

**Kristian Kolman<sup>1</sup>, Jože Rugelj<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Glasbena šola Celje

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **INOVATIVNI PRISTOP K POUČEVANJU VIOLINE NA OSNOVI KOGNITIVNE TEORIJE UČENJA Z VEČPREDSTAVNOSTJO**

*Izvirni znanstveni članek / Original Research Paper*

### **Izvleček**

V članku predstavljamo možnosti za »mešano« učenje violine z uporabo tradicionalnih metod in večpredstavnosti na osnovi izsledkov Mayerjeve kognitivne teorije učenja z večpredstavnostjo. Teorija predpostavlja, da človeški kognitivni sistem vključuje kanala za vidno in slušno zaznavanje in obdelavo dražljajev iz okolja. Oba kanala imata omejene zmogljivosti, delujeta pa lahko hkrati in si medsebojno ne zmanjšujeta učinkovitosti. Z upoštevanjem teh značilnosti kognitivnega sistema smo v eksperimentu želeli optimizirati dejavnosti igranja v učnem procesu in domače vadbe lestvic s pomočjo programov za računalniško podprto poučevanje igranja inštrumentov. Preizkusili smo funkcionalnost programa Match My Sound (MMS) kot učnega pripomočka za ocenjevanje pravilnosti izvedbe lestvic na violini in za podajanje objektivne povratne informacije o uspešnosti učenca. Z meritvami opazovanih parametrov izvajanja not, intonacije in ritma smo zaznali večje razlike med pričakovanim in dejanskim rezultatom ocenjevanja A-dur lestvice.

**Ključne besede:** violina, kognitivna teorija, večpredstavno učenje, IKT, Match My Sound

### **Abstract**

#### **Innovative Approach to Teaching Violin Based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning**

This article describes the possibilities for blended learning of the violin using the findings of Mayer's cognitive theory of multimedia learning. The theory proposes that human cognitive system consists of two separate channels (auditory and visual) for processing information. Each channel has a limited capacity, but they can work simultaneously without diminishing each other's effectiveness. Taking into consideration these characteristics of human cognition, the research was aimed at optimizing the activity of learning to play an instrument and practicing scales with the help of Computer-Assisted Musical Instrument Tutoring software, such as Match My Sound (MMS). The purpose was to check the functionality of the MMS software as a teaching aid for evaluating scale playing on the violin, providing feedback to student. Measuring the observed parameters of the performance of notes, intonation and rhythm, we found greater differences between the expected and the actual result of the evaluation of the A-major scale.

**Keywords:** violin, cognitive theory, multimedia learning, ICT, Match My Sound

## Uvod

Znani ruski violinist Juri Jankelevič (Jankelevič in Lankovsky, 2016) izpostavlja kot svoj najpomembnejši pedagoški princip poznavanje učenca, njegovih značilnosti in zmožnosti ter iskanje pravilnega individualnega pristopa k njegovemu razvoju spomina. O izjemnem pomenu zgodnjega razvoja spomina piše tudi japonski violinski pedagog Shin'ichi Suzuki (Suzuki, Selden in Selden, 2012), saj je vir človeške kontemplacije in ustvarjalne misli. Dokler imajo ljudje spomin, so mogoče izkušnje, in če je mogoča izkušnja, bo zagotovo obstajala pot za postopno napredovanje.

Kognitivni psihologi so z raziskavami ugotovili (Paivio, 2014), da je za uspešno učenje pomembna možnost povezovanja različnih modalnosti. Domnevo je v veliki meri potrdil Mayer (2014) s sodelavci s kognitivno teorijo učenja z večpredstavnostjo (KTUV). KTUV temelji na predhodnih integralnih teorijah, kot so Baddleyjev model delovnega spomina (Baddley, 1987), Paiviova teorija dvojnega kodiranja (Paivio, 1990) in Swellerjeva teorija kognitivnega bremena količine informacij, shranjenih v delovnem pomnilniku (Chandler in Sweller, 1991). KTUV lahko povzamemo z naslednjimi ključnimi elementi: (a) dvojni kanali za obdelavo vizualnih in zvočnih zaznav, (b) omejena zmogljivost obdelave podatkov v obeh kanalih, (c) dve spominski shrambi v vsakem kanalu (senzorični, delovni) in skupen dolgoročen spomin ter (d) pet kognitivnih procesov izbiranja, organiziranja in integracije (izbiranje tonov, izbiranje slik, organiziranje tonov, organiziranje slik in povezovanje novega znanja s predhodnim znanjem). Pomembnejšo raziskavo uporabe KTUV pri nas so izvedli Hrast, Rode in Torkar (2018) na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani z analizo učbeniškega gradiva s pomočjo uporabe tehnologije očesnih sledilcev.

Učenci violine se že od zgodnjih začetkov igranja na inštrument srečujejo z uporabo vseh treh modalitet: vidne, slušne in gibalne. Zato nas zanima, kako strukturirati mešano<sup>1</sup> učenje z uporabo večpredstavnosti in uvajati učinkovitejše učne strategije, da bi učencem pomagali pri učenju violine v glasbeni šoli. Osvetlili bomo kognitivne procese, ko z integracijo IKT v učni proces nadgradimo tradicionalne učne dejavnosti in ga tako optimiziramo.

