

UČINKI VKLJUČEVANJA GLASBE PRI UČENJU MATEMATIKE

THE EFFECTS OF MUSIC INTEGRATION IN LEARNING MATHEMATICS

ELA UREK

Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta

ella.urek@gmail.com

Izvleček: V prispevku preučujemo glasbo kot strategijo za učenje matematike, pri čemer se je treba osredotočiti na razumevanje, kako glasbo procesirajo možgani. Raziskava, v kateri je sodelovalo 81 srednješolcev, je pokazala, da največ dijakov glasbo ob učenju matematike posluša pogosto. Dijaki glasbo, ki jo poslušajo med učenjem matematike oz. med reševanjem matematičnih nalog, opisujejo kot: tiho, hitro, poznano, sprostitveno, všečno, veselo, instrumentalno, dinamično. Izkazalo se je, da večina dijakov med učenjem matematike oz. med reševanjem matematičnih nalog posluša tisto glasbo, ki jim je tudi v splošnem všeč.

Ključne besede: učenje, glasba, matematika, prostorsko-časovno sklepanje, matematična anksioznost

Abstract: In this paper, we study music as a strategy for learning mathematics, where it is necessary to focus on understanding how the brain processes music. The research, in which 81 high school students took part, showed that most students often listen to music while studying mathematics. Students described the music they listen to while learning mathematics as quiet, fast, familiar, relaxing, likable, happy, instrumental, and dynamic. It turned out that most students listen to the music they like in general while learning mathematics or solving math problems.

Keywords: learning, music, mathematics, spatial-temporal reasoning, math anxiety

RABA GLASBE KOT ZVOČNEGA OZADJA PRI UČENJU MATEMATIKE

Glasba v ozadju je prisotna v mnogih delovnih okoljih, pisarnah, restavracijah, hotelih itn. Poslušamo jo med vožnjo v avtu, med telovadbo, med spremljanjem oglasov, pravzaprav pri skoraj vsakem opravilu. Glasba pa je tudi orodje, s katerim ustvarimo želeno razpoloženje, spodbuja nas h gibanju in k plesu, vpliva na počutje, prikliče stare spomine, sprošča. Schellenberg in Weiss (2013) omenjata, da raziskave, ki preučujejo učinke glasbe v ozadju na kognitivne sposobnosti, prinašajo raznolike rezultate.

Bloor (2009) je v svoji raziskavi, ki temelji na desetletnikih, prišel do zaključka, da reševanje matematičnih nalog v tišini prinaša boljše rezultate kot reševanje ob glasbi. V dotičnem primeru so učenci ob reševanju nalog poslušali

eno izmed Mozartovih del, kar pa lahko, glede na negativen rezultat raziskave, interpretiramo tudi kot moteč dejavnik pri tovrstnih udeležencih raziskave. Susan Hallam idr. (2002) pa pojasnjujejo, da so učinki glasbe v ozadju na uspešnost učenja in opravljanja nalog posredovani preko vznburjenosti ter razpoloženja, namesto da bi vplivali neposredno na kognicijo.

Hipoteza o vznburjenju in razpoloženju je močno povezana s čustvi. Čustveni odzivi pa so ena glavnih motivacij za poslušanje glasbe, saj naj bi glasba vznburjala osnovna čustva, kot so sreča, žalost in strah (Egermann idr., 2015).

