

PROPEDEUTIKA ZLOMKOV V MATEMATIKE S VYUŽITÍM HUDBY A POČÍTAČOV

JANA HNATOVÁ A ALENA PRÍDAVKOVÁ

ABSTRAKT. Na primárnom stupni vzdelávania sa v slovenskom kontexte pojem zlomok zavádza len na propedeutickej úrovni. V príspevku je prezentovaný návrh auditívneho modelu tohto pojmu, ktorý využíva prepojenie matematiky, hudobnej výchovy a práce s interaktívnou zostavou podporovanou softvérom SmartNotebook. Tvorba aktivít v tomto programe je súčasťou pregraduálneho vzdelávania študentov učiteľstva pre primárne vzdelávanie na Pedagogickej fakulte Prešovskej univerzity v Prešove vo výberovom predmete Matematika a počítač.

ÚVOD

Problematika zaradenia zlomkov do matematického vzdelávania na základnej škole je na Slovensku často diskutovanou témou. Začiatkom 90. rokov sa žiaci vo 4. ročníku ZŠ oboznamovali so zlomkami ako s usporiadanými dvojicami prirodzených čísel, v ktorých druhá zložka je nenulová, tiež so spôsobmi zápisu a s prislúchajúcou terminológiou – čitateľ, menovateľ, zlomková čiara. Zlomky sa zavádzali názorne s využitím manipulácie žiakov s rôznymi pomôckami napr. zlomkovými počítadlami, kruhmi, štvorcami, obdĺžnikmi, prúžkami papiera a pod. [1] Koncom 90. rokov sa pojem zlomok z obsahového a výkonového štandardu matematiky na primárnom stupni vzdelávania [2] vytratil úplne a včítane propedeutiky bol presunutý na nižší sekundárny stupeň. Od roku 2009 sa v Štátnom vzdelávacom programe (ďalej len ŠVP) predmetu matematika v 3. ročníku ZŠ znovu objavuje pojem zlomok s požiadavkou jeho zavádzania na propedeutickej úrovni a s obsahovou konkretizáciou rozdeľovania celku na polovice, tretiny a pod. [3]

V súčasnosti je na primárnom stupni vzdelávania, v slovenskom kontexte, pojem zlomok naďalej zavádzaný len na propedeutickej úrovni, s využitím priorityne manipulatívnych činností a prácou s rôznymi modelmi a reprezentáciami zlomku, bez využitia symbolických zápisov. [4] Za dôležité pritom považujeme využitie situácií, s ktorými majú žiaci skúsenosti a prácu s rôznorodými modelmi a reprezentáciami uvedeného konceptu.

1. ZLOMOK V MATEMATICKEJ A HUDOBNEJ EDUKÁCIÍ NA PRIMÁRNOM STUPNI VZDELÁVANIA

Kurikulárny dokument vymedzujúci obsah vzdelávania v predmete matematika [5] konkretizuje cieľ: *používať zlomky na propedeutickej, prípravnej úrovni* vo výkonovom a obsahovom štandarde (tab. 1) v treťom a štvrtom ročníku základnej školy.

Received by the editors 10.02.2020.

2010 *Mathematics Subject Classification.* 97D40, 00A65.

Key words and phrases. auditívny model pojmu zlomok, matematika, hudobná výchova

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu KEGA 028PU-4/2019 Inkorporácia hudobných činností do matematickej pregraduálnej prípravy študentov v študijnom odbore Predškolská a elementárna pedagogika riešeného na PF PU v Prešove.

<i>Obsahový štandard</i>	<i>Výkonový štandard</i>
- jedna časť celku: polovica, tretina, štvrtina - časť celku: dve tretiny, tri štvrtiny,	- pomenovať jednu časť celku, - určiť, aká časť celku je vyznačená (oddelená),
- geometrické modely zlomkov: úsečkový model, kruhový model, obdĺžnikový model (na propedeutickej úrovni).	- znázorniť na primeranom geometrickom modeli danú časť celku (polovicu, tretinu, štvrtinu...).

TABUĽKA 1 Konkretizácia obsahového a výkonového štandardu pre pojem zlomok.