## Teoretična izhodišča

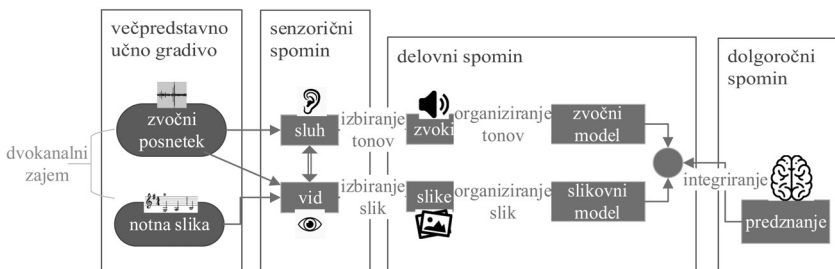
Nekateri učenci se uspešneje učijo s poslušanjem, drugi z branjem predstavljenih vsebin, tretji pa s telesno dejavnostjo. Strokovno lahko rečemo, da imajo učenci različne zaznavne stile: slušne, vidne ali gibalne. To pomeni, da sicer pri učenju uporabljajo vse tri načine zaznavanja, a se najbolje učijo, ko uporabljajo izbrani način za svoj zaznavni stil. Marentič Požarnik (2019) v hierarhični klasifikaciji učenja opredeljuje igranje inštrumenta kot zahtevno učenje psihomotoričnih spretnosti. Zaznavni stil opredeljuje kot razmeroma dosledne in trajne posebnosti posameznika v tem, kako sprejema, ohranja, predeluje in organizira informacije ter rešuje probleme z njihovo uporabo.

V nadaljevanju se bomo osredotočili na kognitivni model, predstavljen v KTUV na Sliki 1, ki temelji na Paiviovi teoriji (2014) dvojnega kodiranja. Ta razlaga, da ima vsakdo dva

<sup>1</sup> Mešano učenje je pristop k učenju in poučevanju, ki združuje tradicionalne metode pouka v fizičnem šolskem okolju in možnosti interakcije s spletnimi izobraževalnimi gradivi.

medsebojno ločena sistema za zaznavanje dražljajev iz okolice. En sistem obdeluje besedne oziroma v glasbi zvočne, drugi pa slikovne dražljaje. Vsak kanal vključuje tri vrste spomina, znane kot senzorični, delovni in dolgoročni spomin. Senzorični ali čutni spomin je kognitivna struktura, ki nam omogoča zaznavanje novih podatkov, delovni spomin je kognitivna struktura, v kateri zavestno obdelujemo podatke v informacije, in dolgoročni spomin je kognitivna struktura, ki hrani naše integrirano znanje dolgotrajno. Informacij v dolgoročnem spominu se zavedamo in jih lahko uporabimo šele, ko jih prenesemo v delovni spomin.

**Slika 1: Slika elementov modela KTUV (Mayer, 2014)**



Senzorni spomin slike in natisnjeno besedilo, ki jih zaznamo z vidom, za krajši čas zadrži, da lahko iz njih izberemo tiste elemente, ki so za nas v določenem trenutku zanimivi in jih potem prenesemo v delovni spomin za nadaljnjo obdelavo. Podobno velja za senzorični slušni spomin, ki krajši čas, nekaj sekund, zadrži govorjene besede in zvoke.

Teoretično podlago za smiselno rabo večpredstavnosti v procesih učenja je ponudil Mayer (2014), izhajajoč iz predpostavke, da so večpredstavna učna gradiva, zasnovana v skladu z načinom delovanja kognitivnega sistema, bolj koristna za učenje. Mayer je definiral načela za oblikovanje večpredstavnih učnih gradiv, ki omogočajo učinkovito učenje. Načela morajo tako izpolnjevati tri kriterije: (1) razumljivost – načela izhajajo iz kognitivne teorije večpredstavnega učenja; (2) verodostojnost – načela so skladna z empiričnimi raziskavami o večpredstavnem učenju; (3) uporabnost – načela lahko uporabimo za nove večpredstavne učne situacije. Raziskal je temeljne predpostavke, kot so dvokanalna predpostavka, predpostavka o omejeni zmogljivosti in predpostavka aktivne obdelave, ter nato identificiral pet aktivnosti, ki so del učenja z večpredstavnostjo. Za smiselno učenje v večpredstavnih okoljih mora biti učenec aktiven v petih kognitivnih procesih. Najprej mora (1) izbirati ustrezne besede za obdelavo v slušnem delovnem pomnilniku in hkrati (2) izbrati ustrezne slike za obdelavo v vizualnem delovnem pomnilniku. Potem mora (3) organizirati izbrane besede v verbalni oz. zvočni miselni model in hkrati (4) organizirati izbrane slike v vizualni mentalni model. V zadnjem koraku mora potem (5) povezati verbalne in vizualne mentalne modele, ki predstavljajo novo znanje, s predhodnim znanjem iz dolgoročnega spomina, potem pa poskrbeti, da se to razširjeno znanje zapiše nazaj v dolgoročni spomin.