Sloboda in Juslin (2001) pravita, da so avtonomni odzivi, delujoči v ozadju čustvenega odziva, ki ga povzročijo glasbeni dražljaji, lahko posledica notranjih in/ali zunanjih glasbenih lastnosti. *Notranje glasbene lastnosti* so tiste, ki izzovejo čustveni odziv pri poslušalcu kot neposredno posledico glasbenostrukturnih značilnosti, kot so intenzivnost, tempo in tonovski način. *Zunanje glasbene lastnosti* pa izzovejo čustveni odziv, ki je povezan z asociacijo glasbenih značilnosti in osebnimi izkušnjami, dogodki, s kontekstualnimi asociacijami zvoka (kako posamezniki povezujejo glasbo z določenim okoljem, kontekstom in okoliščinami) (Sloboda in Juslin, 2001). Gabrielson in Juslin (2003) pojasnjujeta, da je hiter tempo skladbe pogosto povezan z visoko *vznburjenostjo*, počasen tempo pa z nizko vznburjenostjo, in te razlike v tempu lahko vplivajo na čustveno zaznavanje poslušalca. Fiziološko delovanje teži k posnemanju ritmičnih vzorcev in preko fizioloških povratnih informacij izzove čustva, ki jih prenaša tempo (Ribeiro idr., 2019). Glasba v ozadju ima tako učinek posrednika, saj vpliva na vznburjenje, vznburjenje pa na učenje.

Ob predpostavki, da glasba lahko izzove pozitivna in negativna čustva, je mogoče trditi, da glasba ustvarja tudi *razpoloženje*. Razpoloženje je v tem kontekstu opredeljeno kot splošno afektivno ozadje, ki traja skozi čas brez specifičnih dražljajev (Beedie idr., 2005). Pozitivno razpoloženje lahko vpliva na boljši rezultat učenja, medtem ko negativno razpoloženje lahko učni proces zavira (Lehmann in Seufert, 2017). Hipoteza o vznburjenju in razpoloženju razlaga, da lahko poslušanje glasbe spodbudi učenje, pozorni pa moramo biti tudi na sam tempo glasbe in tonovski način. Skladbe morajo biti v optimalnem tempu in načinu, da pri učencu vzbudi ustrežno vznburjenje in razpoloženje (Lehmann in Seufert, 2017).

Pomembno vlogo pri učenju matematike ob poslušanju glasbe v ozadju pa ima tudi *delovni spomin*. Med drugim matematični problemi pogosto vključujejo pomnjenje rezultatov določenih izračunov med izvajanjem drugih matematičnih operacij. Osrednjo vlogo pri delovnem spominu naj bi imel centralni izvršitelj, ki nadzoruje podsisteme, kot so: fonološka zanka, vidnoprstorska skicirka in epizodični medpomnilnik. Fonološka zanka je odgovorna za shranjevanje in obdelavo specifičnih zvokov, vidnoprstorska skicirka upravlja z vizualnimi in s prostorskimi informacijami, epizodični medpomnilnik pa na podlagi predhodnega znanja integrira govorne in vidnoprstorske informacije (Šešok, 2006).

Pomembno vlogo pri uspešnosti učenja ob glasbi ima *zmogljivost delovnega spomina*, ki nam pove, koliko informacij znotraj učnega procesa (vključujoč učno snov, naloge in druge dejavnike) je predelal delovni spomin (Lehmann in Seufert, 2017). Glasba v ozadju je fonološka informacija, saj je slušno predstavljena in s tem ob učenju lahko preobremenjuje fonološko zanko. Vendar pa nekateri raziskovalci predvidevajo, da je za procesiranje glasbe odgovoren drug podsistem, ki je delno neodvisen od fonološke zanke, zato lahko sklepamo, da ima delovni spomin večje zmogljivosti ob procesiranju glasbe v ozadju poleg vizualnega gradiva kot pri procesiranju zvočnega besedila in vizualnega besedila, saj gre pri prvem za obdelavo v dveh različnih podsistemi (Lehmann in Seufert, 2017). Cowan (1999) pa trdi, da podobnost informacij vpliva na to, koliko informacij je mogoče obdelati hkrati: manj kot sta si podobni vsebina in modalnost, lažje ju je obdelati hkrati. To pomeni, da je instrumentalna glasba ob branju manj moteča kot v isti situaciji vokalna glasba. Kljub temu poslušanje glasbe med učenjem zahteva dodatno kognitivno zmogljivost, ki bi bila sicer lahko vložena v učni proces, kar je še posebej pomembno, saj je zmogljivost delovnega spomina omejena. Meja med »premajhno« in »dovolj visoko« zmogljivostjo delovnega spomina je lahko odvisna od značilnosti učne snovi, pri čemer zapletene ali slabo zasnovane učne naloge bolj obremenjujejo zmogljivost delovnega spomina v primerjavi z manj kompleksnimi in bolje zasnovanimi nalogami, kar nakazuje, da glasba v ozadju pride v poštev le, če sama učna snov ni prezahtevna (Lehmann in Seufert, 2017).