V školskej matematike sú využívané situácie, v ktorých zlomok vystupuje v pozícii operátora, resp. číselného operátora alebo prezentuje mnohosť – kvantitu. Tieto situácie sú vždy prepojené na konkrétne modely, objekty, skupiny predmetov a na manipuláciu s nimi. V učive matematiky 1. stupňa základnej školy sa najčastejšie vyskytujú nasledujúce modely pojmu zlomok:

- úsečkový model (špajľa, tyč, palička, stužka, potrubie a pod.),
- kruhový model (torta, pizza),
- obdĺžnikový model (čokoláda, pozemok, pôdorys domu alebo izby alebo koláč zvyčajne znázornené v štvorcovej sieti),
- skupina predmetov (zlomok zvyčajne vystupuje ako číselný operátor, jeho symbolický zápis je nahrádzaný delením s použitím tomu zodpovedajúcej terminológie).

Každý z týchto modelov tvorí celok, ktorý delíme na rovnaké časti a zlomok prezentuje časť celku. Jednotlivé modely sa môžu vyskytovať buď v spojitaj alebo diskretnej podobe.

Spojité modely sú prezentované ako celok (čokoláda, prúžok papiera, pizza), diskretne modely znázorňujú izolované skupiny predmetov. Tie môžu byť buď usporiadané (bonboniéra, kartón na vajička) alebo neusporiadané (kôpka cukríkov, guľôčky v škatuľke). Iné modely ŠVP neuvádza. Vzniká tak akési vákuum v ponuke modelov využívajúcich podnety viazané nielen na vizuál a haptiku, ale aj na auditio, a to predovšetkým s ohľadom na súbeh požiadaviek kladených na žiaka v matematickej a hudobnej edukácii na primárnom stupni vzdelávania.

Je skutočnosťou, že na Slovensku v tejto téme hudobná edukácia obsahovo i výkonovo predbieha matematickú. Podľa ŠVP hudobnej výchovy [6] má žiak na primárnom stupni vzdelávania poznať základné taktové schémy zapísané v zlomkoch ($2/4$, $3/4$, $4/4$), zvládať konkrétne rytmické modely a pracovať s rytmickými hodnotami celá, polová, štvrtová, osminová, pomlčka a bodka. Vzniknutú nezrovnalosť môžeme pri jednostrannom pohľade chápať ako systémový nedostatok, ktorého riešenie môže (avšak nemusí) priniesť ďalšia inovácia už dnes inovovaného ŠVP v oboch oblastiach. Na druhej strane sa tu vytvára príležitosť pre rozšírenie portfólia učebných metód učiteľov už v rámci ich pregraduálnej prípravy ukázkou prepojenia matematickej a hudobnej edukácie, ktorá bude zároveň rešpektovať výskyt rôznych učebných štýlov žiakov na primárnom stupni vzdelávania.

2. MOŽNOSTI VYUŽITIA INTERAKTÍVNEJ TABULE

Začlenenie počítačov a interaktívnej tabule do vyučovania považujú žiaci i študenti za dôležitú súčasť vyučovania. Vo výskume [7] sa táto požiadavka ocitla na druhom mieste hneď za záujmom o skupinové vyučovanie s diskusiami, debatami a spoluprácou v menších skupinách. Hranie hier, súťaží a kvízov sa v zmieňovanom výskume umiestnilo na treťom mieste.

Vychádzajúc z uvedených skutočností bolo potrebné zvážiť možnosti, ktoré interaktívna zostava v podobe počítača, dataprojektora, interaktívnej tabule a hlavne príslušného softvéru

ponúka. Pre potreby spracovania interaktívneho auditívneho modelu sme sa rozhodovali medzi softvérmi ActivInspire a SmartNotebook. Porovnanie, vzhľadom na nami definované požiadavky, uvádzame v nasledujúcej tabuľke (tab.2).

Činnosti	Minimálne požiadavky	Activ Inspire	Smart Notebook
Práca s textom	- vkladanie, editácia, mazanie textu písaného rukou, tlačeneho textu,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- vkladanie, editácia, mazanie matematického textu.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Práca s obrazovým materiálom	- vkladanie, úprava polohy, rozmerov, natočenie, mazanie,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- orezávanie obrázkov.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vlastná knižnica zdrojov	- ponuka symbolov notového zápisu,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- šablóny interaktívnych hier, cvičení,	<input type="checkbox"/> *	<input checked="" type="checkbox"/>
	- tvorba kvízov.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Možnosti hypertextového prepojenia na:	- webové lokality,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- súbory uložené v počítači,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- stránky súboru,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- prílohy.	<input type="checkbox"/> **	<input checked="" type="checkbox"/>
Práca so zvukovým materiálom	- vkladanie, prehrávanie, mazanie.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Práca s videosekvenciami	- vkladanie, prehrávanie, mazanie.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Duálny režim		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ***

TABUĽKA 2 Porovnanie ponuky činností v sw. ActivInspire a SmartNotebook.