Mayer je na podlagi skoraj 100 raziskav v zadnjih dveh desetletjih opredelil dvanajst osnovnih načel večpredstavnosti:

1. Načelo skladnosti – ljudje se bolje učijo, če so zunanji materiali izključeni, ne pa vključeni.
2. Načelo poudarjanja – ljudje se bolje naučijo, ko so dodani napisi, ki poudarjajo organizacijo bistvenega gradiva.
3. Načelo odvečnosti – ljudje se bolje učijo samo iz slik in pripovedi kot iz slik, pripovedi in tiskanega besedila.
4. Načelo prostorske povezanosti – ljudje se bolje učijo, če so ustrezne besede in slike blizu ena drugi na strani, kot če so oddaljene ena od druge na strani ali zaslonu.
5. Načelo časovne povezanosti – ljudje se iz videogradiv bolje učijo, ko so ustrezne besede in slike predstavljene hkrati kot pri zaporedno predstavljenih.
6. Načelo segmentiranja – ljudje se bolje naučijo, ko je večpredstavno učno gradivo predstavljeno v segmentih, ki so po meri uporabnika, kot če so kontinuirana celota.
7. Načelo predhodnega učenja – ljudje se globlje učijo iz večpredstavnega gradiva, če za zahtevnejše teme dobijo predhodno usposabljanje in tako poznajo značilnosti ključnih komponent gradiva.
8. Načelo modalnosti – ljudje se bolje učijo iz grafike in pripovedi kot iz grafike in tiskanega besedila.
9. Načelo večpredstavnosti – ljudje se bolje učijo iz napisanega besedila in slik kot samo iz besedila.
10. Načelo personalizacije – ljudje se bolje učijo iz večpredstavnega učnega gradiva, kadar je uporabljen pogovorni jezik in ne formalno izražanje.
11. Glasovno načelo – ljudje se bolje naučijo, ko besede v večpredstavnem sporočilu govorijo naraven človeški glas in ne umetno generiran strojni glas.
12. Slikovno načelo – ljudje se ne učijo bolje iz večpredstavnostne predstavitve, ko je slika govorca na zaslonu v primerjavi s predstavitevami, kot te slike na zaslonu ni.

V Tabeli 1 smo predstavili osnovna Mayerjeva načela (Mayer, 2014) in način njihove uporabe pri izdelavi učnih gradiv za učenje igranja violine. Taka gradiva omogočajo učenje z uporabo večpredstavnosti, ki temelji na generativnem kognitivnem procesiranju.

Z uporabo lahko uspešno optimiziramo dejavnosti v učnem procesu igranja in domače vadbe lestvic s pomočjo programov CAMIT<sup>2</sup>, kot je Match My Sound in vzpostavimo privlačnejše in bolj motivirano učno okolje s pomočjo IKT. V Tabeli 1 smo definirali konkretne možnosti za uporabo Mayerjevih načel pri poučevanju igranja violine.

---

<sup>2</sup> Computer-assisted musical instrumental tutoring – CAMIT.

**Tabela : Opredelitev Mayerjevih načel večpredstavnosti (Mayer, 2014) pri igranju na violino**

Cilj	Načelo	Opis uporabe načela pri poučevanju violine
<b>Minimiziranje nebitvenega kognitivnega procesiranja</b>	Načelo skladnosti (ang. coherence principle)	Odstranitev nepotrebnih elementov notacije (zvokov, dinamičnih in linijskih oznak).
	Načelo poudarjanja (ang. signaling principle)	Poudarjanje ključnih delov notacije (ritem, metrum, tonaliteta, prstni red).
	Načelo odvečnosti (ang. redundancy principle)	Notacijo predhodno ne predvajamo skupaj z metronomom.
	Načelo prostorske povezanosti (ang. spatial contiguity principle)	Upravljalvske kontrolnike postavimo nad notacijo.
	Načelo časovne povezanosti (ang. temporal contiguity principle)	Notacija naj bo pregledno grupirana v taktih glede na trajanje posamezne etape.
<b>Obvladovanje bistvenega kognitivnega procesiranja</b>	Načelo segmentiranja (ang. segmenting principle)	Izvajamo krajše dele po taktih in periodah pred celotno skladbo.
	Načelo predhodnega učenja (ang. pre-training principle)	Predhodna seznanitev z lestvico in značilnostmi ključnih elementov.
	Načelo modalnosti (ang. modality principle)	Predvajamo zvočno gradivo namesto napisane notacije.
<b>Spodbujanje generativnega kognitivnega procesiranja</b>	Načelo večpredstavnosti (ang. multimedia principle)	Uporaba notacije in zvoka raje kot samo notacije.
	Načelo personalizacije (ang. personalization principle)	Uporaba pogovornega stila.
	Glasovno načelo (ang. voice principle)	Uporaba človeškega glasu za govorjeno besedilo in izvajanje z inštrumentom.
	Slikovno načelo (ang. drawing principle)	Učenci notirajo lestvico v notatorskem programu.

Prvotne računalniške programe za splošno podporo učenju (CAI<sup>3</sup>) so v zadnjih letih uspešno nadgradili v programska orodja za računalniško podprto inštrumentalno glasbeno poučevanje (CAMIT). Program Match My Sound (Käo, 2016), ki je primer takega programskega orodja, nudi vsestransko in učinkovito podporo kombiniranemu učenju vsem inštrumentalnim družinam, ne le poučevanju violine. Njegova integracija v sisteme za upravljanje učenja (LMS<sup>4</sup>) je enostavna in stabilna. Zasnovan je tako, da najbolje izkoristi številne funkcije, ki jih sicer že ponujajo spletne učilnice v MOODLE (Popa, Hunyadi in Musan, 2008) <sup>5</sup>.

