, ki se bi jih dalo razšiti med dijake in tako ozaveščati o pomenu klasične glasbe in njenem vplivu na psihološko počutje.

Glede na to, da so mladostniki pogosto tesnobni (soočajo se z veliko spremembami, pogosto so obremenjeni tudi zaradi šole (NIJZ, 2018)), je ta ugotovitev vsekakor lahko uporabna. Četudi so nekateri raziskovalci ugotovili, da so nižje frekvence lahko ugodnejše, sama ugotavljam, da to niti ni tako bistveno. Med dijake lahko tako širim ugotovitev, da že klasična glasba sama po sebi zelo ugodno vpliva na sproščenost in počutje v obdobju mladostništva, še posebej takrat, ko smo bolj tesnobni in imamo več obremenitev (kar potrjuje spoznanje, da je prišlo do šibke, a pozitivne korelacije med oceno obremenjenosti pred poslušanjem glasbe in izboljšanjem v rezultatih po poslušanju glasbe).

Ideje za izboljšavo in nova vprašanja

Možnosti za izboljšavo raziskave zaznavam predvsem v vrsti ter načinu meritev sproščenosti, velikosti vzorca, nazadnje pa tudi v trajanju izpostavljenosti glasbi.

Nilsson (2008) navaja, da je za glasbene intervencije v klinične namene priporočljiva »počasna in tekoča glasba, približno 60 do 80 utripov/min«, »brez besedila«, »maksimalen volumen 60

dB« ter z »minimalnim trajanjem 30 minut« (str.803). Ker zadnji izmed navedenih kriterijev ni bil zadoščen, sklepam, da bi daljša izpostavljenost glasbi lahko izboljšala rezultate mojega eksperimenta ter prikazala jasnejšo primerjavo med rezultati obeh frekvenc. Z izjemo trajanja ocenjujem svojo izbiro glasbe za primerno, v primeru ponovitve eksperimenta, bi izbrala daljšo skladbo, hkrati pa bi udeleženci glasbo poslušali s pomočjo slušalk (in ne preko zvočnika), da bi omejila zunanje motnje med izvedbo eksperimenta. Preizkusila bi tudi glasbo drugih žanrov.

Dodaten doprinos k raziskavi bi bil, če bi imela na voljo večji in bolj raznolik vzorec posameznikov različnih starosti, saj se percepcija glasbe tekom različnih življenjskih obdobij spreminja (Bonneville-Roussy, Rentfrow in Xu, 2013).

Ker se razlika v frekvenci uglasitve v mojem eksperimentu ni izkazala za pomenljiv dejavnik, bi bilo zanimivo raziskati kateri drugi elementi glasbe so privedli do občutnega izboljšanja rezultatov obeh skupin.

Nekaj idej za nadaljnjo raziskovanje sem dobila tudi ob raziskovanju kontroverzne teorije Rauscherja s sodelavci iz leta 1993, ki govori o t.i. Mozartovem efektu. Ta predpostavlja spodbujevalen vpliv Mozartove sonate K448 na prostorsko-časovno sklepanje. Mnogi raziskovalci so se posvetili preučevanju značilnosti Mozartove glasbe, ki bi lahko doprinesle k temu učinku, pri tem pa je bila posebej izpostavljena dolgotrajna periodičnost, ki je značilna tudi za J. S. in J. C. Bacha (Hughes in Fino, 2000). Na podlagi te ugotovitve bi bilo zanimivo raziskati, kako na sproščenost ob poslušanju glasbe vplivata metrum (razporeditev poudarjenih in nepoudarjenih dob v taktu) in tempo. Iwanaga (1995) navaja, da ljudje običajno raje poslušajo glasbo s tempom med 70 in 100 utripov/min, saj je ta usklajen z normalnim srčnim utripom v mirovanju, ki znaša med 60 in 100 utripov/min (British Heart Foundation, 2001). Do podobnih ugotovitev so prišli tudi drugi raziskovalci, ki predpostavljajo teorijo, da ima srčni utrip tendenco po usklajevanju s tempom poslušane glasbe, kar je lahko razlog za izrazit upad v srčnem utripu ob poslušanju nekatere glasbe, a ta teorija nikoli ni bila potrjena.

S frekvencami povezani lastnosti glasbe, ki bi lahko imeli vpliv na njen sproščujoč učinek, sta tudi razmerje med konsonančnimi in disonantnimi intervali, ki predstavljajo osnovo melodije in harmonije v glasbi, ter z njimi povezani tonalni ter atonalni sistemi. Preferenca za konsonančno je po ugotovitvah Caretette, E. C. ter Kendall R. A. (1999) namreč ena redkih univerzalnih lastnosti različnih kultur na področju glasbe, ki jo potrjujejo tudi izsledki

raziskave Bidelmana, Krishnan (2009), Trehub s kolegi (1990) pa k temu dodaja tudi preferenco po tonalni v primerjavi z atonalno glasbo.

Nadaljnje raziskovanje bi torej usmerila v preučevanje drugih elementov glasbe, ki bi lahko vplivali na izboljšane rezultate mojega eksperimenta, kot so metrum, tempo in tonski sistemi. Na podlagi izsledkov dosedanjih raziskav menim, da je vpliv različnih frekvenc na anksioznost vsekakor vreden nadaljnjega proučevanja.

7. Zaključki

Glasba igra pomembno vlogo tako v naših socialnih kot zasebnih življenjih, njen pomen pa presega zgolj estetsko vrednost ter posega tudi na področje psihološkega počutja.