Vysvetlivky:

* Softvér ponúka akcie, obmedzenia a kontajnery, ktorými je možné interaktivitu dosiahnuť, autor ich však musí aplikovať na ním vytvorené objekty.

** Softvér nepracuje s prílohami, umožňuje vnorenie súboru do interaktívneho zošita, bez možnosti ich ďalšieho spravovania.

*** Softvér umožňuje prácu v režime Dual Inking, ale len duálne zadávanie písaného textu.

Oba softvéry sú komerčné, pracujú s podobnými základnými a prezentačnými nástrojmi. Softvér ActivInspire obsahuje bohatší výber predom definovaných akcií a obmedzení, ktoré umožňujú dosiahnuť požadovanú interaktivitu pripravovaného cvičenia. Nevýhodou sú zvýšené požiadavky kladené na zručnosti autora a časová náročnosť viazaná na tvorbu cvičení. Aj keď softvér neumožňuje spravovať prílohy, dovoľuje vnárať súbory z externého prostredia do interaktívneho zošita, čím sa však úmerne zväčšuje veľkosť výsledného súboru. Výhodou softvéru je podpora práce v duálnom režime v prípade pripojenia počítača k interaktívnej tabuli. Možno ho odporúčať skúsenejším autorom s vyhranenými predstavami o interaktivite konkrétneho cvičenia.

Softvér SmartNotebook naproti tomu obsahuje v nainštalovanej knižnici zdrojov predpripravené šablóny aktivít, ktoré možno jednoduchým postupom, avšak v obmedzenom

rozsahu, prispôbiť požiadavkám konkrétneho tvorca. V aktivite vytvorenej podľa šablóny možno zadať voľbu náhodného výberu žiakov podľa priradeného čísla alebo priamo podľa mena. Z tohto pohľadu sa javí SmartNotebook ako vhodnejší softvér pre začínajúcich tvorcov interaktívnych cvičení, ku ktorým radíme i študentov učiteľstva pre primárne vzdelávanie zapísaných vo výberovom predmete Matematika a počítač.

3. AUDITÍVNY MODEL POJMU ZLOMOK

V auditívnom modeli vychádzame z hudobných pojmov: rytmus, takt, doba, zo zavedenia nôt a ich hodnôt v hudobnej teórii. V nej je hudobný rytmus zavádzaný v podobe vnútorného členenia metrických jednotiek – taktov. Tie sú ďalej delené na doby. Určenie taktu hudobnej skladby alebo piesne udáva taktové predznačenie – zlomok bez zlomkovej čiary, ktorú nahrádza tretia čiara notovej osnovy. Čitateľ zlomku udáva „koľko“ (t. j. počet dób v takte) a menovateľ „čoho“ (t. j. hodnotu noty, ktorá pripadá na jednu dobu). Noty sú chápané ako grafické symboly, ktoré svojím tvarom a polohou na notovej osnove zaznamenávajú najdôležitejšie vlastnosti tónov - ich výšku a ich trvanie. Tvar noty je určujúcim faktorom hodnoty noty a teda dĺžky tónu, ktorý prezentuje. [8]

Z pohľadu propedeutiky zlomkov sa teda priorityne zameriame na hodnoty nôt. Pracovať budeme s hudobným zvukom v podobe tónov rôznych dĺžok vždy v 4/4 takte. Rozdielnu výšku tónu budeme využívať len pre jednoduchšie rozlíšenie tónov rôznych hodnôt.

V prvých dvoch prípravných aktivitách overíme (hravou formou) znalosti tvarov nôt, ich hodnôt a ich pomenovania. Prvá z nich môže byť realizovaná formou frontálneho opakovania alebo formou súťaže jednotlivcov či družstiev. Druhá aktivita má podobu zvukovej hádanky.

Aktivita 1: Pomenuj notu, nakresli jej tvar

Úlohou vyzvaného žiaka je pod každú zobrazenú kartu nakresliť tvar noty zodpovedajúcej jej pomenovaniu, ktoré je uvedené na rubu karty. Kliknutím na tento rub sa onačená karta v animácii otočí na líc a následne umožní skontrolovať správnosť zakresleného tvaru (obr. 1). Po zresetovaní vypracovanej aktivity do pôvodnej podoby, softvér zabezpečí náhodné rozloženie kariet pre ďalšieho žiaka.