Za uporabo v glasbenem izobraževanju smo Mayerjeva načela morali ustrezno dopolniti. Privzeto naveden besedilni del v kontekstu slušnega zaznavnega stila smo nadomestili z zvočnim kot posledico igranja na violino. Prav tako smo slikovni del branja besedila v kontekstu vidnega zaznavnega stila nadgradili z branjem besedila in not. S tako prirejenimi načeli smo osvetlili različne funkcionalnosti, ki jih lahko CAMIT tehnologija podpre. Z izpostavitvijo vpliva Mayerjevih načel s pomočjo eksperimentalnih meritev

3 Computer Assisted Instruction – CAI

4 Learning management systems – LMS

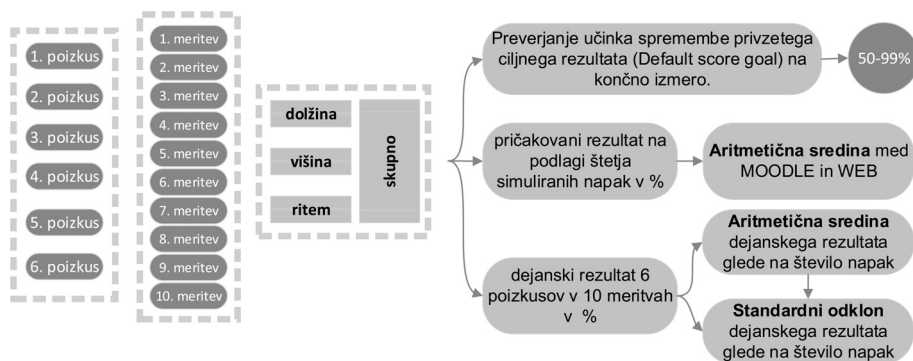
5 Modular object-oriented dynamic learning environment – MOODLE

smo želeli potrditi njihovo smiselno uporabo v vsakdanji pedagoški praksi poučevanja violine.

## Ekspiriment

Opravili smo šest poizkusov z namernimi napakami za razumevanje samodejnega ocenjevanja. Med potekom smo spreminjali tri ključne ocenjevalne parametre: dolžino izvedbe, tonsko višino in ritmično izvedbo polovink v lestvici. Za vsak poizkus smo izvedli 10 meritev. Ocene smo pridobivali iz dveh povezanih spletnih programov. Najprej smo napake izmerili neposredno v spletnem programu Match My Sound, poimenovanem WEB in nato posredno v vtičniku spletne učilnice, poimenovanem MOODLE. Da bi povečali verodostojnost rezultatov, smo statistično obdelali razlike med pričakovanimi in izmerjenimi vrednostmi ocenjevalnih parametrov, kot je prikazano v diagramu na Sliki 2.

Slika 2: Diagram procesa meritev in statistične obdelave



Cilj našega eksperimenta je bil izboljšati učinkovitost učnega procesa s smiselno uporabo programov za pomoč učenju CAMIT. V eksperimentu smo raziskali funkcionalnost programskega orodja Match My Sound (MMS). Program MMS sočasno snema in preverja ritmično in intonančno natančnost izvedbe.

Namen uporabe tega orodja je podpora učinkovitemu učnemu transferju s pomočjo igrificiranja,<sup>6</sup> ko s prevzemanjem mehanike iger lahko izvajanje lestvic umeščamo v druge dejavnosti pri violinski igri. Na tak način bi učenci lahko prepoznali smiselnost rabe lestvic ne samo v kompozicijskem smislu, v linearnih in akordičnih tonskih sosledjih, temveč tudi kot temelj za uspešno izgradnjo slušno analitičnih zaznav.

Za razumevanje in evalvacijo kognitivnih procesov pri učenju violine z uporabo programa MMS smo si zastavili tri raziskovalna vprašanja:

1. Kako zanesljivo MMS v posnetku prepozna napake treh ocenjevalnih parametrov: izvedeni dolžini, tonski višini in ritmični izvedbi?

<sup>6</sup> Igrificiranje, gamifikacija, poigrenje uporablja kot orodje tehniko računalniških iger za spodbujanja učenja.

2. Kakšne so razlike med izmerjenimi vrednostmi v spletnem programu MMS in z ustreznim vtičnikom v spletni učilnici MOODLE?
3. Kakšne so razlike med pričakovanimi in s programom MMS izmerjenimi vrednostmi?

### Spletna aplikacija MMS

Aplikacija MMS<sup>7</sup> omogoča nalaganje, urejanje in priredbo glasbenih zapisov ter sodelovalno učenje učencev. Uporabniški vmesnik aplikacije MMS omogoča ustvarjanje delovne naloge z nalaganjem in shranjevanjem notnega zapisa v formatu MusicXML<sup>8</sup>, primerne za izvajanje z digitalno MIDI<sup>9</sup> spremljavo ali preverjanje natančnosti ritma in intonacije s snemanjem. V aplikaciji je mogoče priklicati tudi uglaševalec za natančno uglasitev violine in metronom.