Številne raziskave izpostavljajo vpliv poslušanja glasbe na blaženje simptomov anksioznosti, s čimer se skladajo tudi rezultati moje raziskovalne naloge. Znotraj te sem med udeleženci po poslušanju glasbe zaznala pomembne pozitivne spremembe na doživljajski in fiziološki ravni, te pa so bile vidne v upadu srčnega utripa ($-6,34$ bpm; $p < 0,005$) in izboljšanih rezultatih vprašalnika o doživljajskih simptomih tesnobe ($+0,92$ točke; $p < 0,05$), s čimer sem potrdila svojo hipotezo o pozitivnem vplivu poslušanja glasbe na anksioznost.

Znotraj raziskovalnega vprašanja sem se poglobila tudi v preučevanje vpliva specifičnih uglasitvenih frekvenc na anksioznost, za kar sem izbrala frekvenci 440 ter 432 Hz.

Dosedanje raziskave namreč kažejo, da je slednja psihološko ugodnejša kot frekvenca 440 Hz, ki predstavlja mednarodni standard uglaševanja, vendar v raziskavi med obema frekvencama nisem zaznala statistično pomembne razlike ($p > 0,05$). To pripisujem predvsem vrsti in načinu meritev, ki sem jih izvedla. V eksperiment sem vključila le tiste, ki so bile v okviru mojega eksperimenta praktično izvedljive. V kolikor bi imela na voljo več resursov, bi se odločila za preverjanje več fizioloških dejavnikov, kot so sistolični in diastolični krvni tlak ter frekvenca dihanja.

Možnosti za izboljšavo raziskave tako predlagam predvsem v vrsti meritev, povečanju vzorca in podaljšanju izpostavljenosti glasbi. V luči zadržkov z vidika praktičnosti, pa bi se ob ponovitvi eksperimenta raje posvetila proučevanju drugih elementov glasbe, ki prav tako lahko pripomorejo k izboljšanju v simptomih anksioznosti. Na podlagi preučitve literature, bi se tako osredotočila na tempo, metrum glasbe ter različne tonske sisteme.

Kljub temu, da v raziskavi nisem potrdila hipoteze o različnem vplivu specifičnih frekvenc na tesnobo, menim, da je vprašanje vsekakor vredno nadaljnjega raziskovanja. Glasba je namreč izjemno preprost in dostopen način vpliva na naše psihološko počutje. Ne glede na svojo preprostost ima velik vpliv, hkrati pa ne povzroča negativnih učinkov.

Z izvedbo raziskovalne naloge sem dosegla vse zastavljene cilje, za uspešno pa jo ocenjujem tudi na podlagi ocene zadovoljstva udeležencev, ki je znašala povprečno 8,3 od 9 točk.

8. Družbena odgovornost

Raziskovalna naloga se ukvarja z anksioznostjo, ki predstavlja pereč problem sodobne družbe, saj se anksiozne motnje v Evropski uniji pojavljajo pri približno 14% populacije, kar jih uvršča med najpogostejše duševne in vedenjske motnje. Tekom življenja jih izkusi kar vsaka tretja oseba, običajna anksioznost pa je še toliko pogostejša, saj jo v svojem življenju izkusi vsak posameznik (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016).

Na podlagi ugotovitev raziskovalne naloge ocenjujem poslušanje glasbe za preprosto prakso, ki jo lahko dijaki implementirajo v svojo vsakdanjo rutino, da se izognejo negativnim učinkom stresa in tesnobe, ob tem pa izkoristijo tudi pozitivne učinke glasbe na regulacijo čustvenega izraza in izboljšanje počutja. Glasba seveda ne more biti nadomestilo za psihološko pomoč, lahko pa služi kot »distrakcija, ki usmerja našo pozornost od negativnih dražljajev na nekaj prijetnega in spodbudnega« (Nilsson, 2008, str. 782) ter nam tako pomaga pri spopadanju s tesnobo.

Poleg njenega vpliva na psihološko počutje želim poudariti tudi pomen glasbe na družbeni ravni. Glasba predstavlja univerzalen jezik sveta, ki združuje vse ljubitelje umetnosti in ob tem presega meje časa in prostora. Njen obstoj je odraz človeških kognitivnih sposobnosti in estetskih potreb, predstavlja pa tudi odraz človeške družbe in njenega razvoja skozi čas. V naših življenjih je vseprisotna in neizogibna. Je »temeljna človeška izkušnja, prepletena s številnimi osnovnimi človeškimi potrebami in je rezultat tisočletnega nevrobiološkega razvoja, kot taka pa omogoča edinstven izraz družbenih vezi in krepitev medosebne povezanosti« (Schulkin in Raglan, 2014, str. 1). Njeno doživljanje je hkrati povsem osebna izkušnja, hkrati pa je univerzalna lastnost naše vrste, ki nam v življenju prinaša lepoto in smisel, zato moramo poskrbeti tako za ohranjanje glasbe kot za ohranjanje naše ljubezni do nje.

