

MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2016

33. srečanje

**VPLIV BINAURALNIH TONOV NA
KAKOVOST UČENJA**

psihologija in pedagogika

Raziskovalna naloga

Avtor: MAJ VIRANT

Mentor: GABRIJELA PLOJ, BARBARA BABŠEK

Šola: ŠKOFIJSKA GIMNAZIJA A.M.SLOMŠKA MARIBOR

Maribor, februar 2016

MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2016

33. srečanje

**VPLIV BINAURALNIH TONOV NA
KAKOVOST UČENJA**

psihologija in pedagogika

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2016

KAZALO

VSEBINA

KAZALO	3
KAZALO SLIK.....	5
KAZALO TABEL.....	6
1. POVZETEK	7
2. ZAHVALA.....	8
3. UVOD	9
3. 1. Hipoteze	10
3. 2. Osnovna ideja binauralnih tonov.....	11
3. 3. Znane raziskave tega področja	12
4. TEORETIČNI DEL.....	13
4. 1. Zgodovina binauralnih tonov	14
4. 2. Nastanek binauralnega tona	15
4. 3. Možgansko valovanje.....	16
4. 3. 1. Gamma valovanje.....	17
4. 3. 2. Beta valovanje	18
4. 3. 3. Alpha valovanje.....	19
4. 3. 4. Theta valovanje	20
4. 3. 5. Delta valovi	21
4. 5. Povezava med binauralnimi toni in možganskim valovanjem.....	22
4. 4. Vplivi na učenje	23
5. METODOLOGIJA DELA	24
6. REZULTATI.....	27

6. 1. Analiza rezultatov	30
6. 2. Preverjanje hipotez.....	33
7. ZAKLJUČEK.....	34
8. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	36
9. LITERATURA.....	37
10. PRILOGE	
10. 1. Tabela besednih parov prvega eksperimenta.....	39
10. 2. Tabela besednih parov prvega eksperimenta z manjkajočimi pari	40
10. 3. Tabela besednih parov drugega eksperimenta	41
10. 3. Tabela besednih parov drugega eksperimenta z manjkajočimi pari	43
10. 4. Logične vaje za prve pol ure drugega eksperimenta	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Nastanek binauralnega tona (Siever, 2003)	15
Slika 2: Gamma valovi (Gamboa, 2005).....	17
Slika 3: Beta valovi (Gamboa, 2005)	18
Slika 4: Alpha valovi (Gamboa, 2005).....	19
Slika 5: Theta valovi (Gamboa, 2005)	20
Slika 6: Delta valovi (Gamboa, 2005).....	21
Slika 7: Možganski valovi po nekaj minutah poslušanja binauralnih tonov	22
Slika 8: Hattijev graf vplivov na dosežke (Hattie, 2009).....	23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati prvega eksperimenta	27
Tabela 2: Skupini za drugi poskus	28
Tabela 3: Rezultati drugega eksperimenta	29
Tabela 4: Primerjava povprečij dijakov, ki so poslušali binauralne tone.....	30
Tabela 5: Primerjava povprečij dijakov, ki so naloge reševali v tišini	31
Tabela 6: T-test razlik med skupinama	32

1. POVZETEK

V času srednje šolskega izobraževanja igrajo ocene in učni uspeh pomembno vlogo v dijakovem življenju, edina pot za doseganje dobrih ocen pa je učenje. Zato si skoraj vsak dijak želi povečati produktivnost in posledično skrajšati čas učenja, za kolikor je le mogoče. Eden od dokaj znanih načinov povečanja produktivnosti je poslušanje binauralnih tonov, ki se v današnjem svetu vse bolj uveljavljajo. Binauralni toni so glasbena iluzija, ki se pojavi pri predvajanju dveh tonov z različnima frekvencama, manjšima od 1500 hertzov z manj kot 40 hertzov razlike med njima. Na primer, oseba si nadene slušalke, ki v desno uho predvajajo čisti ton frekvence 530 Hz (hertzov), v levo uho pa čisti ton frekvence 520 Hz. Oseba bo v tem primeru slišala glasbeno iluzijo, tretji ton, s frekvenco enako razliki med predvajanima tonoma, to je 10 Hz. Takšen ton imenujemo binauralni ton. (Draganova, 2008) Da bi odkril, v kakšni meri vplivajo binauralni toni na učenje oziroma ali sploh imajo kakršen koli vpliv, sem za letošnjo raziskovalno nalogo izvedel eksperiment, ki je dokazal, kakšen vpliv imajo beta binauralni toni frekvence 14 hertzov na povprečni skupini dijakov med učenjem.

2. ZAHVALA

Najprej in najbolj se zahvaljujem svoji mentorici, profesorici psihologije, ki me je že od lanskega leta vodila in dajala napotke. Hvaležen sem za njeno potrpežljivost in vztrajnost, saj bi brez teh zelo težko dokončal nalogo.

Iskrena hvala tudi vsem dijakom, ki so sodelovali v eksperimentu, ki je bil tudi osrednji del naloge.

Hvala tudi somentorici, ki mi je bila v veliko pomoč pri analizi in pregledu podatkov.

Želim se zahvaliti tudi profesorici slovenščine, ki je bila pripravljena v tako kratkem času raziskovalno nalogo pregledati še s slovničnega vidika.

Hvala.

3. UVOD

Na spletu sem bral prispevek o lucidnem sanjanju¹. Tema me je zelo pritegnila in da bi odkril, koliko je v tem resnice, sem se odločil poskusiti. Prebral sem, da je ena od metod za induciranje lucidnih sanj poslušanje binauralnih tonov, ki so se izkazali za veliko bolj preverjeno temo, kot lucidne sanje. Odkril sem, da naj bi binauralni toni vplivali na veliko umskih področij, med drugim tudi na kakovost učenja. Opazil sem, da na to temo obstaja veliko število programov ter avdio in video posnetkov za poslušanje. Pomislil sem, ali ta pojav, za katerega obstaja toliko materialov, sploh deluje, zato sem se odločil, da ga bom preveril s to raziskovalno nalogo.

¹ lucidne sanje – sanje, ki jih lahko nadzorujemo in se jih doživeto spominjamo (Kahan, 1994)

3. 1. Hipoteze

Predvideval sem, da bi mnoga podjetja težko prodajala CD-je in programe s posnetki binauralnih tonov, če ne bi bilo v tem, da binauralni toni pomagajo pri učenju, vsaj malo resnice. Ker teme še nisem tako podrobno poznal, sem si postavil najosnovnejše hipoteze:

Hipoteza 1: Rezultati skupine, ki bo poslušala binauralne tone bodo boljši kot pri skupini, ki binauralnih tonov ne bo poslušala;

Hipoteza 2: Skupina, ki bo poslušala binauralne tone, bo opazno bolj zbrana;

Hipoteza 3: Rezultati posameznih dijakov se bodo s poslušanjem binauralnih tonov izboljšali.

3. 2. Osnovna ideja binauralnih tonov

Binauralni toni so eden izmed redkih primerov glasbene iluzije. Iluzija se pojavi pri predvajanju dveh tonov z različnima frekvencama, manjšima od 1500 hertzov, z manj kot 40 hertzov razlike med njima. Na primer, oseba si nadene slušalke, ki v desno uho predvajajo čisti ton frekvence 530 Hz (hertzov), v levo uho pa čisti ton frekvence 520 Hz. Oseba bo v tem primeru poleg dveh predvajanih tonov slišala glasbeno iluzijo, tretji ton, z frekvenco enako razliki med predvajanima tonoma, to je 10 Hz. Takšen ton imenujemo binauralni ton. (Draganova, 2008)