### Priprava notnega e-gradiva

Pri naboru različnega učnega gradiva za ocenjevanje smo v skladu z Mayerjevimi načeli (Mayer, 2014) še posebej sledili načelom koherence, poudarjanja, redundance, predhodnega učenja, modalnosti, večpredstavnosti, vodene odkritja in samorazlage. Kot najprimernejšo smo izbrali tehnično prvino lestvice, saj ne vsebuje težje ocenljivih parametrov, kot je npr. interpretacija, dinamika in agogika. Ugledni violinski pedagogi (Galaman, Thomas in Chase, 2013) poudarjajo pomen zgodnjega razvoja tehničnih prvin violinske igre s pomočjo igranja lestvic. Natančnost tonske višine v igranju lestvic je enostavno preverljiva s pomočjo digitalnih uglaševalcev, kar s pridom izkorišča program Match My Sound (Käo, 2016). Želeli smo izločiti vse morebitne motnje, ki lahko v eksperimentu nastanejo pri igranju in snemanju z violino, zato smo za natančno ocenjevanje posnetka lestvice uporabili mehansko predvajanje MIDI predvajalnika v programu Sibelius. Za vir smo uporabili lestvico A-dura čez eno oktavo v polovinkah od a1 do a2. Lestvica A-dura čez eno oktavo je napisana v prvem prstnem vzorcu in je pogosto prva letvica, s katero se učenci seznanijo. Lestvico smo zapisali v programu Sibelius, jo shranili kot glasbeno xml. datoteko in nato uvozili v digitalno shrambo vaj spletnega programa MMS. Na Sliki 3 so v levem stolpcu izpostavljene napake v programu Sibelius obarvane in oštevilčene. V desnem stolpcu pa je notni zapis v MMS s pripadajočo časovno premico pod notacijo.

---

<sup>7</sup> <https://notes.matchmysound.com/comp.html#/myexercises> (15.11.2019).

<sup>8</sup> MusicXML je standardni odprti format za izmenjavo digitalne glasbe. Omogoča sodelovanje z uporabo različnih glasbenih aplikacij.

<sup>9</sup> MIDI (Musical Instrument Digital Interface) je elektronski standardni protokol, s katerim lahko komunicirajo različne elektronske glasbene naprave.

## Slika 3: Zapis lestvic za predvajanje v Sibeliusu s simulacijo napak in izpis rezultata v MMS

The image shows six rows of musical notation. Each row consists of a Sibelius score on the left and an MMS analysis on the right. The MMS analysis includes a waveform and a line graph showing pitch and rhythm deviations. Circles on the MMS line indicate pitch accuracy, while lines indicate rhythm accuracy.

1. poizkus, igranje brez napake
2. poizkus, igranje s 4 napakami
3. poizkus, igranje z 8 napakami
4. poizkus, igranje z 5 napakami
5. poizkus, igranje z 8 napakami
6. poizkus, igranje z 8 napakami

## Ocenjevalni postopek programa MMS

Med potekom izvajanja lestvice smo spreminjali tri ključne ocenjevalne parametre: dolžino izvedbe, tonsko višino in ritmično izvedbo hitrosti polovink. Program MMS je posnel zvočno izvedbo skladbe. Po zaključku je ustvaril pod notacijo časovno premico, ki prikazuje dvo-dimenzionalno sled pravilnosti zaigrane lestvice. Dvig premice pomeni ritmično hitenje, spust pa upočasnjevanje. Črna barva označuje pravilno tonsko višino. Sprememba barve iz črne v temnejšo sivo opozarja na previsoko oz. prenizko tonsko višino, medtem ko zelo svetlo siva označuje resno napako v intonaciji.


## Slika 4: Primer nepravilnega ritmičnega hitenja po peti polovinki in upočasnjevanja

The image shows a musical score for a scale in G major, 4/4 time. The score is divided into two parts: 'zapisano' (written) and 'zaigrano' (played). The 'zapisano' part shows a scale with a fermata over the fifth measure. The 'zaigrano' part shows the same scale with a fermata over the fifth measure, but with a pitch deviation (up-bow) and a tempo change (slowing down) indicated by a thick black line. The labels 'pohitevanje' and 'upočasnjevanje' are placed below the 'zaigrano' part.




Slika 5: Primer pravilnega ritmičnega poteka ob nepravilnostih v intonaciji

zapisano



zaigrano



### Poizkusi preverjanja MMS s simulacijo napak

Zanesljivost delovanja in natančnost podajanja rezultata smo preverili v šestih poizkusih s spremembami dolžine trajanja lestvice, dviga in spusta tonske višine ter ritmičnega hitenja in upočasnjevanja. Poizkuse smo zapisali v notaciji programa Sibelius, z nastavitvijo istega tempa, (četrtinka je 60 udarcev v minuti) in kalibracijo iste tonske višine ( $A=442$  Hz). Za predvajanje smo uporabili predvajalnik v programu Sibelius. Opazovali smo odzivnost programa na predvidene napake in spremljali uporabniško izkušnjo pri rokovanju s programom. Najprej smo poizkus opravili v spletni učilnici Glasbene šole Celje<sup>10</sup> na Arnesovem spletnem sistemu za podajanje znanja – Moodle, v vtičniku MMS (poimenovani MOODLE), nato pa smo poizkus ponovili neposredno v spletni aplikaciji tehnologije za ujemanje zvoka MMS<sup>11</sup> (poimenovane WEB). V obeh primerih se uporablja isti zaledni sistem, drugačen pa je vmesnik. Želeli smo potrditi, da bomo v obeh primerih vselej pridobili isti rezultat.

V prvem poizkusu smo natančno in brezhibno izvedli lestvico po vseh treh ocenjevalnih parametrih. MMS je pravilno beležil in ocenil vse tri parametre: dolžino, tonsko višino in ritmično izvedbo.