VPLIV GLASBE NA MATEMATIČNO ANKSIOZNOST

Matematična anksioznost ni samo izogibanje matematiki, ampak se lahko občuti kot panika, nemoč, paraliza in mentalna dezorganizacija, ki jih občutijo posamezniki med reševanjem matematičnih problemov (Bryce, 2016). Pri tovrstni motnji gre za naučen odziv, ki izhaja iz predhodnih negativnih učnih izkušenj (Gan idr., 2016). Gre torej za posebno obliko anksioznosti, ki naj bi povzročila slabe matematične sposobnosti. Kathryn Elizabeth Bryce (2016) omenja, da med simptome matematične anksioznosti vključujemo strah pred neuspehom in nezaupanje v intuicijo, z vidika fizične reakcije pa lahko zaznamo pospešen srčni utrip, slabost, potenje, glavobol in paniko. Kako učenci doživljajo pouk matematike, je odvisno od pedagogov. Matematični pedagogi, ki se spopadajo z matematično anksioznostjo, bodo posegali po individualnem delu namesto skupinskih matematičnih aktivnostih, kar lahko privede do tega, da učenci tudi sami razvijejo matematično anksioznost (Furner in Berman, 2003). Učitelji se morajo tako spopasti z lastno matematično anksioznostjo in se seznaniti s praksami poučevanja matematike, saj lahko le z uporabo specifičnih praks zmanjšajo tovrstno anksioznost pri učencih. Cavanagh (2006) pravi, da je konceptualno poučevanje matematike prav tako zelo

pomembno za zmanjšanje matematične anksioznosti pri učencih, saj na prvo mesto postavlja učenčevo razumevanje matematike namesto pomnjenja algoritmov in formul.

Matematična anksioznost lahko zmanjša zmogljivost delovnega spomina (Pelizzoni idr., 2021). Posamezniki, ki jo doživljajo, imajo več težav z reševanjem nalog, ki vključujejo shranjevanje in pridobivanje informacij iz delovnega spomina, izvajanje miselnih nalog ter pridobivanje vmesnih rezultatov, kar privede do večjih težav pri matematiki (Pelegrina idr., 2020).

Stephanie E. Haynes (2003) trdi, da matematično anksioznost lahko zmanjša že desetminutna izpostavitve glasbi neposredno pred testom. V svoji raziskavi je ugotovila, da umirjena glasba sprošča matematično tesnobo. Tudi Gan idr. (2016) so prišli do podobnih zaključkov. V sklopu svoje raziskave, ki je temeljila na pred- in posttestu, so ugotovili, da pri zmanjševanju matematične anksioznosti ne pridejo v poštev vsi žanri ter da je sprostitvena glasba učinkovitejša pri zmanjševanju tovrstne anksioznosti v primerjavi s stimulativno glasbo.