3. 3. Znane raziskave tega področja

Moja raziskava binauralnih tonov nikakor ne bo prva. Dve raziskavi sta bili opravljene tudi v Sloveniji, ena izmed njih s področja kreativnosti na OŠ Toneta Okrogarja, kjer so učencem v projektu predvajali binauralne tone frekvence 10 Hz (alfa valovi) skupaj s pomirjujočo glasbo in ocenjevali likovne izdelke, ki so jih učenci pod vplivom tonov ustvarili. Rezultati so bili pričakovani: stik z binauralnimi toni je na otroke deloval pomirjujoče, otroci so bili med delom bolj zbrani. V sklopu istega projekta so otroci pod vplivom alfa valov reševali tudi logične naloge, kjer pa se razlike s skupino brez tonov kljub ponavljanju poskusa, niso pokazale. Elektroencefalografske raziskave (EEG) so pokazale, da binauralni toni nimajo večjega vpliva na možgansko aktivnost (Siever, 2003), raziskava, ki pa jo je opravil Lane J. je pokazala zelo pozitiven vpliv binauralnih tonov na učenje, kar je v nasprotju z mnogimi ostalimi (Lane, 1998). Opravljene so bile tudi mnoge raziskave na področju zdravljenja z binauralnimi toni, zlasti za zdravljenje anksioznosti, za katero so se izkazali kot dokaj učinkovito zdravilo (Siever, 2003). Povprečen primer raziskave, ki je ovrgla vpliv binauralnih tonov na možgane, je Wahbehova raziskava, ki je bila kar se da objektivna. Sodelujoči so bili na slepo izbrani in pomešani med seboj, za praktični del so reševali križanke po pol ure poslušanja 7 hertznega binauralnega tona, pomešanega z zvokom dežja. Kontrolna skupina je poslušala enak zvok dežja, a brez binauralnega tona. Sodelujočim so pred, med in po eksperimentu opravili elektroencefalografske raziskave, merili krvni tlak in neuropsihološke podatke. Po analizi podatkov je Wahbek zaključil, da med kontrolno skupino in skupino z binauralnimi toni ni bilo opazne razlike, ter da bi morali eksperiment opraviti v večjem obsegu. (Wahbek, 2007) Podobne so bile tudi ostale raziskave takšnega tipa. Razlika med njihovimi in mojo pa je, da so vsi ti raziskovalci opravljali raziskave na odraslih, medtem ko sem jaz eksperiment naredil na dijakih oziroma otrocih.

4. TEORETIČNI DEL

V tem delu bom predstavil vso teorijo, ki je povezana z eksperimentom oziroma s temami, ki jih raziskovalna naloga zahteva. Pod slednje spadajo binauralni toni; zgodovina, nastanek in njihova povezava z možganskimi valovi, slednji bodo prav tako podrobno predstavljeni. Na kratko bom opisal spremenljivke, ki so prisotne pri učenju, in kako na njih vplivajo binauralni toni.

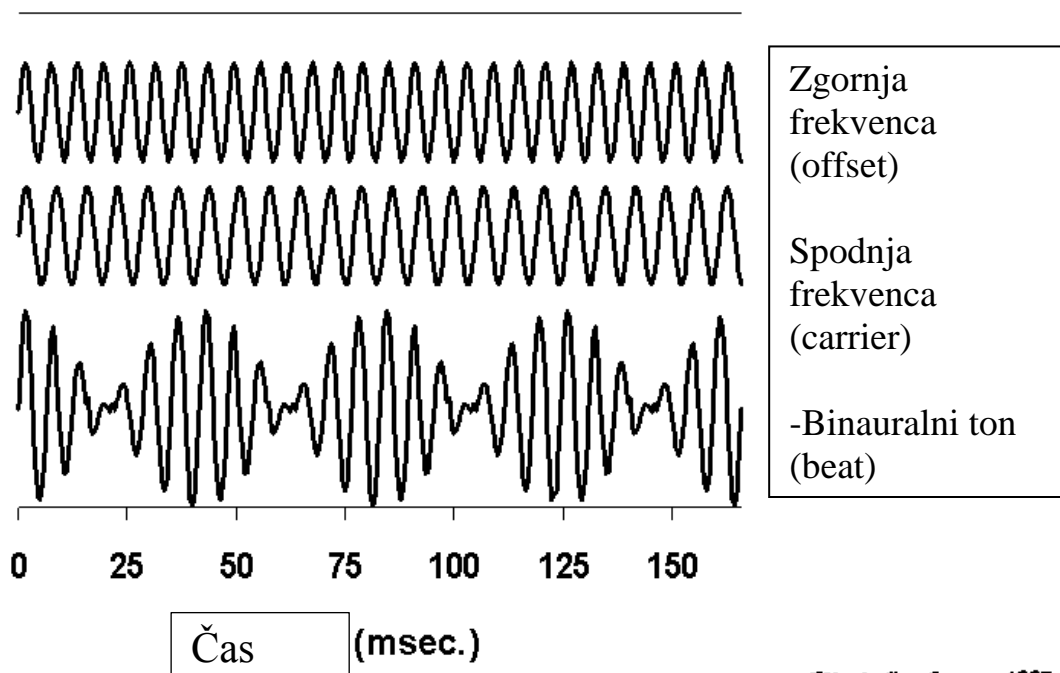
Pojem »binauralno« dobesečno pomeni »slišati z dvema ušesoma«. Pojem je bil predstavljen leta 1859 z namenom, da bi razlikovali poslušanje enakega zvoka z obema ušesoma hkrati in poslušanje dveh različnih zvokov, vsakega skozi svoje uho. (Stumpf, 1916)

4. 1. Zgodovina binauralnih tonov

Prvi, ki je uradno odkril ta fenomen, je bil Heinrich Wilhelm Dove, ki je to zapisal v znanstveni reviji *Repertorium der Physik* leta 1839 (Dove, 1839). Odkritje je sprožilo veliko nadaljnjih raziskav. Eden izmed vodilnih raziskovalcev na tem področju, Charles Wheatstone, je opravljal eksperimente z dvema različno uglašeni glasbenimi vilicami; vsako je prislonil k enemu ušesu. Zapisal je temeljne teorije binauralnih tonov, ampak njegova opažanja so ostala ignorirana do odkritij nemških znanstvenikov v naslednjih desetletjih. Wheatstonove eksperimente je z uporabo za tisti čas novejših tehnologij ponovil in potrdil Lord Rayleigh, dobrih sedemdeset let kasneje. (Rayleigh, 1880) V poznem devetnajstem in zgodnjem dvajsetem stoletju so se raziskovalci namesto fizične strani binauralnih tonov začeli lotevati tudi psihološke in s tem odprli povezavo binauralnih tonov z možganskimi valovi, ki so bili za tisti čas ena izmed mnogih novosti. (More, 1907). Raziskovanje vpliva binauralnih tonov na možganske valove je postalo mnogo lažje s pojavom elektroencefalografije (EEG), ki omogoča merjenje možganskih valov in beleženje sprememb med poslušanjem binauralnih tonov. Od takrat je bilo opravljenih že ogromno raziskav. Velika večina teh raziskav je ovrgla vidnejši vpliv binauralnih tonov na kakovost pomnjenja.

4. 2. Nastanek binauralnega tona

Pri binauralnih tonih si je vredno zapomniti, da nastanejo v možganih in da niso zgolj fizični pojav. Človeški možgani so evolucijsko razviti, da odkrijejo izvor zvoka, ki ga prejmejo skozi ušesa. V osnovi so razdeljeni na levo in desno hemisfero, ki delujeta vsaka zase in le redko sodelujeta. Med predvajanjem binauralnih tonov pa sprejmeta levo in desno uho vsako različen ton, kar vodi do sodelovanja med hemisferama, saj je to edini način, da se locira izvor zvoka. Če se frekvenci tonov razlikujeta za manj kot 30 hertzov, se možgani prilagodijo na morebitne variacije v slišani frekvenci in ustvarijo tretji ton, znan kot binauralni ton. (Siever, 2003) Zanimivo je, da se pri frekvenci višji od 1500 hertzov tak fenomen ne pojavi, ne glede na razliko med tonoma (McConnell, 2014).