Slika 6: Izvedba lestvice v prvem poizkusu

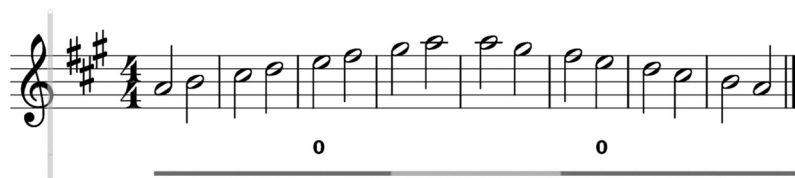


V drugem poizkusu smo zgornje štiri polovinke zaigrali pol tona prenzisko. MMS je pravilno zaznal napačne tonske višine, napačne note G in napačne note Gis. Napake v igranju (75 %) so povzročile tudi zaostanek črte predvajalnika in posledično slabše beleženje ritmičnega toka v zadnjih treh taktih.

<sup>10</sup> <https://www.gsclje.si> (15.11.2019).

<sup>11</sup> <https://notes.matchmysound.com> (15.11.2019).

Slika 7: Izvedba lestvice v drugem poizkusu



V tretjem poizkusu smo zgornjih 8 polovink napačno zaigrali, in sicer pol tona previsoko. MMS je pravilno zaznal napačne tonske višine. Program je v obeh primerih sporočil samo skupni rezultat. Število napak v skupnem rezultatu (75 oz. 73 %) je bilo preveliko, da bi podal tudi podrobno oceno vseh treh parametrov.

Slika 8: Izvedba lestvice v tretjem poizkusu



V četrtem poizkusu smo zgornje štiri polovinke zaigrali pol dobe prehitro. Program je pravilno reagiral na parameter ritmične izvedbe zaradi prehitrega izvajanja. Upošteval je spremembo prvega parametra dolžine neigrane zadnje note v svetlejši (sivi) barvi.

Slika 9: Izvedba lestvice v četrtem poizkusu



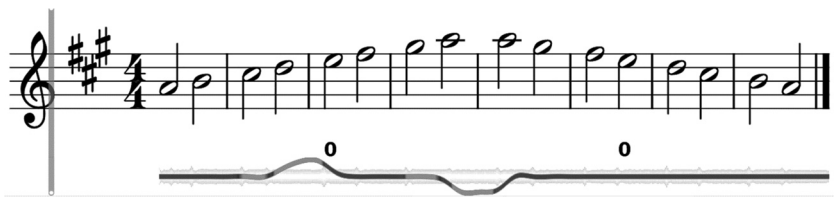
V petem poizkusu smo zgornjih 8 polovink zaigrali pol dobe prepočasi. Program je pravilno zaznal spremembo ritmične izvedbe zaradi prepočasnega izvajanja. Vtičnik MOODLE v pogovornem oknu je upravičeno svetloval igrati malo hitreje.

Slika 10: Izvedba lestvice v petem poizkusu



V šestem poizkusu smo 2. takt zaigrali pol tona prenizko in pol dobe prehitro. 3. takt smo izvedli v polovinkah in točnih tonskih višnin, 4. takt pa pol tona previsoko in pol dobe prepočasi. Program se je odzval na nepravilnosti v izvajanju dveh parametrov, tonske višine in ritmične izvedbe.

Slika 11: Izvedba lestvice v šestem poizkusu



Slika 12: Izpis rezultata z opisnikom napak in štirimi krožnimi diagrami v MMS

It seems you played a few wrong notes, try again ✕

SCORE



LENGTH PLAYED



PITCH SCORE



RHYTHM SCORE



Save

Retry

Close

### Interpretacija rezultatov meritev

Preverili smo generiranje kriterija, ki predstavlja prag za pridobitev vseh možnih petih zvezdic. Ker je bil »privzeti ciljni rezultat« vselej nastavljen na najvišjo vrednost 99, smo v zadnjem poizkusu preverili razlikovanje od najnižje vrednosti 50 in najvišje vrednosti 99. MMS sicer poda priporočeno vrednost vselej 90 točk. Pri vseh meritvah je program izpisal enako skupno število 83 točk in enako vrednost štirih zvezdic od možnih petih. V Tabeli 2 so odstopanja v ciljni vrednosti 70 označena odebeljeno. Ugotovili smo, da nastavljeni cilj vpliva na prejeto oceno zgolj, ko so si rezultati dolžine, višine in ritma v več poizkusih zelo različni. Na istem posnetku pa so bila izražena malenkostna odstopanja, kar lahko pripišemo zelo natančni izvedbi s pomočjo predvajalnika v Sibeliusu, zato smo ta parameter v nadaljevanju zanemarili.

**Tabela 2: Spremembe privzetega ciljnega rezultata (default score goal) z izmerjenimi vrednostmi**

cilj	dolžina	višina	ritem	skupaj	število ★
99	100	78	89	83	★★★★
90	100	78	89	83	★★★★
80	100	78	89	83	★★★★
70	100	<b>76</b>	<b>88</b>	83	★★★★
60	100	78	89	83	★★★★
50	100	<b>77</b>	89	83	★★★★

Pričakovani rezultat kot posledico ročnega štetja napak smo predvideli s številom napak glede na skupno število ocenjenih elementov kategorij tonske višine in ritmične izvedbe. Pri oceni pričakovanega rezultata smo upoštevali, da ima vsaka polovinka v lestvici tri vrednostne parametre, dolžino v pojavitvi, tonsko višino in tempo izvedbe. Vsako napako smo ovrednotili z 1 točko. Skupno je bilo torej 48 točk za 16 not v lestvici, ki so predstavljale 100 % rezultat, kakor prikazuje Tabela 3. Da bi torej 48 točk predstavljalo 100 %, smo skupni rezultat v točkah pomnožili s faktorjem 2,083334.