9. Bibliografija

- AI-Therapy Statistics (b. d.). *Normal distribution*. <https://www.ai-therapy.com/psychology-statistics/results/20240128165831335>
- American Psychological Association. (19. 4. 2018). Anxiety. V *APA Dictionary of Psychology*. Dostopno dne 16. 1. 2024. <https://dictionary.apa.org/anxiety>
- American Psychology Association (2011). *The State-Trait Anxiety Inventory*. <https://www.apa.org/pi/about/publications/caregivers/practice-settings/assessment/tools/trait-state>
- Bidelman, G. M., & Krishnan, A. (2009). Neural correlates of consonance, dissonance, and the hierarchy of musical pitch in the human brainstem. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 29 (42), 13165–13171. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3900-09.2009>
- Bonneville-Roussy, A., Rentfrow, P. J., Xu, M. K., & Potter, J. (2013). Music through the ages: Trends in musical engagement and preferences from adolescence through middle adulthood. *Journal of personality and social psychology*, 105 (4), 703–717. <https://doi.org/10.1037/a0033770>
- British Heart Foundation (2001). What is a normal pulse rate? *Heart Matters Magazine*. <https://www.bhf.org.uk/information-support/heart-matters-magazine/medical/ask-the-experts/pulse-rate>
- Calamassi, D., & Pomponi, G. P. (2019). Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study. *Explore (New York, N.Y.)*, 15(4), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2019.04.001>
- Calamassi, D., Li Vigni, M. L., Fumagalli, C., Gheri, F., Pomponi, G. P., & Bambi, S. (2022). The Listening to music tuned to 440 Hz versus 432 Hz to reduce anxiety and stress in emergency nurses during the COVID-19 pandemic: a double-blind, randomized controlled pilot study. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, 93(S2), e2022149. <https://doi.org/10.23750/abm.v93iS2.12915>
- Calamassi, D., Lucicesare, A., Pomponi, G. P., & Bambi, S. (2020). Music tuned to 432 Hz versus music tuned to 440 Hz for improving sleep in patients with spinal cord injuries: a double-blind cross-over pilot study. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, 91(12-S), e2020008. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i12-S.10755>

- Carterette EC, Kendall RA. (1999). Comparative music perception and cognition. In: Deutsch D, editor. *The psychology of music* (2. izdaja). San Diego, CA: Academic Press; 1999. str. 725–791.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780122135644500196?via%3Dihub>
- Composer Focus. (2023, August 23). *The History and Debate of tuning Standards: A Deep Dive*. <https://composerfocus.com/tuning-standards/>
- Concert Pitch (21. 11. 2023). V *Wikipedia: The Free Encyclopedia*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Concert_pitch
- Da Capo Al Coda (b. d.). *A music note – music theory* [Slika].
<https://www.dacapoalcoda.com/a-music-note>
- Dickey, C. (1. 1. 2013). Pitch Battles: How a paranoid fringe group made musical tuning an international issue. *Believer*. <https://www.thebeliever.net/pitch-battles/>
- Frequency (5. 12. 2023). V *Wikipedia: The Free Encyclopedia*.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency#Sources>
- Gribeski, F. (11. 7. 2023). *Tuning the World: Pitch Lessons for the History of Music Theory*. History of Music Theory.
<https://historyofmusictheory.wordpress.com/2023/07/11/tuning-the-world-pitch-lessons-for-the-history-of-music-theory/>
- Howland, K. M. (31. 8. 2017). Music Therapy. V *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/topic/music-therapy>
- Hughes, J. R., & Fino, J. J. (2000). The Mozart effect: distinctive aspects of the music--a clue to brain coding?. *Clinical EEG (electroencephalography)*, 31(2), 94–103.
<https://doi.org/10.1177/155005940003100208>
- Iwanaga M. (1995). Harmonic relationship between preferred tempi and heart rate. *Perceptual and motor skills*, 81(1), 67–71. <https://doi.org/10.2466/pms.1995.81.1.67>
- Iwanaga, M. (1995). Relationship between Heart Rate and Preference for Tempo of Music. *Perceptual and Motor Skills*, 81(2), 435–440. <https://doi.org/10.1177/003151259508100215>
- Jenkins J. S. (2001). The Mozart effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(4), 170–172. <https://doi.org/10.1177/014107680109400404>
- Kamioka, H., Tsutani, K., Yamada, M., Park, H., Okuizumi, H., Tsuruoka, K., Honda, T., Okada, S., Park, S. J., Kitayuguchi, J., Abe, T., Handa, S., Oshio, T., & Mutoh, Y. (2014). Effectiveness of music therapy: a summary of systematic reviews based on