Slika 1: Nastanek binauralnega tona (Siever, 2003)

4. 3. Možgansko valovanje

Če želimo v celoti razumeti binauralne tone in njihov vpliv, moramo razumeti delovanje najzapletenejšega človeškega organa - možganov. Človeški možgani so sestavljeni iz približno 100 milijard živčnih celic ali nevronov (Širca, 1997). Znano je, da nevroni med seboj komunicirajo z električnimi impulzi, s katerimi tudi nadzorujejo ostale organe v telesu. Te električne impulze imenujemo nevronske oscilacije in jih lahko merimo z elektroencefalografom². Ko veliko nevronov sinhrono pošilja impulze v določenem intervalu, na primer med poslušanjem glasbe, imenujemo to možganski valovi. Možganski valovi se odvijajo pri različnih frekvencah, odvisno od našega razpoloženja in aktivnosti. Po frekvenci delimo možganske valove na (padajoče po frekvenci):

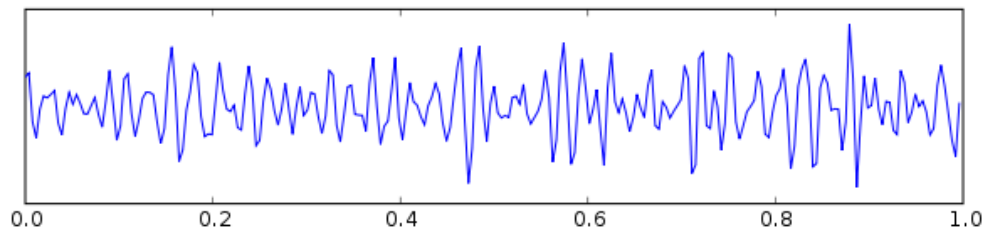
- Gamma, 30 – 50 Hz
- Beta, 14 – 30 Hz
- Alpha, 8 – 14 Hz
 - Mu, 8 – 12 Hz
 - Sigma, 12 – 14 Hz
- Theta, 4 – 8 Hz
- Delta 0.1 – 4 Hz

(da Silva, 1978)

² Elektroencefalograf – naprava za merjenje nevronskih oscilacij

4. 3. 1. Gamma valovanje

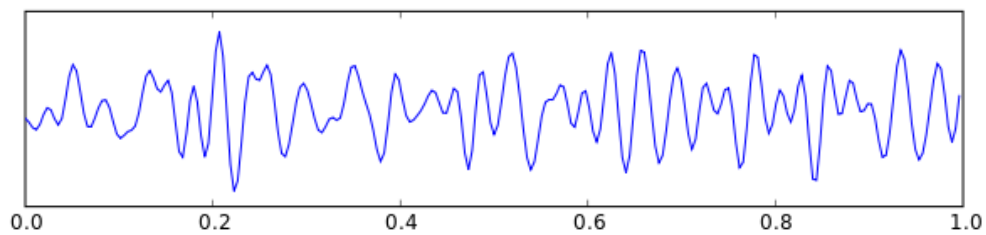
Gamma valovanje sega po mnenju mnogih znanstvenikov od 32 do 100 hertzov, medtem ko drugi pravijo, da ne sega nad 40 hertzov in je zagotovo eno izmed področij, polnih dilem in nesoglasij. Gamma valovanje, natančneje valovanje 40 hertzov, ima preverjeno veliko povezavo z vizualno zavestjo (Gold, 1999), medtem ko je nepreverjena teorija, da možgani delujejo na gamma frekvenci med ustvarjanjem enotne zavestne percepcije. Žal na tem področju vlada veliko nesoglasij, saj nam tehnologija takšnih eksperimentov še ne omogoča. (Vanderwolf, 2000)



Slika 2: Gamma valovi (Gamboa, 2005)

4. 3. 2. Beta valovanje

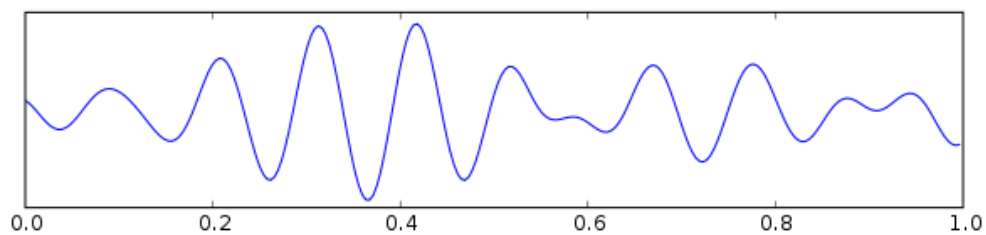
Beta valovanje je valovanje, natančneje določeno med 12,5 in 30 Hz. Beta valove delimo na nizke beta valove (12,–16 Hz), srednje beta valove (16,5–20 Hz) in visoke beta valove (20,5 - 28 Hz). Človeški možgani po navadi delujejo na beta frekvenci med vsakdanjo budno zavestjo. Povezani so z aktivnim, zaposlenim in tesnobnim razmišljanjem oziroma učenjem. (Baumaister, 2008)



Slika 3: Beta valovi (Gamboa, 2005)

4. 3. 3. Alpha valovanje

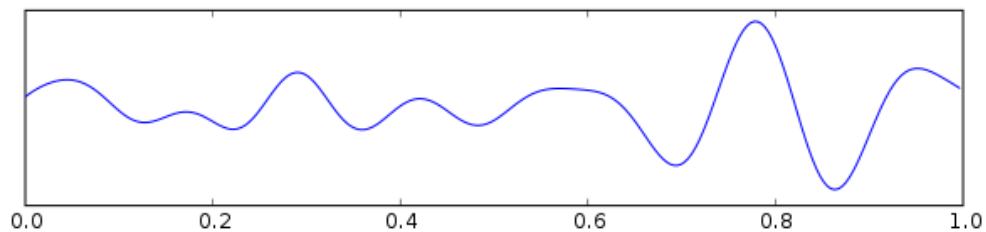
Alpha valovi so natančno določena nevrnska nihanja frekvence od 7,5 do 14,5 hertzov, ki jih natančneje ločimo na mu (7,5–12,5 Hz) in sigma (13–14,5 Hz). Pojavljati se začnejo med nizkim spancem, pri sproščenim prebujanjem, sproščanju z zaprtimi očmi in med zaspanostjo. Odprte oči znižujejo nivo alpha valov; valovi začnejo prehajati v bolj budno stanje – beta. Alpha valovi so po impulzih najmočnejši, zato jih je z elektroencefalografom najlažje zabeležiti. (Palva, 2007)



Slika 4: Alpha valovi (Gamboa, 2005)

4. 3. 4. Theta valovanje

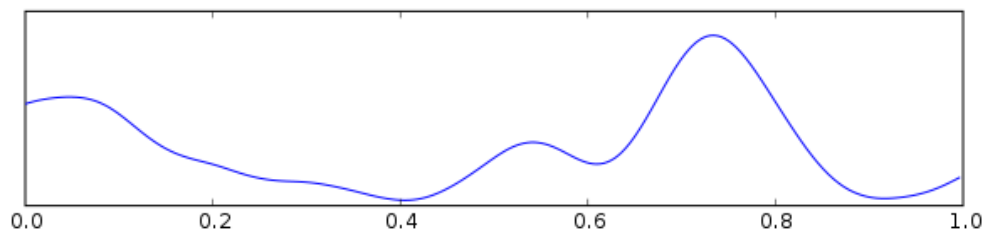
Theta valovi so nevronska oscilarna nihanja frekvence od 4 do 8 hertzov. Ker je theta valovanje tako nizko, se le redko opazi enotno možgansko valovanje na theta frekvenci. Theta valovanje pri podganah je mogoče zaslediti v posameznih delih možganov, najpogosteje v hipokampusu, kjer ga zaznamo med gibanjem oziroma namenom gibanja, v manjših sunkih tudi med REM spancem. Theta valove lahko opazimo tudi v številnih drugih jedrnih ali nejedrnih delih možganov. EEG raziskave pri ljudeh pa niso pokazale nobene pomembnejše povezave med theta frekvenco in hipokampusom. Pri otrocih se theta frekvenca pojavlja večino časa, pri starejših in odraslih pa med REM in nizkim spancem ter meditacijo. (Hasselmo, 2005)



Slika 5: Theta valovi (Gamboa, 2005)