**Tabela 3: Izračun pričakovanega rezultata na podlagi simuliranih napak**

poizkus	napake v posameznih parametrih			skupaj napake	skupaj vse točke	skupaj v %
	dolžina	višina	ritem			
1	0	0	0	0	48	100,00
2	0	4	0	4	44	91,66
3	0	8	0	8	40	83,33
4	1	0	4	5	43	89,58
5	0	0	8	8	40	83,33
6	0	4	4	8	40	83,33

Pri skupnem izračunu v Tabeli 4 smo upoštevali aritmetično sredino rezultata merjenja vtičnika MOODLE in spletne aplikacije WEB.

**Tabela 4: Razlike merjenj z aritmetično sredino med MOODLE in WEB**

poizkus	aplikacija	skupni rezultat %	dolžina igranja %	tonska višina %	ritmična izvedba %	aritmetična sredina
1	MOODLE	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	WEB	100,00	100,00	100,00	100,00	
2	MOODLE	88,00	100,00	75,00	100,00	87,50
	WEB	87,00	100,00	76,00	97,00	
3	MOODLE	75,00				74,00
	WEB	73,00				
4	MOODLE	95,00	97,00	100,00	89,00	94,00
	WEB	93,00	97,00	100,00	86,00	
5	MOODLE	93,00	100,00	100,00	86,00	92,50
	WEB	92,00	100,00	100,00	83,00	
6	MOODLE	80,00	100,00	75,00	86,00	81,50
	WEB	83,00	100,00	78,00	89,00	

Program je vselej natančno ocenil vse tri parametre; zaigrano dolžino, tonsko višino in ritmično izvedbo. Prvi parameter – dolžino igranja – smo spremenili samo v 4. poizkusu. V ostalih poizkusih je program MMS vselej zaznal celotno odigrano lestvico (100 %).

V meritvah razlik aritmetične sredine pričakovanega in dejanskega rezultata smo ugotovili, da program MMS dejansko podaja več napak, kot je bilo pričakovano. Skupno število napak je večje, ko se napake vrstijo dlje časa v posameznem parametru, kakor v drugem, tretjem in šestem poizkusu. Kot prikazuje Tabela 5, je MMS v 3. poizkusu zaradi velikega števila napak podal samo skupno število napak, brez ocenitve posameznih parametrov.

**Tabela 5: Razlike v meritvah aritmetične sredine pričakovanega in dejanskega rezultata**

poizkus	rezultat	dolžina	višina	ritem	skupaj
1	pričakovani	100,00	100,00	100,00	100,00
	dejanski	100,00	100,00	100,00	100,00
2	pričakovani	100,00	75,00	100,00	<b>95,83</b>
	dejanski	100,00	75,00	100,00	<b>87,50</b>
3	pričakovani				91,67
	dejanski				74,00
4	pričakovani	100,00	100,00	89,00	94,79
	dejanski	100,00	100,00	88,00	94,00
5	pričakovani	100,00	100,00	87,00	91,67
	dejanski	100,00	100,00	80,00	92,50
6	pričakovani	100,00	78,00	89,00	<b>91,67</b>
	dejanski	100,00	78,00	89,00	<b>81,50</b>

V 6 opravljenih poizkusih smo izvedli 10 meritev dejanskega rezultata in potem na podlagi 10 izvedb posameznega poskusa izračunali aritmetično sredino poskusa in standardni odklon. Predvidevali smo, da bo MMS na istem vzorcu, ko ga poženemo večkrat zapored, dal približno iste rezultate in bo standardni odklon majhen. Ugotovili smo, da program MMS zelo podobne vrednosti v parametrih dolžine in intonacije. V parametru ritma pa MMS podaja bolj raznovrstne vrednosti, kot je izraženo tudi z večjim standardnim odklonom v 2. in 6. poizkusu, kjer je bilo simulirano večje število ritmičnih napak kot v 3., 4. in 5. poizkusu, kakor prikazujejo odebeljene vrednosti standardnega odklona (St. od.) v Tabeli 7.

**Tabela 7: Razlike v poizkusih merjenja dejanskega rezultata po 10 meritvah aritmetične sredine (Ar. sr.) in standardnim odklonom (St. od.)**

poizkus	meritev	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ar. sr.	St. od.
1	skupaj	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
2	dolžina	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
	intonacija	75	75	75	75	75	75	75	75	77	75	75,20	0,00
	ritem	100	96	100	93	100	100	98	92	89	92	96,00	<b>5,66</b>
	skupaj	88	86	88	85	88	88	87	83	83	84	86,00	2,83
3	skupaj	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75,00	0,00
4	dolžina	97	97	97	97	97	98	97	97	97	97	97,10	0,00
	intonacija	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
	ritem	86	85	87	86	86	81	86	87	84	87	85,50	0,71
	skupaj	93	93	94	93	93	91	93	94	92	94	93,00	0,71
5	dolžina	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
	intonacija	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
	ritem	84	85	77	84	84	84	78	84	80	83	82,30	0,71
	skupaj	92	93	89	92	92	92	89	92	90	92	91,30	0,00
6	dolžina	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
	intonacija	79	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78,10	0,71
	ritem	83	85	89	89	83	89	89	89	89	89	87,40	<b>4,24</b>
	skupaj	81	82	83	83	80	83	83	84	83	83	82,50	1,41

## Rezultati eksperimenta

Po izvedbi eksperimenta lahko odgovorimo na vsa tri zastavljena raziskovalna vprašanja.