- randomized controlled trials of music interventions. *Patient preference and adherence*, 8, 727–754. <https://doi.org/10.2147/PPA.S61340>
- Mallik, A., & Russo, F. A. (2022). The effects of music & auditory beat stimulation on anxiety: A randomized clinical trial. *PloS one*, 17(3), e0259312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259312>
- Martis, B. (5. 2. 2024). Anxiety Disorder. V *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/addiction>
- Nacionalni inštitut za javno zdravje (2016). *ANKSIOZNE MOTNJE: kako jih prepoznati in premagati*. https://nijz.si/wp-content/uploads/2022/07/brosura_anksiozne_motnje_2016.pdf
- Nacionalni inštitut za javno zdravje (2018). *Duševno zdravje otrok in mladostnikov*. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje. https://nijz.si/wpcontent/uploads/2022/07/dusevno_zdravje_otrok_in_mladostnikov_v_sloveniji_19_10_18.pdf
- National Institute of Mental Health (b. d.). *Anxiety Disorders*. <https://www.nimh.nih.gov/health/topics/anxiety-disorders>
- National Institute of Mental Health (b. d.). *I'm So Stressed Out! Fact Sheet*. <https://www.nimh.nih.gov/health/publications/so-stressed-out-fact-sheet>
- Nilsson, U. (2008). The Anxiety- and Pain-Reducing Effects of Music Interventions: A Systematic Review. *AORN Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2007.09.013>
- Palmblad, S. (2018). A = 432: A superior tuning or just a different intonation? How tuning standards affects emotional response, timbre and sound quality in music. Semantic Scholar. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-%3D-432%3A-A-superior-tuning-or-just-a-different-How-Palmblad/833fe34c012f1911d1936b541ab0565812a90958>
- Raglio, A., Attardo, L., Gontero, G., Rollino, S., Groppo, E., & Granieri, E. (2015). Effects of music and music therapy on mood in neurological patients. *World journal of psychiatry*, 5(1), 68–78. <https://doi.org/10.5498/wjp.v5.i1.68>
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611. <https://doi.org/10.1038/365611a0>
- Ruiz, M. J. (2017). *Piano keyboard showing concert A4, three octaves below 440 Hz, and the note (1 b A) [Diagram]*. https://www.researchgate.net/figure/Piano-keyboard-showing-concert-A4-three-octaves-below-440-Hz-and-the-note-1-b-A_fig1_312567598

- Schulkin, J., & Raglan, G. B. (2014). The evolution of music and human social capability. *Frontiers in neuroscience*, 8, 292. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00292>
- Smith, Yolanda. (2021, March 31). Types of Music Therapy. News-Medical. <https://www.news-medical.net/health/Types-of-Music-Therapy.aspx>
- Spielberg, Gorsuch, Lushene, Vagg & Jacobs (1983). *State-Trait Anxiety Inventory for Adults (STAI-AD)* <https://arc.psych.wisc.edu/self-report/state-trait-anxiety-inventory-stai/>
- Statistics Kingdom (b. d.) *Violin plot maker*. <https://www.statkingdom.com/violin-plot-maker.html>
- Tesnoba. (2014). V *Slovar slovenskega knjižnega jezika* (2. dopolnjena in deloma prenovljena izd.). <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=tesnoba>
- The Schiller Institute (b. d.). *The Science of Music*. <https://archive.schillerinstitute.com/music/petition.html>
- Trehub, S. E., Thorpe, L. A., & Trainor, L. J. (1990). Infants' perception of good and bad melodies. *Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition*, 9(1), 5–19. <https://doi.org/10.1037/h0094162>
- Tušak, M. in Blatnik, P. (2017). *Živeti s stresom: tehnike samopomoči* (1. izdaja). Poslovna založba MB, založništvo d.o.o.
- Univerza v Ljubljani (b. d.) *Obveščeno soglasje: navodila za pripravo*. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiOysf7-ZmEaxVYxQIHHWeMAGMQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.unilj.si%2Fmma%2Fnavodila_za_obvesceno_soglasje%2F2017062711425916%2F&usg=AOvVaw3t0gWa_qS4FLfkxX3uZTF-&opi=89978449
- Zarrindast, M. R., & Khakpai, F. (2015). The Modulatory Role of Dopamine in Anxiety-like Behavior. *Archives of Iranian medicine*, 18(9), 591–603. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26317601/>
- Zvok (4. 9. 2023). V *Wikipedija: prosta enciklopedija*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvok>

Šifra:

Glasba in njen vpliv na ljudi – VPRAŠALNIK A

Izmerjen srčni utrip pred izvedbo eksperimenta: _____ (30 s)

X2	bpm
----	-----

Na lestvici od 1 do 9 opredelite, kako napete so vaše mišice - število 1 pomeni, da so vaše mišice povsem sproščene, število 9 pa, da so močno napete.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Ali imate danes v šoli kakšno ocenjevanje (ali drug stresen dogodek)? DA NE

Ali imate ta teden v šoli kakšno ocenjevanje (ali drug stresen dogodek)? DA NE

Kako bi na lestvici od 1 (neobremenjen/-a) do 9 (zelo obremenjen/-a) ocenili svojo trenutno obremenjenost (s šolskim delom, doma, na delavnem mestu ...)?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Navodilo: Spodaj navedene trditve opisujejo čustvena stanja. Z oceno od 1 do 9 opiši v kolikšni meri jih doživljaš ta trenutek. Število 1 pomeni, da čustva **sploh ne** doživljaš, število 9 pa, da ga **močno** doživljaš.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Počutim se nervozno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zaskrbljeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se motivirano.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se prijetno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se preobremenjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zadovoljno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se umirjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se optimistično (glede prihodnosti).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se vznemirjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zmedeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se napeto.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zmožno, sposobno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se negotovo.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se utrujeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se sproščeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zbrano (pozorno).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se nemočno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se samozavestno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Šifra:

Priloga 2

Glasba in njen vpliv na ljudi – VPRAŠALNIK B

Izmerjen srčni utrip po izvedbi eksperimenta: _____ (30 s)

X2

bpm

Na lestvici od 1 do 9 opredelite, kako napete so vaše mišice - število 1 pomeni, da so vaše mišice povsem sproščene, število 9 pa, da so močno napete.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Navodilo: Spodaj navedene trditve opisujejo čustvena stanja. Z oceno od 1 do 9 opiši v kolikšni meri jih doživljaš ta trenutek. Število 1 pomeni, da čustva **sploh ne** doživljaš, število 9 pa, da ga **močno** doživljaš. Izbiro označi z znakom X.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Počutim se nervozno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zaskrbljeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se motivirano.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se prijetno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se preobremenjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zadovoljno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se umirjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se optimistično (glede prihodnosti).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se vznemirjeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zmedeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se napeto.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zmožno, sposobno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se negotovo.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se utrujeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se sproščeno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se zbrano (pozorno).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se nemočno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Počutim se samozavestno.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kako bi na lestvici od 1 (nezadovoljen/-a) do 9 (zelo zadovoljen/-a) ocenili vaše zadovoljstvo s sodelovanjem v današnjem eksperimentu?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Hvala vam za sodelovanje!