4. 3. 5. Delta valovi

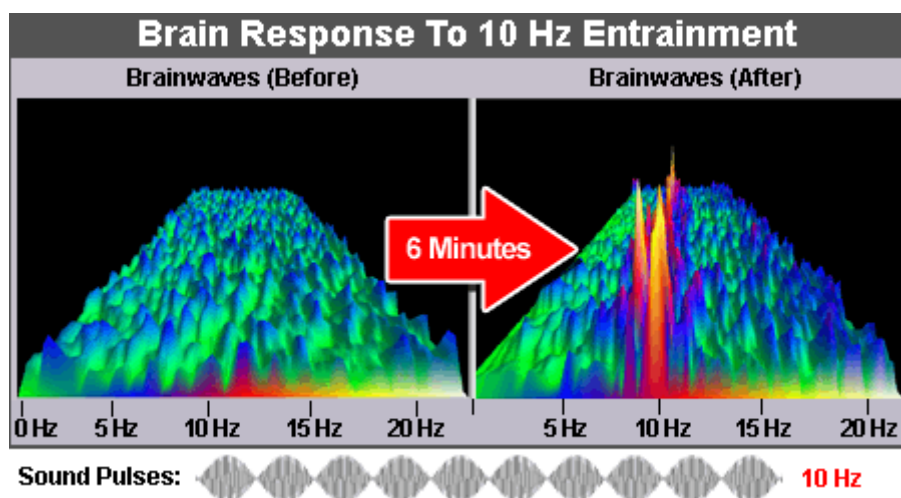
Delta valovi so nevronska oscilarna valovanja visokih amplitud s frekvenco med 0 in 4 hertzi. Pri človeku se pojavijo med globokim spancem ali NREM spancem, ko se obnovljajo možganske celice (Walker, 1999). V povprečju v delta stanju več časa preživijo ženske kot moški, najverjetneje zaradi večje velikosti lobanje pri moških. Količina delta frekvenc se s starostjo manjša in je po navadi pri približno petinsedemdesetih letih že povsem odsotna. S tem so povezane tudi nekatere pogoste bolezni pri starejših kot so Parkinsonova bolezen, demenca, shizofrenija, vrste nespečnosti in celo sladkorna bolezen. (Kryzhanovskii, 1990)



Slika 6: Delta valovi (Gamboa, 2005)

4. 5. Povezava med binauralnimi toni in možganskim valovanjem

Nevroni sodelujejo z različnimi frekvencami, med različnimi dejavnostmi. Znana teorija je, da naj bi binauralni toni, predvajani na točno določeni frekvenci, znižali oziroma zvišali frekvenco samih možganov na frekvenco, ki je predvajana. Na primer, za izboljšanje kakovosti učenja bi dijak poslušal binauralne tone beta frekvence 14 hertzov, saj na tej frekvenci možgani delujejo najbolj zbrano in enotno med učenjem oziroma razmišljanjem. Frekvenca možganov bi se iz povprečnih 17 znižala na 14 hertzov in dijak bi si opazno več zapomnil. To je potrdila Stevensova raziskava leta 2003, pri kateri so z elektroencefalografom iskali povečano theta možgansko aktivnost po poslušanju theta binauralnih tonov. Pri skupini, ki je poslušala theta binauralne tone se je theta možganska aktivnost povečala nad povprečen nivo, medtem ko je pri testni skupini ostala normalna. (Stevens, 2003) Stevens je zapisal, da se je theta aktivnost začela povečevati šele po slabe pol ure poslušanja, kar so ugotovili tudi mnogi drugi, na primer Kennerly leta 2004.

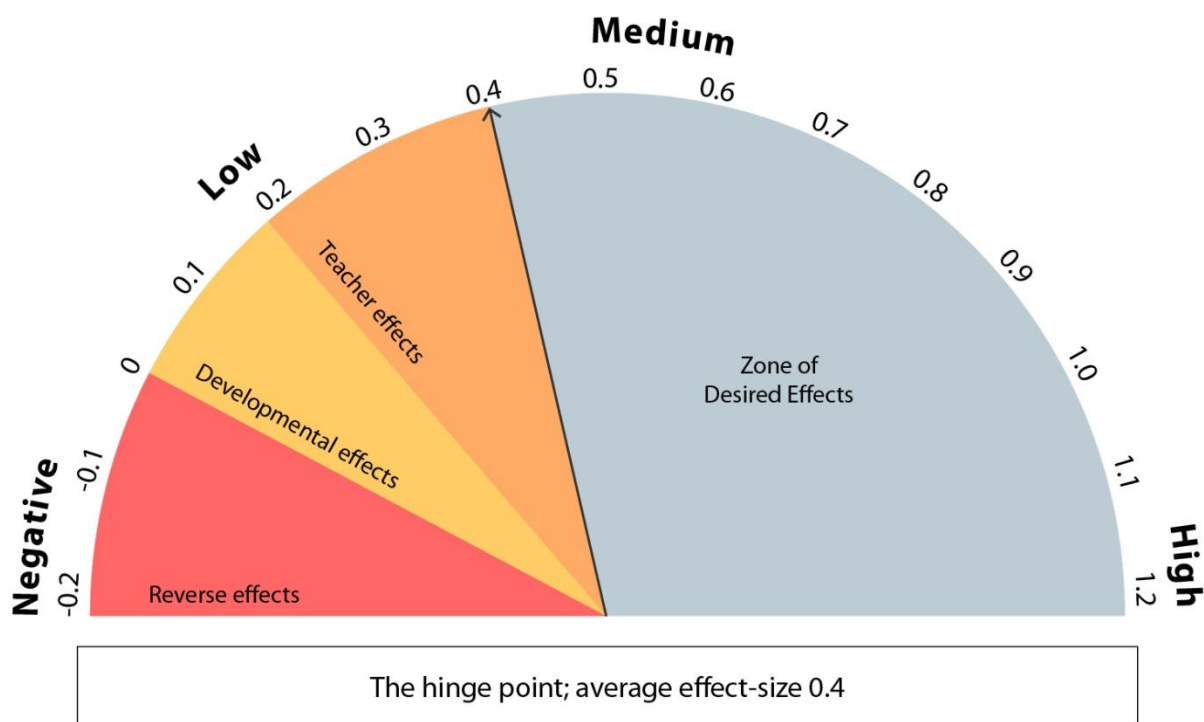


Slika 7: Možganski valovi po nekaj minutah poslušanja binauralnih tonov. Na levi so možganski valovi pred predvajanjem zvoka, na desni pa možganski valovi po šestih minutah predvajanja.

4. 4. Vplivi na učenje

Osnovni namen mojega eksperimenta je ugotoviti, ali se binauralni toni lahko uporabljajo kot pomoč pri učenju oziroma ali si med poslušanjem binauralnih tonov dijaki več zapomnijo, kot kadar binauralni toni niso prisotni. Torej morajo na nek način vplivati na vsaj enega od mnogih dejavnikov, ki vplivajo na učenje.

Pedagog in psiholog John Hattie izdaja zelo obsežne raziskave, ki nam približajo pogled z vidika doseganja ciljev med dijaki in študenti. Hattie je preučil 6 najpogostejših spremenljivk, ki pripomorejo k učenju, učenec, dom, šola, učni načrt, učitelj in način učenja. Med najbolj znanimi v knjigi je graf, ki prikazuje, kaj in v kolikšni meri vpliva na dosežke (najpogosteje ocene). V njem je navedenih 138 vplivov in njihove vrednosti s povprečno vrednostjo 0,40. Na prvem mestu je dijakovo mnenje o svojih ocenah, na drugem pospešek pri učenju in že na tretjem večšine učenja (med katere spada tudi zbranost). (Hattie, 2009) Ker naj bi binauralni toni beta frekvence močno povečali zbranost med razmišljanjem oziroma možgansko aktivnostjo, zbranost pa je od 138 najpomembnejših vplivov na učenje na tretjem mestu, bi v teoriji binauralni toni opazno povečali učni uspeh.



Slika 8: Hattijev graf vplivov na dosežke (Hattie, 2009). V rdečem polju – obratni

5. METODOLOGIJA DELA

Čeprav je bila moja raziskovalna naloga bolj ali manj usmerjena v eksperiment, sem uporabil različne tehnike raziskovanja.