1. Program je natančno zaznaval in pravilno ocenil vse tri opazovane in merjene parametre.
2. Ugotovili smo manjše razlike pri merjenju spletnega programa MMS in njegovim vtičnikom v spletni učilnici MOODLE v oceni ritmične izvedbe.
3. V meritvah razlik aritmetične sredine pričakovanega in dejanskega rezultata pa smo ugotovili, da program MMS dejansko poda več napak v oceni ritmične izvedbe, kot je bilo pričakovano glede na pričakovani izračun napak. Večji standardni odklon je bil izražen v parametru ritma.

## Zaključek

Izziv za violinske pedagoge predstavlja možnost uporabe kognitivne teorije večpredstavnega učenja (KTU). Pedagogi naj bi se osredotočili na ugotovitev, da učenci poskušajo zgraditi smiselne povezave med zvokom in notnimi slikami ter se tako tega lahko naučijo globlje, kot bi se lahko samo z zvokom ali notno sliko (Mayer, 2014). Eden izmed glavnih ciljev večpredstavnega pouka je učence spodbuditi k oblikovanju skladne miselne predstave iz predstavljenega e-gradiva.

Z raziskavo smo želeli preveriti natančnost meritev pri novem pristopu k učenju in preverjanju e-gradiva s pomočjo večpredstavnosti. Predstavili smo zmožnosti programa MMS, ki je enostaven in intuitiven za uporabo. Z izvedenimi eksperimenti s simulacijami različnih napak v izvajanju lestvic smo ugotovili manjše razlike med vtičnikom in spletno aplikacijo. Večje razlike pa smo zasledili med pričakovanim in dejanskim rezultatom. Subjektivna ocena ocenjevalca pričakovanega rezultata je bila vedno višja od objektivne ocene dejanskega rezultata s pomočjo programa MMS. Pri objektivnem ocenjevalnem postopku so bile največje razlike v ocenah ritmičnih napak izvajanja določene lestvice. Ugotovili smo, da je bila grafična predstavitev posnetka ključna za razumevanje pravilne in učinkovite rabe MMS. Raziskavo bi bilo potrebno razširiti z vključitvijo učencev različnih starosti v daljšem časovnem obdobju. Prav tako bi veljalo vključiti še druge učitelje violine s predvajanjem teh 6 scenarijev simuliranih napak z zaprosilom, da ocenijo ustreznost zaigrane lestvice, glede na naše ocenjevalne kriterije.

## Literatura

Baddeley, A. D. (1987). *Working memory*. Oxford [England]; New York: Clarendon Press; Oxford University Press.

Chandler, P. in Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), str. 293-332. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2).

Galamian, I., Thomas, S. in Chase, S. (2013). *Principles of Violin Playing and Teaching* (Revised ed. edition). Mineola, New York: Dover Publications.

Hrast, Š., Rode, Ž. in Torkar, G. (2018). Analiza učbeniškega gradiva s pomočjo uporabe tehnologije očesnih sledilcev. *Za kakovost slovenskih učbenikov (KaUč)*, 2018, str. 17.

Jankelevič, J. I., in Lankovsky, M. (2016). *The Russian violin school: The legacy of Yuri Yankelevich*. New York: Oxford University Press.

Käo, K. (2016). Match My Sound™ API | Match My Sound™. <https://www.matchmysound.com> (15.11.2019).

Marentič Požarnik, B. (2019). Psihologija učenja in pouka: Od poučevanja k učenju. Ljubljana: DZS.

Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.



Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A dual coding approach*. <https://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001/acprof-9780195066661> (15.11.2019).

Paivio, A. (2014). *Mind and Its Evolution: A Dual Coding Theoretical Approach*. <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1596529> (15.11.2019).

Popa, E. M., Hunyadi, D., in A Musan, M. (2008). *Moodle: A didactic instrument of online learning for reduce distance handicap*. 8th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications. [https://www.researchgate.net/publication/229046272\\_Moodle\\_a\\_didactic\\_instrument\\_of\\_online\\_learning\\_for\\_reduce\\_distance\\_handicap](https://www.researchgate.net/publication/229046272_Moodle_a_didactic_instrument_of_online_learning_for_reduce_distance_handicap). str. 309-313. (15.11.2019).

Suzuki, S., Selden, K. I. in Selden, L. (2012). *Nurtured by love: Translated from the original Japanese text*. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=805601>. (15.11.2019).

## Summary

The ability to apply Cognitive Theory of Multimedia Learning (KTU) is a challenge for violin educators. They should focus on the idea that students are trying to build meaningful connections between sound and sheet music, and that they learn deeper as they can with sound or sheet music alone (Mayer, 2014). One of the main goals of multimedia teaching is to encourage students to create a coherent mindset from the e-learning material presented.

We wanted to test the accuracy of measurements in e-learning approach by using multimedia. We have introduced MMS capabilities that are easy and intuitive to use. Experiments with simulations of various errors in the implementation of scales have revealed little differences between the MMS plugin in MOODLE and the MMS web application. However, greater differences were observed between expected and actual results. The subjective assessment of the estimator's expected result was always higher than the objective assessment of the actual result by MMS. In the objective evaluation procedure, the largest differences were found in the estimates of the rhythmic errors of performing a particular scale. We found that the graphic representation of the recording was crucial to understand the correct and efficient use of MMS. The research should be extended to include pupils of different ages over a longer period of time. It would also be worthwhile to involve other violin teachers to playback these 6 simulated error scenarios and evaluate the relevance of the scale, based on our evaluation criteria.