GLASBA IN PROSTORSKO-ČASOVNO SKLEPANJE

Pomemben vpliv na prostorsko-časovno sklepanje ima *glasbeni trening* (Hetland, 2000). Teorija o vplivu glasbenega treninga na prostorske sposobnosti temelji na različnih vrstah mišljenja, potrebnih za učenje in ustvarjanje glasbe. Učenje in ustvarjanje glasbe zahtevata koordinacijo vsaj šestih inteligentnosti, ki jih je definirala Gardner (1995): *glasbene inteligentnosti* (misliti skozi tone, melodije itn.), *prostorske inteligentnosti* (razumevanje glasbene notacije in prostorskih razmerij, npr. pri klavirski tipkovnici), *telesno-gibalne inteligentnosti* (pomembna pri učenju tehnike, prijemov, dirigiranja), *logično-matematične inteligentnosti* (razločevanje vzorcev, notnih vrednosti in razmerij med deli ter celoto) ter *interpersonalne* in *intrapersonalne inteligentnosti* (pomembni pri komunikaciji med učencem in učiteljem, solistom in ansamblom, izvajalcem in publiko). Glede na to, da je prostorska inteligentnost potrebna pri ustvarjanju in izvajanju glasbe, glasbeni trening vpliva na izboljšanje različnih prostorskih sposobnosti (Hetland, 2000).

UČINKI INTEGRACIJE GLASBE V POUK MATEMATIKE

Glasba je optimalna umetnost za integracijo v pouk matematike (An idr., 2013). Interdisciplinarni pouk matematike in glasbe ima potencial za izboljšanje odnosa učencev do matematike ter posledično njihovih matematičnih dosežkov, glasba pa je lahko uporabljena tudi kot sredstvo, znotraj katerega lahko učitelji matematične probleme predstavijo in oblikujejo na načine, ki niso

rutinski (An idr., 2013). To učencem zagotavlja priložnost, da svoje matematično znanje uporabijo smiselno in novo znanje povežejo z že obstoječim (An idr., 2013). Interdisciplinarno učenje matematike skozi glasbo lahko učencem zagotovi razumevanje snovi z drugačne perspektive, tovrstno učenje pa lahko pripomore tudi k prenosu znanja in matematičnih vsebin na druga področja (An idr., 2011). An idr. (2014) so ugotovili, da poučevanje matematike skozi interdisciplinarne pristope vpliva na matematično samozavest, odnos do matematike, uporabnost matematike, uspešnost ter motivacijo učencev.

Pri tovrstni interdisciplinarnosti je treba omeniti tudi Gardnerjevo teorijo o več inteligencah, ki lahko služi kot konceptualni okvir za ustvarjanje različnih učnih metod. Z glasbeno inteligentnostjo sta povezani prostorska ter logično-matematična inteligentnost, zato lahko glasba in glasbene aktivnosti služijo kot katalizator za razvoj matematičnih sposobnosti, ki jih je mogoče še razvijati in prilagoditi učencem skozi različne učne stile (An in Tillman, 2015).

NAMEN RAZISKAVE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, ali dijaki med učenjem matematike poslušajo glasbo v ozadju ter kakšne so značilnosti te glasbe. Na podlagi tega zanimanja smo oblikovali tri raziskovalna vprašanja.

- R1: Kako pogosto se dijaki učijo matematiko oz. rešujejo matematične naloge ob poslušanju glasbe v ozadju?
- R2: Kakšne so značilnosti glasbe, ki jo dijaki poslušajo med učenjem matematike oz. reševanjem matematičnih nalog?
- R3: Ali dijaki med učenjem matematike oz. reševanjem matematičnih nalog poslušajo glasbo, ki jim je tudi v splošnem všeč?

METODOLOGIJA

Raziskovalni vzorec

V raziskavi je sodelovalo 81 udeležencev, starih med 15 in 18 let ($M = 15,73$ leta; $SD = 0,65$), od tega 46 žensk, 32 moških, trije posamezniki pa so se opredelili kot drugo. Največ udeležencev ($n = 33$) je bilo brez glasbene izobrazbe, približno četrtnina ($n = 23$) je imela zaključeno nižjo glasbeno šolo, 12 udeležencev je zaključilo neformalno glasbeno izobrazbo (zasebno učenje), devet jih je zaključilo le nekaj let nižje glasbene šole, dva pa sta zaključila konservatorij za glasbo.