Moje tehnike zbiranja teoretičnih podatkov so vključevale večinoma branje akademskih člankov s spletnim programom Google Učenjak, zbiranje in branje krajših odsekov strokovnih knjig in spletno brskanje za preverjenimi podatki. Osredotočil sem se predvsem na osnovne vsebine, saj sem želel teorijo kar se da preprosto razložiti; moja raziskovalna naloga ne temelji na teoriji, temveč na eksperimentu. Med samim pisanjem sem odkrival delčke celote, zato se vsebina marsikje zdi nepovezana, čeprav v resnici ni tako. Prebral sem nekaj starejših raziskovalnih nalog iz pedagogike in psihologije, še posebej s področja nevrologije in vpliva na učenje. Prebral sem tudi krajši odsek iz pedagoške diplomske naloge in veliko raziskav, še posebej o binauralnih tonih.

Eksperiment je jedro moje raziskovalne naloge, zato sem se nanj najbolj pripravil. Da bi čim boljše izkoristil sodelujoče in odpravil kar največ spremenljivk, ki bi lahko vplivale na natančnost rezultatov, sem pripravil natančen načrt. Spremenljivke, ki sem jih želel s kakovostno pripravo eliminirati, so bile:

- variacije med načini učenja oziroma hitrostjo učenja,
- zainteresiranost,
- odsotnost dijakov,
- posebne potrebe določenih dijakov,
- nerazumljivost navodil,
- večja splošna razgledanost,
- slabi pogoji za eksperiment,
- število dijakov,
- starost dijakov,
- spol.

Ena izmed prvih težav, ki so se pojavile, je bila težava s številom dijakov. Zaradi neenakomerno porazdeljenih terminov pisnih nalog in spraševanj je bilo zelo težko pridobiti zadostno število dijakov za izvedbo eksperimenta. Iz tega razloga je bil eksperiment izveden relativno pozno, teden po novem letu, saj je v tistem času veliko manj pisnih nalog in spraševanj. Izjavo, da se bodo udeležili izvedbe eksperimenta, je vzelo 35 dijakov, na sam eksperiment pa jih je prišlo le 11, kar je z znanstvenega vidika veliko premalo, a več dijakov preprosto ni bilo mogoče pritegniti. Udeleženi so bili dijaki iz prvih, drugih in tretjih letnikov.

V eksperimentu sem preverjal vpliv binauralnih tonov na učno uspešnost, zato sem za testni del izbral besedne pare. Besedni pari so znan način preverjanja kakovosti učenja pri psiholoških eksperimentih. Koncept je zelo preprost: sodelujoči dobijo za nekaj minut v vpogled med seboj logično nepovezane samostalniške pare, ki si jih morajo zapomniti po svojih zmožnostih. Po nekaj minutah sem jim preglednico s pari zamenjal z novimi preglednicami, v katerih je eden od samostalnikov iz vsakega para manjkal, pari pa so bili razporejeni v drugačnem vrstnem redu. S tem je naloga postala še zahtevnejša, saj je onemogočala rutinsko učenje po vrsti. Sodelujoči so vpisali manjkajoče pare in glede na število pravilnih odgovorov dobili število točk. Metodo besednih parov sem uporabil, da sem nevtraliziral splošno razgledanost dijakov in kakršno koli prednost zaradi predhodnega poznavanja materiala. Načeloma za spremenljivko ostane le še sposobnost pomnjenja in učenja.

Kljub objektivnosti besednih parov, so še vedno ostajale razlike med načini in sposobnostmi učenja pri dijakih. Tisti, ki obvladajo razne mnemotehniko, so bili v veliki prednosti pred tistimi, ki se učijo s preprostim ponavljanjem in memoriranjem materiala. Da ne bi prišlo do razlik med dijaki zaradi morebitnega lažjega pomnjenja pri posameznikih, sem pred glavnim eksperimentom z binauralnimi toni izvedel predtest, s katerim sem ugotovil učne sposobnosti dijakov. S pomočjo rezultatov predtesta sem dijake razdelil v dve, po sposobnostih pomnjenja enakovredni skupini. Da bi preprečil nezainteresiranost dijakov, sem imel ob sebi profesorico, ki jih je pred in po pisanju spodbudila k ustrezni tekmovalnosti, prav tako sem za glavni eksperiment, ki je poleg parov vključeval še druge naloge, izbiral čim bolj zabavne naloge.

Dva dni po izvedbi predtesta, s pomočjo katerega so bili učenci razdeljeni v dve, po učnih sposobnostih enakovredni skupini, smo izvedli še osrednji eksperiment. Vsi dijaki iz prve skupine so dobili enake šolske slušalke, v katerih so imeli predvajan enak binauralni ton beta frekvence 14 hertzov (na levi slušalki 300 hertzov, na desni 314 hertzov), ustvarjen s spletnim programom Online Tone Generator. Druga skupina je naloge reševala v tišini – brez slušalk. Prve pol ure eksperimenta sta obe skupini reševali zabavne logične naloge šolskih tekmovanj iz logike zadnjih 4 let (binuralni toni naj bi začeli učinkovati šele po preteku 30 minut). Po pol ure so dobili na vpogled 30 besednih parov, ki so si jih morali zapomniti v 10 minutah. Po tem so manjkajoče pare vpisali v nepopolno preglednico. Ves ta čas je bil prvi skupini predvajan binauralni ton s 14 Hz, druga pa je naloge reševala v tišini. Obe skupini sta reševali identične naloge, ob istem času in v istem prostoru. S tem smo izenačili vse preostale spremenljivke – edina spremenljivka so bili binauralni toni.

Podatke sem analiziral s pomočjo statističnega programa SPSS. Izračunal sem primerjavo povprečij med skupino z binauralnimi toni in skupino brez njih. Naredil sem še primerjavo rezultatov dijakov, ki so v drugem poskusu poslušali binauralne tone z njihovim rezultatom v prvem poskusu. V programu SPSS sem opravil t – test za odvisne vzorce, saj so bile testirane osebe enake tako pri prvem, kot pri drugem poskusu. S tem sem preveril statistično pomembnost tega, da na rezultat drugega poskusa vplivajo binauralni toni.

6. REZULTATI

Za izenačitev dijakov po njihovih kognitivnih sposobnostih in kasnejšo razdelitev v dve skupini, sem izvedel predtest. Poskus je bil kar se da enostaven: dijaki so za 5 minut prejeli vsak svojo tabelo s petnajst besednimi pari, ki so si jih morali zapomniti. Po petih minutah sem tabele pobral in dijakom razdelil preglednice z manjkajočimi besedami v parih. Manjkajoče pare so vstavili in za vsak pravičen par dobili po 1 točko.

Tabela 1: Rezultati prvega eksperimenta

Dijak	Spol	Letnik	Dosežene točke (15 možnih točk)
Dijak 1	Ž	1	15
Dijak 2	Ž	2	13
Dijak 3	Ž	1	9
Dijak 4	M	1	10
Dijak 5	M	3	7
Dijak 6	Ž	1	14
Dijak 7	Ž	2	13
Dijak 8	M	3	12
Dijak 9	Ž	1	9
Dijak 10	M	3	8
Dijak 11	Ž	1	14
Povprečje	/	/	11.27

Dijake sem po eksperimentu razdelil v dve čim bolj enakovredni skupini glede na rezultat pri prvem eksperimentu in čim bolj enakomerno glede na spol; v vsaki skupini sta bila dva fanta in tri dekleta. Kolikor se je le dalo, sem dijake razdelil tudi po letniku. S tem sem izenačil vse spremenljivke, ki bi še lahko vplivale na rezultate. V tabelah so namesto imen zapisane oznake dijak 1, dijak 2 itd. zaradi zagotavljanja anonimnosti podatkov.

Skupine, v katere so bili dijaki razdeljeni po prvem poskusu:

Tabela 2: Skupini za drugi poskus

Skupina 1		Skupina 2	
Dijak	Točke	Dijak	Točke
Dijak 1	15	Dijak 6	14
Dijak 2	13	Dijak 7	13
Dijak 3	9	Dijak 8	12
Dijak 4	10	Dijak 9	9
Dijak 5	7	Dijak 10	8
Dijak 11	14	/	/
Povprečje	11.33	Povprečje	11.2

Razvidno je, da je dijak 11 sodeloval v prvem delu eksperimenta, v drugem pa je bil odsoten zaradi neodložljive šolske obveznosti, česar nisem mogel prej predvideti. Neprisotnost dijaka je povprečje prve skupine znižala z 11.33 na **10.8** točke. Razlika med povprečji skupin je bila torej **0.4** točke kar je 2.66 %. Ker sem za odsotnost dijaka na preizkusu izvedel šele tik pred začetkom drugega eksperimenta, ponovno premeščanje dijakov med skupinami ni bilo več mogoče.