OBRÁZOK 1 Ukážka snímok interaktívneho zošita Zlomky pri realizácii 1. aktivity

Pravidlá: Pri súťaži jednotlivcov, každý súťažiaci spustí odpočet časomieru a vyberie si nástroj *Pero*. Po zakreslení tvarov nôt vypne použitie nástroja a časomieru zastaví. Následne skontroluje svoje odpovede, zaznačí svoj počet správnych odpovedí a zostatkový čas. Učiteľ resetuje hru a môže pokračovať ďalší hráč. Počet hráčov nie je obmedzený. Vyhráva súťažiaci s najvyšším počtom správnych odpovedí a v prípade zhody s najvyšším zostatkovým časom. V prípade súťaže družstiev sa časomiera medzi hráčmi z jedného družstva len pozastavuje. Až posledný hráč zaznačí okrem počtu svojich správnych odpovedí aj zostatkový čas družstva. Vyhráva družstvo s najvyšším súčtom správnych odpovedí a v prípade zhody s najvyšším zostatkovým časom.

Trvanie: Podľa záujmu žiakov, ak je aktivita prezentovaná formou súťaže, v ktorej sa sleduje počet chýb a zostatkový čas, dĺžka hry bude priamoúmerná počtu hráčov resp. zapojených

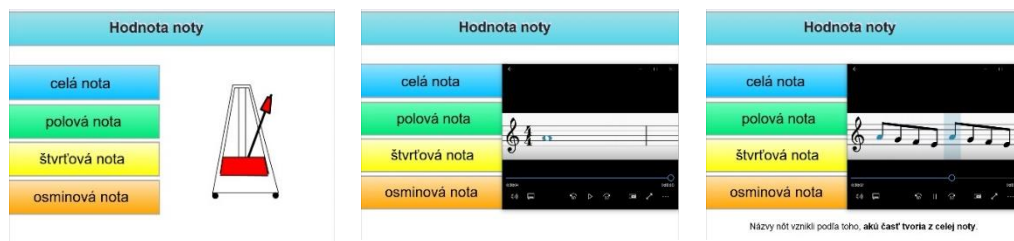
družstiev. Jeden hráč potrebuje na splnenie úlohy približne 20 až 30 sekúnd. Približne rovnaký čas mu zaberie aj administrácia dosiahnutého výsledku.

Poznámka: Pre aktuálnosť náhodného výberu žiakov resp. súťažných družstiev musí v nej učiteľ predom zadať alebo vybrať konkrétny zoznam. Po spustení aktivity bude z neho počítač postupne losovať dovtedy, kým sa v aktivite nevystriedajú všetci žiaci alebo družstvá.

Aktivita 2: Zvukové hádanky

Zvukové hádanky prepájajú pomenovanie každej noty, jej tvaru a hodnoty so zvukovou informáciou v podobe zodpovedajúcej dĺžky tónu. Pre zjednodušenie identifikácie používame všetky ukážky spracované v 4/4 takte, kde jeden takt trvá štyri doby a jedna doba má hodnotu štvrtovej noty. Úlohou žiaka je určiť rytmickú hodnotu ukážky, akú časť tvorí identifikovaná nota v pomere k celej note a pomocou hlasu, hry na Orffových rytmických nástrojoch (paličky, rámový/ručný bubon, tamburína, triangel a i.) alebo hry na tele (tlieskanie, dupanie, lúskanie prstami) dodržať konkrétnu rytmickú hodnotu vo vlastnej interpretácii.

Postup: Učiteľka kliknutím na zobrazený metronóm spustí jeho zvukovú nahrávku. Následne spevom, hrou na rytmickom nástroji alebo hrou na tele opakuje konkrétnu rytmickú hodnotu. Po skončení ukážky majú žiaci určiť (hádať), ktorou notou má byť takáto rytmická hodnota zaznamenaná v notovom zápise. Konkrétnu odpoveď môže vyvolaný žiak označiť kliknutím na farebné tlačidlo s pomenovaním noty, čím sa zároveň spustí prehranie kontrolnej videosekvencie (obr. 2). Trieda posúdi jej zhodu s pôvodnou rytmickou hodnotou, teda či žiak hádanku správne rozlúštil. Následne žiaci v zobrazenom takte zisťujú, akú časť vybraná nota vzhľadom k celej note tvorí. V zadaní ďalšej hádanky môže pokračovať učiteľka, vybraný žiak alebo žiak, ktorý hádanku rozlúštil.



OBRÁZOK 2 Ukážka snímok interaktívneho zošita Zlomky pri realizácii 2. aktivity

Trvanie: Podľa záujmu žiakov, každú rytmickú hodnotu je vhodné v hádankách zopakovať viackrát. Samotná nahrávka metra v ukážke trvá 18 sekúnd, všetky kontrolné videosekvencie majú dĺžku najviac 5 sekúnd.