OBVEŠČENO SOGLASJE

Vabljeni ste k sodelovanju v raziskavi, ki poteka v okviru maturitetne naloge iz psihologije ter raziskovalne naloge na področju psihologije in pedagogike v izvedbi _____, pod mentorstvom _____. Namen raziskave je preučiti, kako različne uglasitvene frekvence vplivajo na nivoje tesnobe oz. anksioznosti pri dijakih.

Obveznosti udeleženca:

V kolikor se odločite za sodelovanje, bo vaša naloga zbrano poslušanje predvajane klasične glasbe. Pred in po poslušanju bo vaša naloga tudi izpolniti kratek vprašalnik ter si izmeriti srčni utrip.

Obseg obveznosti:

Sodelovanje v raziskavi bo zahtevalo dvakrat po približno 30 minut. Raziskava bo potekala pri rednem pouku glasbene vzgoje.

Tveganja in nevarnosti udeležbe:

Sodelovanje v raziskavi ne predvideva nobenih tveganj za udeležence.

Koristi udeležbe:

Sodelovanje v raziskavi ne prinaša nobenih koristi, razen znanja in izkušenj, ki si jih boste pridobili v okviru sodelovanja. Zbrani rezultati bodo omogočili pripravo maturitetne in raziskovalne naloge.

Prostovoljnost udeležbe:

Vaše sodelovanje v raziskavi je v celoti prostovoljno in ga lahko kadarkoli prekinete brez posledic.

Varovanje podatkov:

Storili bomo vse, da zaščitimo vašo osebnost. Rezultati eksperimenta bodo shranjeni pod raziskovalnim geslom. Javno bodo objavljeni le skupni rezultati. Vaša identiteta v nobenem primeru ne bo razkrita.

Kontaktne podatke:

V primeru morebitnih dodatnih vprašanj se lahko obrnete na izvajalca/-ko raziskave, _____ (epošta: _____).

Izjava

S podpisom jamčim, da sem izjavo prebral/-a in da sem dobil/-a priložnost za postavitev vprašanj v zvezi z raziskavo. Potrjujem svojo privolitev za udeležbo v opisani raziskavi, »Glasba in njen vpliv na ljudi« ter dovolim uporabo zbranih podatkov v znanstveno-raziskovalne namene.