Pri drugem eksperimentu je skupina 1 naloge reševala med poslušanjem binauralnih tonov, skupina 2 pa v tišini. Vsi dijaki prve skupine so uporabljali enak model šolskih slušalk in s tem so imeli izenačene pogoje za reševanje. Zagotovljena je bila popolna nemotenost preizkusa (z izjemo šolskega zvonca, ki je zvonil v času, ko se je preizkus zaključeval, vendar je istočasno deloval na vse poskusne osebe).

Ker binauralni toni učinkujejo po približno 30 minutah, sem moral dijake za ta čas zaposliti z nalogami, ki jih ne bodo dolgočasile, a bodo pri reševanju vseeno miselno aktivni. Takšne naloge sem sestavil iz šolskih tekmovanj iz logike za 9. in 8. razred ter 1. in 2. letnik zadnjih štirih let. Po 30 minutah sem logične naloge pobral in dijakom razdelili preglednice s

tridesetimi besednimi pari. Za proces pomnjenja parov je bilo na razpolago 10 minut, saj je bilo parov enkrat več, kot pri prvem poskusu, kjer so imeli za petnajst parov na voljo 5 minut. Po desetih minutah sem enako, kot pri prvem poskusu, pare pobral in jim razdelil preglednice z manjkajočimi besedami v parih, ki so jih preprosto vstavili in dosegli število točk enako vstavljenim besedam.

Tabela 3: Rezultati drugega eksperimenta

Skupina 1 – z binauralnimi toni		Skupina 2 – brez binauralnih tonov	
Dijak	Točke (30 možnih)	Dijak	Točke (30 možnih)
Dijak 1	29	Dijak 6	30
Dijak 2	28	Dijak 7	26
Dijak 3	21	Dijak 8	14
Dijak 4	9	Dijak 9	11
Dijak 5	8	Dijak 10	5
Povprečje	19	Povprečje	17.2

Iz tabele 3 je razvidno, da imajo binauralni toni pozitiven vpliv na učenje, saj je povprečno število točk skupine, ki je poslušala binauralne tone, višje od skupine, ki je naloge reševala v tišini. Razlika med povprečnimi števili točk; skupina, ki je poslušala binauralne tone, ima za **1.8** točke višje povprečje, kar je enako **6 %**.

6. 1. Analiza rezultatov

Rezultate sem analiziral s preizkusno različico statističnega programa SPSS tako, da sem izračunal primerjavo povprečij med prvim in drugim poskusom ter t – test, da sem statistično določil ali binauralni toni dejansko vplivajo na viši/nišji rezultat učenja. Da sem ugotovil, kako so binauralni toni vplivali na iste dijake, ki jih v prvem poskusu niso poslušali, v drugem pa so, sem opravil t – test med dijaki od 1 do 5 med prvim in drugim poskusom. Ker je bilo pri prvem poskusu možnih 15, pri drugem pa 30, so za enotno beleženje in primerjave, rezultati napisani v odstotkih.

Tabela 4: Primerjava povprečij dijakov, ki so poslušali binauralne tone

Eksperiment	Povprečna vrednost	Povprečno število točk	Število dijakov	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
Prvi	72 %	10.8	5	7	15
Drugi	63.33 %	19	5	8	29

Že po hitrem primerjanju povprečij v tabeli 4 nam je jasno, da so pri prvem poskusu dijaki reševali bolje kot pri drugem. Pri prvem poskusu, je povprečna vrednost za 8.67 % višja od tiste pri drugem poskusu. Takšen padec v rezultatu je mogoče pripisati večjemu številu parov, saj si je 30 parov težje zapomniti kot 15, ne glede na daljši čas. Eden od vzrokov za boljši rezultat v prvem poskusu bi lahko bilo tudi pomanjkanje volje in motivacije pri drugem poskusu, saj so dijaki pred vpisovanjem parov pol ure reševali logične naloge, medtem, ko so pri prvem takoj ob začetku vpisovali besedne pare. Ker bi lahko rezultat pri drugem poskusu znižali tudi sami binauralni toni, sem enako analizo, kot za dijake, ki so kasneje poslušali binauralne tone, izvedel tudi za tiste, ki so naloge reševali v tišini.

Tabela 5: Primerjava povprečij dijakov, ki so naloge reševali v tišini

Eksperiment	Povprečna vrednost	Povprečno število točk	Število dijakov	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
Prvi	74.67 %	11.20	5	8	14
Drugi	57.33 %	17.20	5	5	30

Enako, kot pri tabeli 4 zgoraj je povprečno število točk dijakov, ki so naloge reševali v tišini, veliko višje pri prvem poskusu, kot pri drugem (tabela 5). Pri prvem je bila povprečna vrednost 74.67 odstotkov, minimalna vrednost 8 in maksimalna 14 točk. Razlika povprečnih vrednosti je 17%. To pomeni, da je razlika med povprečji prvega in drugega eksperimenta dijakov, ki so bili v drugem eksperimentu brez binauralnih tonov večja, kot pri dijakih, ki so binauralne tone poslušali. Pri slednjih je razlika povprečnih vrednosti 8.67 %. To dejstvo torej zavrne možnost, da so binauralni toni krivi za slabši rezultat pri drugem poskusu. Vzrok za tako slabši rezultat pri drugem poskusu je tako kot pri eksperimentalni skupini najverjetneje znižana motivacija, saj so pri drugem poskusu tudi ti dijaki pred vpisovanjem parov pol ure reševali logične naloge. Morebiten vzrok za slabši rezultat bi lahko tudi v tej skupini bila količina parov, saj si je, ne glede na povečan čas, težje zapomniti trideset parov, kot pa petnajst.

Ker takšna analiza ni pokazala večjega vpliva binauralnih tonov na dosežke, sem opravil t – test med prvo in drugo skupino za drugi eksperiment.

Tabela 6: T-test razlik med skupinama

Eksperiment	Število dijakov	Korelacija	Statistična pomembnost
Drugi (obe skupini)	10	-0.097	0.789

T – test je preizkus ali je razlika med povprečji rezultatov statistično pomembna; ali so vzrok za razliko povprečij med prvo in drugo skupino dodani binauralni toni ali pa je razlika naključna oziroma je nanjo vplivalo nekaj drugega. Ali je razlika med povprečji statistično pomembna, nam pove oznaka sig. oziroma statistična pomembnost. Če je statistična pomembnost manjša od 0.05, se sprememba (v mojem primeru binauralni toni) šteje za statistično pomembno in je najverjetneje vplivala na rezultat. V primeru, da je statistična pomembnost večja od 0.05, se sprememba šteje za statistično nepomembno in je za razliko med povprečji najverjetneje kriv nek drug dejavnik.

Korelacija med prvo in drugo skupino pri drugem eksperimentu je negativna, ampak tako nizke vrednosti, da jo zanemarimo, saj je osrednji pokazatelj spremembe statistična pomembnost.

V našem primeru je statistična pomembnost vrednosti 0.789, kar pomeni, da sprememba NI statistično pomembna in da binauralni toni najverjetneje niso pripomogli k boljšemu rezultatu prve skupine.

6. 2. Preverjanje hipotez

Preden začnem preverjati, katere izmed hipotez sem potrdil in katere ovrigel, jih bom na hitro ponovil;

1. Rezultati skupine, ki bo poslušala binauralne tone, bodo boljši kot pri skupini, ki binauralnih tonov ne bo poslušala;

2. Skupina, ki bo poslušala binauralne tone, bo opazno bolj zbrana;

3. Rezultati posameznih dijakov se bodo s poslušanjem binauralnih tonov izboljšali.

Prva hipoteza je, če pogledamo tabelo 3, na prvi pogled potrjena, a jo je ovrigel t – test, saj razlika med povprečji dijakov, ki so med drugim eksperimentom poslušali binauralne tone in tistimi, ki so naloge reševali v tišini, ni statistično pomembna. To pomeni, da je velika možnost, da je tak rezultat naključje in da nanj najverjetneje niso vplivali binauralni toni. S tem je moja prva hipoteza ovržena.