Merski instrumenti

Za namen raziskave je bil pripravljen anketni vprašalnik Učinki glasbe na učenje matematike. Vprašalnik je bil 3. maja 2023 objavljen v spletni aplikaciji iKA, podatke pa smo zbirali do 1. avgusta 2023. Udeleženci ankete so za izpolnjevanje vprašalnika potrebovali približno pet minut, sam vprašalnik pa je bil anonimen.

Postopki pridobivanja podatkov

Anketni vprašalnik je bil preko družbenega omrežja Facebook posredovan dijakom različnih srednjih šol (gimnazija, srednja strokovna šola, srednja tehnična šola). Dijaki so v sklopu vprašalnika odgovarjali na 11 vprašanj, od tega pet vprašanj zaprtega tipa, tri vprašanja odprtega tipa, eno vprašanje je ponudilo možnost dopolnitve odgovora (drugo), pri dveh vprašanjih pa so udeleženci raziskave postavke vrednotili z mersko lestvico od 1 (»Sploh ne strinjam«) do 5 (»Popolnoma se strinjam«).

Postopki obdelave podatkov

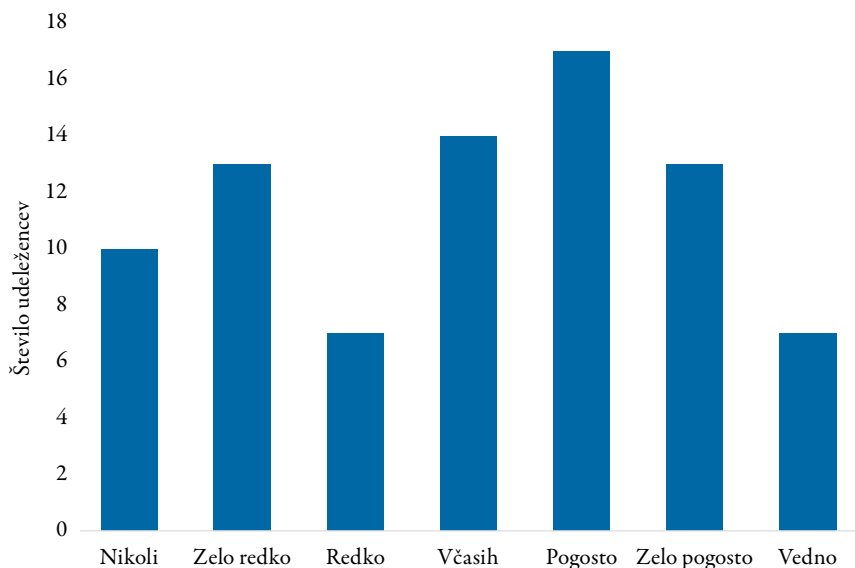
Rezultati so bili pridobljeni s pomočjo odgovorov na posamezna vprašanja in odgovorov na postavke v anketnem vprašalniku, ki so jih udeleženci raziskave ocenjevali na petstopenjski lestvici (1 – »Sploh se ne strinjam«, 2 – »Ne strinjam se«, 3 – »Se niti ne strinjam niti strinjam«, 4 – »Strinjam se«, 5 – »Popolnoma se strinjam«).

Podatki so bili statistično obdelani v programih Microsoft Excel in RStudio. Izračunali smo opisno oz. deskriptivno statistiko (N, M, SD, Mdn, As, Spl, Se ...) in oblikovali preglednice. Pred začetkom analize smo iz prvotnega vzorca izključili posameznike, ki niso podali vseh odgovorov na ključna vprašanja ankete in ki niso spadali v starostno skupino dijakov (tj. med 15 in 18 let). Za prikaz rezultatov smo uporabili program Microsoft Word.