Ime in priimek dijaka/-inje: _____

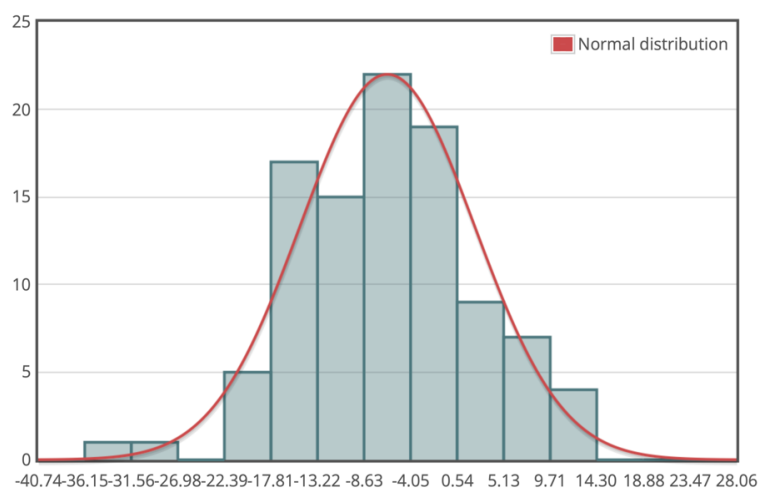
Podpis dijaka/-inje: _____

Podpis starša ali zakonitega zastopnika: _____

Kraj in datum: _____

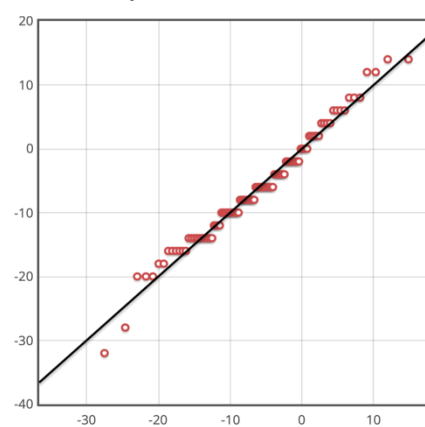
Podpis izvajalca/-ke raziskave: _____

Preverjanje normalnosti porazdelitve rezultatov

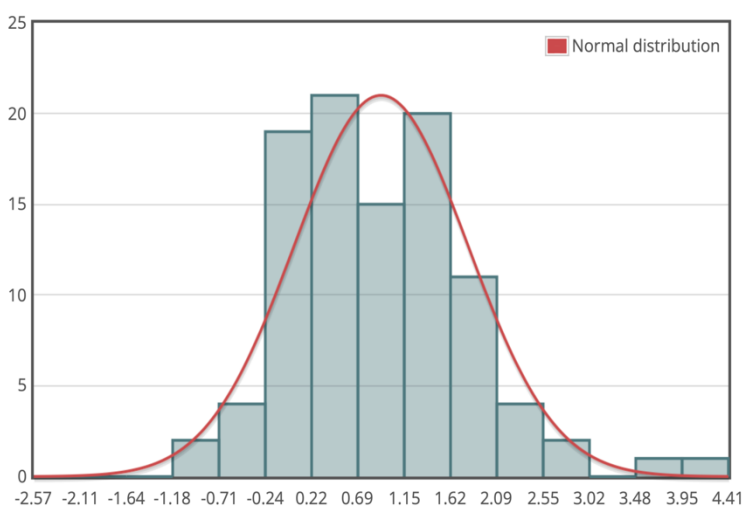


Graf 4: Primerjava porazdelitve rezultatov sprememb srčnega utripa z normalno porazdelitvijo

Srčni utrip

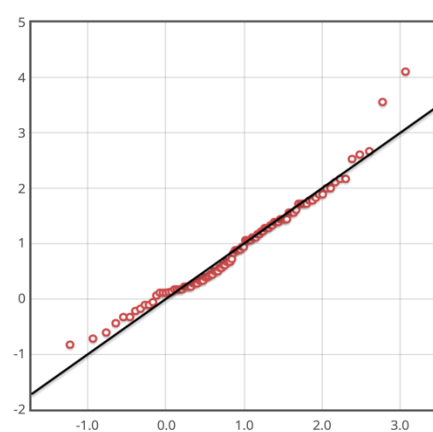


Graf 5: Q-Q diagram za preverjanje normalnosti porazdelitve rezultatov



Graf 6: Primerjava porazdelitve rezultatov sprememb na doživljajski ravni vprašalnika z normalno porazdelitvijo

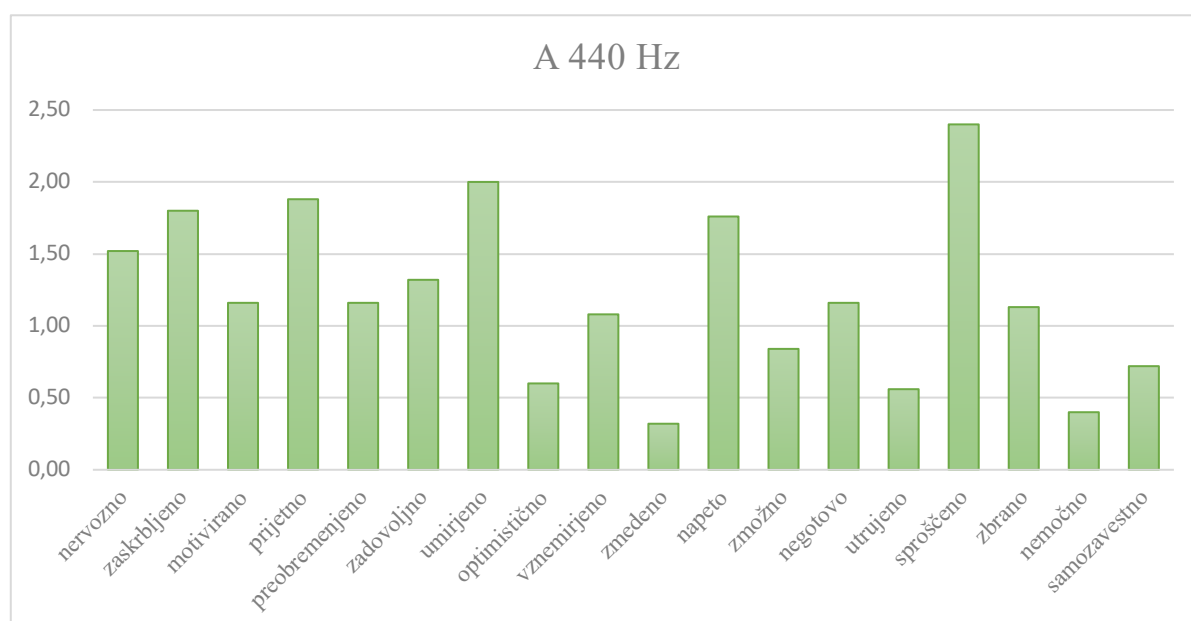
Doživljajska raven vprašalnika



Graf 7: Q-Q diagram za preverjanje normalnosti porazdelitve rezultatov

A 440 HZ**Lastnosti skupine**Sodelujočih: **25**Na dan izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **25/25**V tednu izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **24/25**Povprečna ocena obremenjenosti (1-9): **5,52****Povprečne spremembe rezultatov po poslušanju glasbe:**- srčni utrip: **-5,92 bpm**- doživljajska raven vprašalnika: **1,21** (min.: -0,72; max.: 2,67)- mišična napetost: **1,04****Tabela 13:** Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih

nervozno	1,52	zmedeno	0,32
zaskrbljeno	1,80	napeto	1,76
motivirano	1,16	zmožno	0,84
prijetno	1,88	negotovo	1,16
preobremenjeno	1,16	utrujeno	0,56
zadovoljno	1,32	sproščeno	2,40
umirjeno	2,00	zbrano	1,13
optimistično	0,60	nemočno	0,40
vznemirjeno	1,08	samozavestno	0,72