Med izvajanjem drugega eksperimenta sem pozorno opazoval dijake in primerjal obnašanje tistih, ki so poslušali binauralne tone in tistih, ki so reševali naloge v tišini. Pri obeh skupinah so bili dijaki, pri katerih je bilo videti znake dolgčasa in nezbranosti kot so na primer oziranje po učilnici, igranje s pisalom in gledanje na uro. Nobena od skupin ni posebej izstopala po takšnih znakih, bile so si enakovredne. To pomeni, da je moja druga hipoteza prav tako ovržena, saj tudi v primeru, da so bili dijaki druge skupine bolj zbrani, tega ni bilo opaziti.

Rezultate posameznih dijakov, ki sem jih primerjal med prvim in drugim eksperimentom je nekoliko oviralo dejstvo, da je bil rezultat pri drugem eksperimentu enkrat bolj natančen od tistega pri prvem, zaradi podvojenega števila parov (pri prvem poskusu je bilo 15 parov, pri drugem pa 30). Na moje začudenje je bil povprečni rezultat dijakov prve skupine (skupine z binauralnimi toni) pri prvem eksperimentu boljši kot pri drugem. Da bi odkril ali so na rezultat negativno vplivali binauralni toni, sem izvedel enako primerjavo še pri prvi skupini (brez binauralnih tonov) in ugotovil, da so imeli dijaki prve skupine prav tako boljši rezultat pri prvem poskusu. Torej rezultata binauralni toni niso niti poslabšali niti poboljšali. Tudi tretja hipoteza je s tem ovržena.

7. ZAKLJUČEK

Binauralni toni so tržno zelo razvito področje, obstaja približno 100 različnih prodajalcev, ki posnetke binauralnih tonov prodajajo kot sredstvo za lažje učenje, sproščanje in celo lajšanje simptomov različnih bolezni. Če imajo binauralni toni res takšne učinke so preverjali že mnogi raziskovalci in to z veliko boljšo tehnologijo, kot sem jo imel na voljo jaz. Vseeno pa sem se iz radovednosti in da ugotovim vpliv 14 hertznih valov na učenje dijakov, takšnega eksperimenta lotil tudi sam. Moji rezultati so bili podobni rezultatom, ki so jih odkrili skoraj vsi drugi raziskovalci, z izjemo raziskave J. Lana, ki pa je eno skupino izpostavil beta valovanju, drugo pa theta in tako brez testne skupine prišel do zaključka, da binauralni toni pripomorejo k boljšim dosežkom. Analiza, zlasti t – test, je odkrila, da binauralni toni nimajo statistično pomembnega vpliva na rezultate. Da bi bili rezultati še natančnejši, bi v prihodnje lahko beležili elektroencefalografske podatke, večkrat ponovili poskus z različnimi dijaki in povečali število parov.

Ker sem s svojo raziskavo nakazal, da so posnetki na internetu, CD-ji in avdio kasete, ki vsebujejo binauralne tone za izboljšano učenje najverjetneje neučinkoviti, me zdaj zanima, zakaj ljudje verjamejo in se po poslušanju počutijo drugače, to je tako, kot da bi jim toni zares pomagali. To bi lahko bila ena od iztočnic za naslednje raziskave/raziskovalne naloge; je to zaradi monotonosti, ki sprošča, zaradi nizkih in visokih frekvenc, ki navdajajo s čudnim občutkom ali pa je vse le dobro oglaševanje in marketing? Moja hipoteza je, da je morebitna uspešnost oziroma občutek uspešnosti posledica placebo učinka oziroma učinka pričakovanja; poslušalcem je obljubljen, da bodo ob poslušanju uspešnejši, poslušajo binauralne tone in zaradi pričakovanja postanejo uspešnejši. Da bi to raziskali, bi morali vzeti še placebo skupino. To pomeni, da bi eni skupini predvajali nek zvok, ki v resnici ni binauralni ton, udeležence pa bi prepričali, da je. Vsem bi povedali, da binauralni toni znatno povečajo učno uspešnost in po eksperimentu primerjali rezultate skupine, ki je dejansko poslušala binauralne tone in tiste, ki je samo mislila, da jih posluša. Če bi bili rezultati med skupinama podobni, bi s tem potrdili, da dejanskega učinka ni. V mojem eksperimentu do placebo učinka ni moglo priti, saj dijakom nismo povedali, kaj poslušajo in kakšen vpliv bi to lahko imelo nanje.

Če bi se binauralni toni izkazali kot dejavnik, ki ima pozitiven vpliv na učenje in zbranost, bi lahko njihovo uporabo razširili v prosti čas in jih morebiti uvedli za uporabo med poukom, v službi in pravzaprav kjerkoli, kjer je potrebna zbranost. V mojem eksperimentu so se proti mojim pričakovanjem izkazali za nevtralne, saj rezultata statistično gledano niti neboljšajo niti ne poslabšajo. Zaradi majhnega vzorca oseb, ki so sodelovale v eksperimentu, tega ne morem z gotovostjo trditi, se je pa pokazal šibek vpliv binauralnih tonov, ki očitno ni tako močan in univerzalen kot se to predstavlja. Za nadaljevanje raziskave in dokončen dokaz vpliva binauralnih tonov na učno uspešnost, bi morali delati z večjim vzorcem sodelujočih in boljšo tehnično opremo, kar v mojem primeru žal ni bilo izvedljivo.

8. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Moja raziskovalna naloga se dotika tudi področja družbene odgovornosti do posameznika, saj so binauralni toni morda le ena izmed mnogih komercialnih prevar za katero se vrtijo ogromni zaslužki. Na podlagi mojega spoznanja šibkih vplivov binauralnih tonov, bi se bilo treba poglobiti v temeljito raziskovanje teh vplivov, saj so komercialne prevare etično sporne in moja naloga s tem nakazuje področje, kjer se verjetno pojavljajo. Ker sicer tega še ne morem potrditi, saj bi potreboval boljšo opremo in veliko več časa, ne morem obsojati ponudnikov, da izkoriščajo nevednost ljudi, je pa o tem treba temeljito premisliti in zavarovati ljudi pred takšnimi prevarami.

9. LITERATURA

Baumeister, J., Barthel, T., Geiss, K. R., Weiss, M. (2008). "Influence of phosphatidylserine on cognitive performance and cortical activity after induced stress". *Nutritional Neuroscience*. Vol. 11

da Silva, F. H., and van Leeuwen, W. (1978). "The cortical alpha rhythm in and the depth and surface profile of phase". In Brazier, M. A. B. and Petsche, H., (Eds.), *Architectonics of the Cerebral Cortex*.

Dove, H. W. (1839). *Repertorium der Physik*. Vol. 3

Draganova R., Ross B., Wollbrink A., Pantev C. (2008). "Cortical steady-state responses to central and peripheral auditory beats". *Cerebral Cortex* Vol. 18

Gold, I. (1999). "Does 40-Hz oscillation play a role in visual consciousness?". *Consciousness and Cognition*. Vol. 8

Hasselmo, M. E. (2005). "What is the Function of Hippocampal Theta Rhythm?— Linking Behavioral Data to Phasic Properties of Field Potential and Unit Recording Data". *Hippocampus*. Vol. 15

Hattie, J. (2009) *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achivement*.