REZULTATI

Pri prvem raziskovalnem vprašanju smo se ukvarjali s pogostostjo poslušanja glasbe v ozadju pri učenju matematike oz. reševanju matematičnih nalog.

S slike 1 lahko razberemo, da je med 81 udeleženci največ dijakov ($n = 17$) v raziskavi poročalo o tem, da ob učenju matematike oz. reševanju matematičnih nalog glasbo v ozadju poslušajo pogosto, nekoliko manj ($n = 14$) jo poslušajo včasih, 13 zelo pogosto, 13 zelo redko, deset nikoli, sedem vedno in sedem redko. Več udeležencev ($n = 51$) je na vprašanje, kako pogosto se učijo matematiko oz. rešujejo matematične naloge z glasbo v ozadju, odgovorilo z odgovori

Slika 1*Pogostost učenja matematike oz. reševanja matematičnih nalog ob poslušanju glasbe v ozadju*

včasih, pogosto, zelo pogosto ali vedno, nekaj ($n = 30$) jih je poročalo tudi o tem, da glasbo ob tem poslušajo le redko, zelo redko ali nikoli.

Drugo vprašanje se je navezovalo na značilnosti glasbe, ki jo dijaki poslušajo med učenjem matematike.

Preglednica 1*Opisne statistike glede na značilnosti glasbe, ki jo dijaki poslušajo pri učenju matematike*

Značilnosti glasbe	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>As</i>	<i>Spl</i>	<i>Se</i>
Tiha : glasna	81	2,63	1,17	3,00	1,00	5,00	0,28	-0,43	0,01
Hitra : počasna	81	3,05	1,00	3,00	1,00	5,00	0,36	-0,17	0,01
Poznana : nepoznana	81	2,94	1,20	3,00	1,00	5,00	-0,10	-0,75	0,02
Sprostitvena : aktivacijska	81	2,96	1,16	3,00	1,00	5,00	-0,22	-0,57	0,01
Všečna : nevšečna	81	2,21	1,10	2,00	1,00	5,00	0,71	-0,17	0,01
Vesela : žalostna	81	2,84	1,02	3,00	1,00	5,00	0,04	-0,08	0,01
Instrumentalna : z besedilom	81	2,90	1,23	3,00	1,00	5,00	-0,01	-0,83	0,02
Dinamična : enolična	81	2,59	0,93	3,00	1,00	5,00	-0,23	-0,36	0,01

Dijaki so med značilnostmi, ki opisujejo glasbo, ki jo poslušajo pri učenju matematike, najvišjo vrednost dodelili značilnosti »všečna« ($M = 2,21$; $SD = 1,10$). Preostale značilnosti glasbe, ki jo udeleženci poslušajo med učenjem matematike, so: tiha, hitra, poznana, sprostitevna, všečna, vesela, instrumentalna in dinamična.

Pri tretjem vprašanju pa smo želeli ugotoviti, ali je glasba, ki jo dijaki poslušajo med učenjem matematike, tista, ki jo poslušajo tudi v splošnem. Pri tem sta dve tretjini dijakov ($n = 52$) odgovorili pritrdilno, tretjina ($n = 27$) je podala nikalni odgovor, dva udeleženca pa se do vprašanja nista opredelila.

RAZPRAVA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, ali dijaki med učenjem matematike poslušajo glasbo v ozadju ter kakšne so značilnosti te glasbe.

Izsledki raziskave kažejo, da je največ udeležencev poročalo o tem, da med učenjem matematike oz. med reševanjem matematičnih nalog pogosto poslušajo glasbo v ozadju. Posebej je treba izpostaviti, da udeleženci glasbo, ki jo poslušajo med reševanjem matematičnih nalog, opisujejo kot sprostitevno; Gan idr. (2016) v svoji raziskavi omenjajo, da sprostitevna glasba zmanjšuje stopnjo matematične anksioznosti, medtem ko stimulativna oz. aktivacijska glasba ohranja tovrstno tesnobo in lahko posledično povzroči slabše matematične sposobnosti.