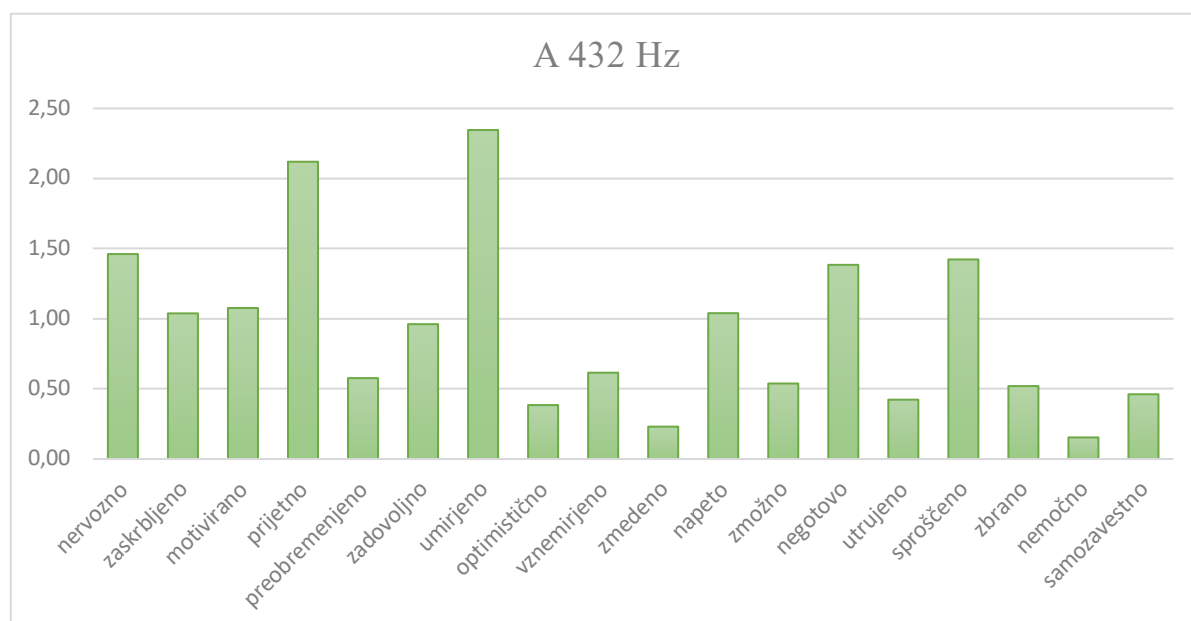
**Graf 8:** Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih (skupina A pri 440 Hz)

A 432 Hz**Lastnosti skupine**Sodelujočih: **26**Na dan izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **25*/26**V tednu izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **25*/26**Povprečna ocena obremenjenosti (1-9): **6,08**

*OPOMBA: 1 oseba ni podala odgovora

Povprečne spremembe rezultatov po poslušanju glasbe:- srčni utrip: **-3,85 bpm**- doživljajska raven vprašalnika: **0,93** (min.: -0,44; max.: 3,56)- mišična napetost: **0,92****Tabela 14:** Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih

nervozno	1,46	zmedeno	0,23
zaskrbljeno	1,04	napeto	1,04
motivirano	1,08	zmožno	0,54
prijetno	2,12	negotovo	1,38
preobremenjeno	0,58	utrujeno	0,42
zadovoljno	0,96	sproščeno	1,42
umirjeno	2,35	zbrano	0,52
optimistično	0,38	nemočno	0,15
vznemirjeno	0,62	samozavestno	0,46

**Graf 9:** Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih (skupina A pri 432 Hz)

B 440 Hz**Lastnosti skupine**

Sodelujočih: **24**

Na dan izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **7/24**

V tednu izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **24/24**

Povprečna ocena obremenjenosti (1-9): **7,22**

Povprečne spremembe rezultatov po poslušanju glasbe:

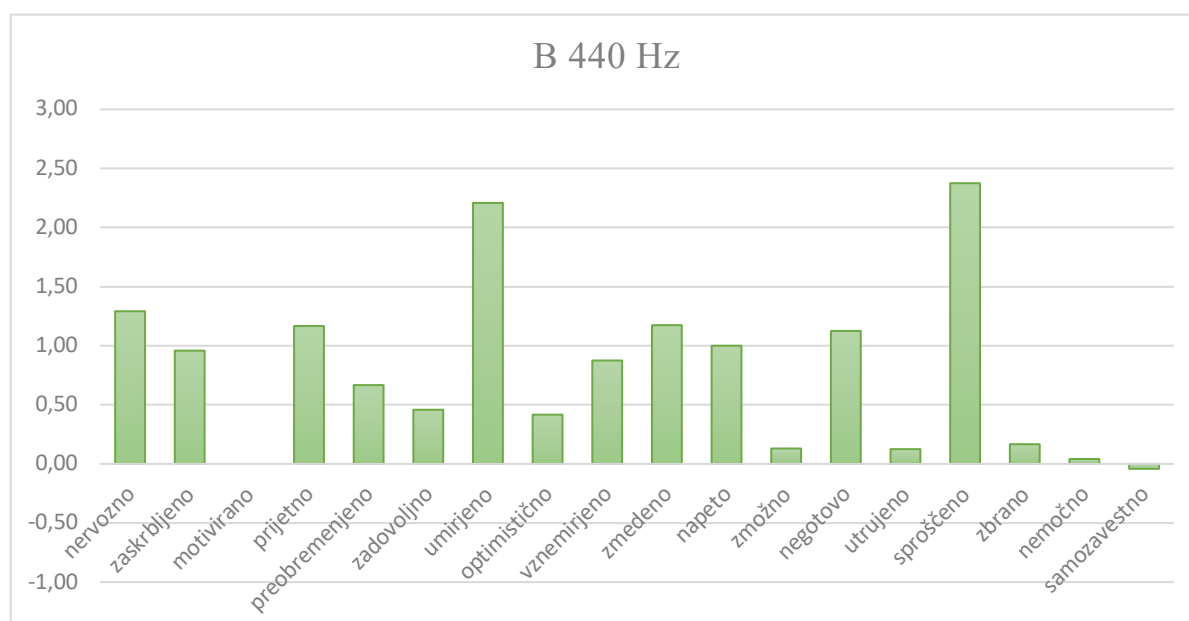
- srčni utrip: **-9,42**

- doživljajska raven vprašalnika: **0,78** (min.: -0,83; max.: 4,11)

- mišična napetost: **0,85**

Tabela 15: Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih

nervozno	1,29	zmedeno	1,17
zaskrbljeno	0,96	napeto	1,00
motivirano	0,00	zmožno	0,13
prijetno	1,17	negotovo	1,13
preobremenjeno	0,67	utrujeno	0,13
zadovoljno	0,46	sproščeno	2,38
umirjeno	2,21	zbrano	0,17
optimistično	0,42	nemočno	0,04
vznemirjeno	0,88	samozavestno	-0,04



Graf 10: Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih (skupina B pri 440 Hz)

B 432 Hz**Lastnosti skupine**

Sodelujočih: **25**

Na dan izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **5/25**

V tednu izvedbe eksperimenta imeli ocenjevanje oz. drug stresen dogodek: **25/25**

Povprečna ocena obremenjenosti (1-9): **6,74**

Povprečne spremembe rezultatov po poslušanju glasbe:

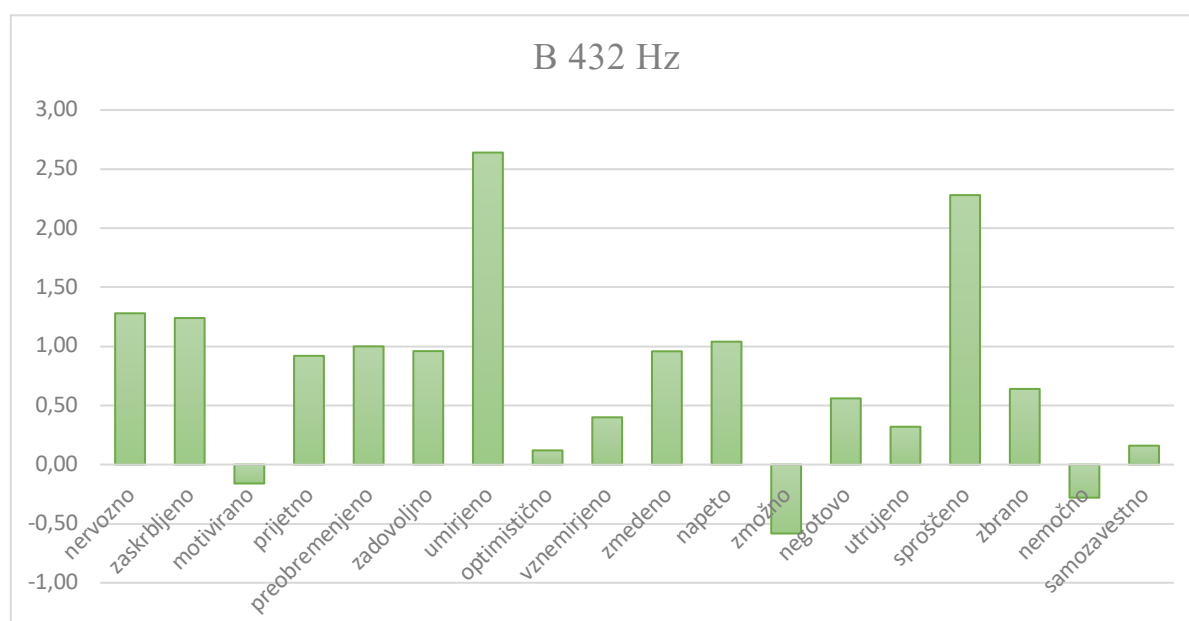
- srčni utrip: **-6,4 bpm**

- doživljajska raven vprašalnika: **0,75** (min.: -0,33; max.: 2,17)

- mišična napetost: **1,2**

Tabela 16: Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih

nervozno	1,28	zmedeno	0,96
zaskrbljeno	1,24	napeto	1,04
motivirano	-0,16	zmožno	-0,58
prijetno	0,92	negotovo	0,56
preobremenjeno	1,00	utrujeno	0,32
zadovoljno	0,96	sproščeno	2,28
umirjeno	2,64	zbrano	0,64
optimistično	0,12	nemočno	-0,28
vznemirjeno	0,40	samozavestno	0,16



Graf 11: Povprečne spremembe na doživljajski ravni po posameznih občutjih (skupina B pri 432 Hz)