Kahan T., LaBerge S. (1994). "Lucid dreaming as metacognition: Implications for cognitive science". *Consciousness and Cognition* 3

Kryzhanovskii, G. N., A. A. Shandra, L. S. Godlevskii, and I. I. Mikhaleva (1990). "Appearance of Parkinsonian Syndrome after Administration of Delta Sleep-inducing Peptide into the Rat Substantia Nigra." *Biull Eksp Biol Med*. Vol. 109

Lane, J., Kasian, S., Owens, J., & Marsh, G. (1998). "Binaural auditory beats affect vigilance performance and mood". *Physiology & Behavior*. Vol. 63

Lord Rayleigh (1880). "Acoustical observations III". The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science. Vol. 9

McConnell, P. A., Froeliger, B., Garland, E. L., Ives, J. C., & Sforzo, G. A. (2014). "Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal". *Frontiers in Psychology*. Vol. 5

More, L. T. and Fry, H. S. (1907) "On the appreciation of difference of phase of sound-waves". *Philosophical Magazine*. Vol. 13

Palva, S. and Palva, J. M. (2007). "New vistas for α -frequency band oscillations". *Trends Neurosci*.

Siever, D. (2003). Audio-visual entrainment: 1. History and physiological mechanisms

Stevens, L., Haga, Z., Queen, B., Brady, B., Adams, D., Gilbert, J., Vaughan, E., Leach, C, Nockels, P, McManus, P. (2003). "Binaural beat induced theta EEG activity and hypnotic susceptibility: Contradictory results and technical considerations". *American Journal of Clinical Hypnosis*. Vol. 45

Stumpf, C. (1916). "Binaurale Tonmischung, Mehrheitsschwelle und Mitteltonbildung". *Zeitschrift für Psychologie*. Vol. 75

Širca, A. (1997). "Anatomija: skripta za študente medicine. Del 2, Živčevje". Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta

Wahbeh, H., Calabrese, C., Zwickey, H., & Zajdel, D. (2007). "Binaural beat technology in humans: A pilot study to assess neuropsychologic, physiologic, and electroencephalographic effects". *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*

Vanderwolf, C. H. (2000). "Are neocortical gamma waves related to consciousness?". *Brain Res*. Vol. 855

Gamboa, H. (2005). Brainwaves captured with EEG

10. PRILOGE

10. 1. Tabela besednih parov prvega eksperimenta

Pajek	Telefon
Škorenj	Čelo
Kitara	Zelenjava
Pohodnik	Glina
Marec	Šiv
Želodec	Krava
Stol	Napoj
Krema	Grad
Pekel	Miš
Trg	Fronta
Drobtina	Ograda
Ključ	Oder
Roža	Kit
Daljica	Sneg
Pesek	Medved

10. 2. Tabela besednih parov prvega eksperimenta z manjkajočimi pari

Kitara	
Roža	
	Fronta
Pesek	
	Krava
	Grad
Stol	
	Oder
Pajek	
Drobtina	
	Sneg
Pekel	
	Čelo
	Glina
Marec	

10. 3. Tabela besednih parov drugega eksperimenta

alga	balet
med	past
boj	ocean
vino	ogenj
glava	gozd
simbol	travnik
cepivo	koruza
avto	dojenček
lampinjon	grom
škrat	pero
vosek	zebra
kumara	čas
uganka	čaj
padalo	bič
traktor	vaza
tišina	bankovec
rop	faraon
gleženj	letalo
noht	ogljje
general	deblo
angel	tema
knjiga	odsev
disk	grob
most	žužek
limona	mak

galeb	babica
park	črv
žep	čebela
ligenj	delo
tat	škarje

10. 3. Tabela besednih parov drugega eksperimenta z manjkajočimi pari

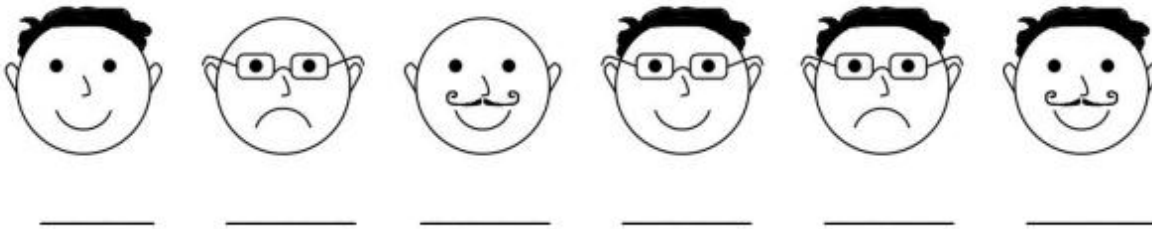
	past
cepivo	
limona	
	gozd
	grom
galeb	
noht	
škrat	
tišina	
	balet
angel	
	žužek
avto	
	čaj
	črv
boj	
	vaza
	deblo
rop	
	čebela
	ogenj
padalo	
	škarje
	travnik
knjiga	
	letalo
vosek	
	grob
ligenj	
	čas

10. 4. Logične vaje za prve pol ure drugega eksperimenta

1. naloga

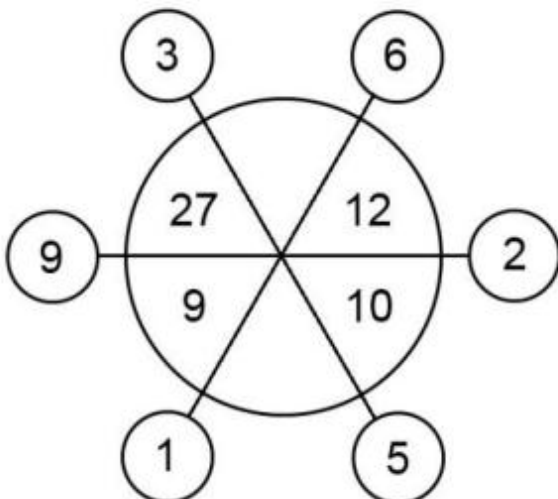
Na črte napiši ustrezna imena, če veš:

- Eden izmed obrazov pripada Blažu.
- Andrej in Andraž se razlikujeta le v eni lastnosti.
- Andraž in Erik sta ali oba žalostna ali oba vesela.
- Bor in Dane imata brke.
- Pleša se sveti na Danetovi in Erikovi glavi.



2. naloga

Na prazna mesta napiši ustrezno število.



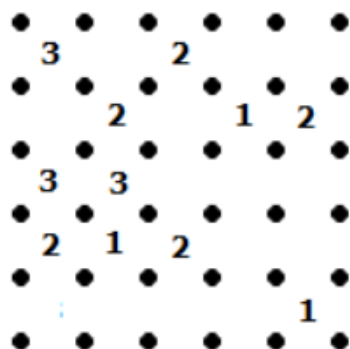
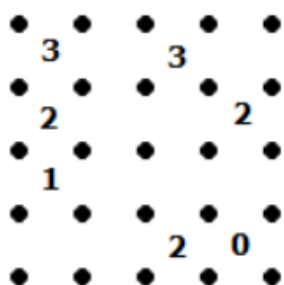
Na črto napiši pravilo, ki si ga našel za števila:

3. naloga

Nekatere izmed danih točk poveži s črticami po naslednjih pravilih:

- Narisane črtice morajo tvoriti sklenjeno črto, ki ne sme sekati same sebe, niti se same sebe dotikati.
- Črtice so lahko samo vodoravne ali navpične.
- Zapisane številke povedo, koliko črtic jih obkroža.
- Okoli polja brez številke je lahko poljubno število črtic.

Reši obe surizi.



4. naloga

V 5x5 kvadratkov moraš vpisati začetna naravna števila od 1 do 5, tako, da bo v vsaki vrstici, v vsakem stolpcu in v kvadratih iste barve nastopalo vseh 5 števil.

				4
5				
1				
3				

5. naloga

Na sliki je prerez hiše z 9 stanovanji, po 3 v vsakem nadstropju. V vsakem stanovanju živi natanko en stanovalec, stanovalci so: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Stanovanja so oštevilčena, kot je prikazano na sliki. Določi, kje živi kdo. V celico vpiši ime prebivalca.

7	8	9
4	5	6
1	2	3

1. A ima nižjo številko stanovanja kot B.
2. C stanuje v istem nadstropju in levo od D.
3. C stanuje v istem stolpcu kot E, tik pod E.
4. F stanuje v istem stolpcu kot G.
5. H ne stanuje v istem nadstropju kot I.
6. Niti G niti H nista v najbolj levem stolpcu.
7. F, I in H niso niti v spodnjem nadstropju niti v srednjem stolpcu