Izkazalo se je, da večina dijakov med učenjem matematike oz. reševanjem matematičnih nalog posluša tisto glasbo, ki jim je tudi v splošnem blizu. Pomembnost osebnega glasbenega okusa, kadar govorimo o poslušanju glasbe med učenjem, v svoji raziskavi omenjata Luca Kiss in Karina Linnell (2020), saj naj bi poslušanje tiste glasbe, ki je posamezniku v splošnem blizu, povečalo osredotočenost na opravljanje določenih nalog in zmanjševalo beg misli.

Glasbo, ki jo poslušajo pri učenju matematike, so udeleženci opisali kot tiho, hitro, poznano, sprostitevno, všečno, veselo, instrumentalno in dinamično.

Ne glede na to, da je pričujoča raziskava ena redkih v Sloveniji, ki preučuje povezanost glasbe in matematike, se je treba osredotočiti tudi na njene pomanjkljivosti. Raziskovalni vzorec je relativno majhen. Treba bi bilo zajeti večje število srednješolcev, saj bi tako pridobili natančnejše rezultate. Težave so se pojavile tudi pri literaturi, še posebej na področju kognicije, kajti razikave, ki preučujejo poslušanje glasbe med učenjem matematike, niso tako pogoste. Pri raziskavi bi se bilo treba osredotočiti tudi na same procese, ki se odvijajo v ozadju, kadar posameznik pri učenju matematike posluša glasbo v ozadju. Za poglobljeno razumevanje te tematike pa bi bilo treba pripraviti eksperiment, ki vključuje merjenje fizioloških znakov posameznika.

V bodoče bi se morali osredotočiti na sam vpliv poslušanja glasbe v ozadju na učenje matematike in na podajanje natančnejših priporočil za dijake, ki želijo uporabljati glasbo med učenjem matematike, ter za pedagoge, ki si znotraj učilnice prizadevajo za interdisciplinarni pristop k poučevanju.

Literatura

- An, S. A., in Tillman, D. A. (2015). Music activities as a meaningful context for teaching elementary students mathematics: A quasi-experiment time series design with random assigned control group. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 45–60.
- An, S. A., Capraro, M. M., in Tillman, D. A. (2013). Elementary teachers integrate music activities into regular mathematics lessons: Effects on students' mathematical abilities. *Journal for Learning through the Arts*, 9(1). <https://doi.org/10.21977/D99112867>
- An, S. A., Ma, T., in Capraro, M. M. (2011). Preservice teachers' beliefs and attitude about teaching and learning mathematics through music: An intervention study. *School Science and Mathematics*, 111(5), 236–248.
- An, S. A., Tillman, D. A., Boren, R., in Wang, J. (2014). Fostering elementary students' mathematics disposition through music-mathematics integrated lessons. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 15(3). <https://works.bepress.com/song-an/7/download/>
- Beedie, C., Terry, P., in Lane, A. (2005). Distinctions between emotion and mood. *Cognition and Emotion*, 19(6), 847–878.
- Bloor, A. J. (2009). The rhythm's gonna get ya': Background music in primary classrooms and its effect on behavior and attainment. *Emotional and Behavioural Difficulties*, 14(4), 261–274.
- Bryce, K. E. (2016). *Do-re-mi, one-two-three: Integrating music into math program delivery to address math anxiety* [Neobjavljeno magistrsko delo]. University of Toronto.
- Cavanagh, M. (2006). Mathematics teachers and working mathematically: Responses to curriculum change. V P. Grootenboer, R. Zevenbergen in M. Chinnappan (ur.), *Identities, cultures and learning spaces: Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (str. 115–122). MERGA.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. V A. Miyake in P. Shah (ur.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (str. 62–101). Cambridge University Press.
- Egermann, H., Fernando, N., Chuen, L., in McAdams, S. (2015). Music induces universal emotion-related psychophysiological responses:

- Comparing canadian listeners to congolese pygmies. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01341>
- Furner, J. M., in Berman, B. T. (2003). Review of research: Math anxiety; Overcoming a major obstacle to the improvement of student math performance. *Childhood Education*, 79(3), 170–174.
- Gabrielson, A., in Juslin, P. N. (2003). Emotional expression in music. V R. J. Davidson, K. R. Scherer in H. H. Goldsmith (ur.), *Handbook of affective sciences* (str. 503–534). Oxford University Press.
- Gan, S. K.-E., Lim, K. M.-J., in Haw, Y.-X. (2016). The relaxation effects of stimulative and sedative music on mathematics anxiety: A perception to physiology model. *Psychology of Music*, 44(4), 730–741.
- Gardner, H. (1995). *Razsežnosti uma: teorija o več inteligencah* (I. Kovačič, prev.). Tangram.
- Hallam, S., Price, J., in Katsarou, G. (2002). The effects of background music on primary school pupils' task performance. *Educational Studies*, 28(2), 111–122.
- Haynes, S. E. (2003). *The effect of background music on the mathematics test anxiety of college algebra students* [Neobjavljena doktorska disertacija]. West Virginia University.
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 179–238.
- Kiss, L., in Linnell, K. J. (2020). The effect of preferred background music on task-focus in sustained attention. *Psychological Research*, 85(2), 2313–2325.
- Lehmann, J. A. M., in Seufert, T. (2017). The influence of background music on learning in the light of different theoretical perspectives and the role of working memory capacity. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01902>
- Pelegrina, S., Justicia-Galiano, M. J., Martín-Puga, M. E., in Linares, R. (2020). Math anxiety and working memory updating: Difficulties in retrieving numerical information from working memory. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00669>
- Pelizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., in Passolunghi, M. C. (2021). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: A longitudinal study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1510(1), 132–144.
- Ribeiro, F. S., Santos, F. H., Albuquerque, P. B., in Oliveira-Silva, P. (2019). Emotional induction through music: Measuring cardiac and electrodermal responses of emotional states and their persistence. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00451>
- Schellenberg, G. E., in Weiss, M. W. (2013). Music and cognitive abilities. V D. Deutsch (ur.), *The psychology of music* (str. 499–550). Elsevier.

Sloboda, J. A., in Juslin, P. N. (2001). Psychological perspectives on music and emotion. V N. Patrik, N. Juslin in A. J. Sloboda (ur.), *Music and emotion: Theory and research* (str. 755–788). Oxford University Press.

Šešok, S. (2006). Spomin: kaj to je in kako deluje? *Zdravniški vestnik*, 75(2), 101–104.

Summary

UDC 37.091.2:78

With the research, we wanted to find out whether students listen to music in the background while learning mathematics and what are the characteristics of this music. The results showed that most students often listen to music in the background while learning mathematics. It turned out that most students, listen to the music they like in general while learning mathematics or solving math problems. This type of music was described by the participants as quiet, fast, familiar, relaxing, pleasant, happy, instrumental, and dynamic.

Even though the present research is one of the few in Slovenia that examines the connection between music and mathematics, it is also necessary to focus on its shortcomings. The research sample is relatively small. It would be necessary to reach a larger number of high school students, as this way we would obtain more accurate results. Problems have also arisen in the literature, especially in the field of cognition, as studies examining listening to music while learning mathematics are not that common. The research should also focus on the cognitive processes when an individual listens to music in the background while learning mathematics. For a deeper understanding of this topic, it would be necessary to prepare an experiment that includes the measurement of the physiological signs of an individual.

In the future, we should focus on the very impact of listening to music in the background on learning mathematics and on giving more precise recommendations for students who want to use music while learning mathematics, and for educators who strive for an interdisciplinary approach to teaching within the classroom.