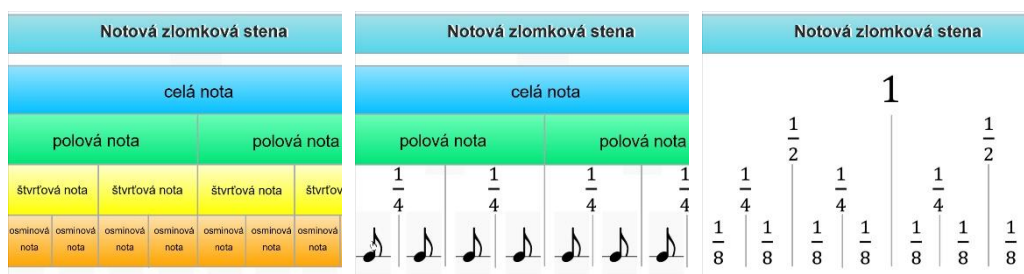
Poznámka: Žiaci majú spoločnou činnosťou dospieť k poznaniu, že názvy nôt sú odvodené od toho, akú časť z celej noty tvoria. Upevnenie tohto poznatku môžeme podporiť hrovou aktivitou *Noty na koncerte*. V nej je úlohou žiaka spárovať konkrétnu notu s číslom vyjadrujúcim pomer jej hodnoty k celej note (obr. 3).



OBRÁZOK 3 Ukážka snímok interaktívneho zošita Zlomky pri realizácii upevňovacej aktivity

Aktivita 3: Notová zlomková stena

Aktivita umožňuje sumarizovať žiakom získané poznatky týkajúce sa pomenovania nôt, ich tvarov a hodnôt, ktoré prepája s matematickým zápisom zlomku. Využíva pritom nielen text a obrazový materiál ale aj matematický zápis a predovšetkým audiosekvencie s nahrávkami tónov uvedenej dĺžky (obr. 4).



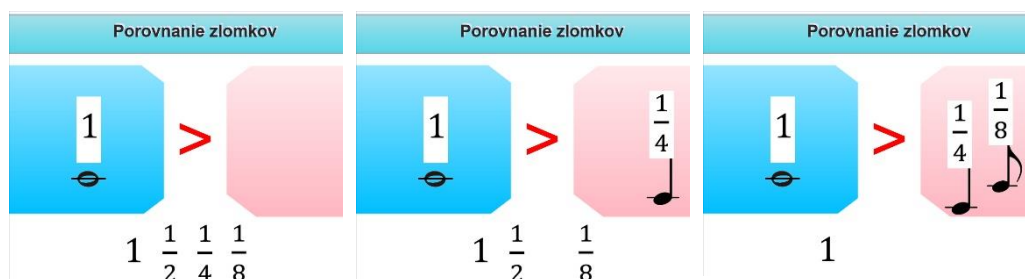
OBRÁZOK 4 Ukážka snímok interaktívneho zošita Zlomky pri realizácii 3. aktivity

Postup: Kliknutím na ktorýkoľvek riadok notovej steny zaznie tón zodpovedajúcej dĺžky a objaví sa druhá resp. tretia vrstva steny. Na prvej vrstve sú umiestnené názvy nôt, na druhej ich tvary, na tretej vrstve sú uvedené matematické zápisy zlomkov vyjadrujúce ich pomer k hodnote celej noty. Postup odkrývania steny môže byť realizovaný po vrstvách i naprieč vrstvami (obr. 4). Voľba je na žiakoch, alebo na učiteľovi. Aktivita je chápaná ako interaktívna učebná pomôcka, pri ktorej žiaci dokážu nielen vizuálne ale aj auditívne rozlíšiť rozdiely vo vyjadrení dĺžky tónu v zlomkoch. Notová zlomková stena môže slúžiť pri fixácii učiva, napríklad pri práci s vopred pripraveným pracovným listom.

Poznámka: V prípade samostatnej práce žiakov s interaktívnou pomôckou je vhodné využitie slúchadiel, ktoré zamedzia vzájomnému vyrušovaniu sa zvukom.

4. aktivita: Propedeutika porovnania zlomkov

Aktivita umožňuje na základe prehrávania audiosekvencií porovnať zlomky udávajúce hodnotu jednotlivých nôt. Úlohou žiaka je umiestniť do prázdneho farebného objektu na pravej strane snímky tie zlomky, ktorých hodnota je menšia ako číselná hodnota umiestnená na ľavej strane snímky v nerovnosti a to na základe odposluchu (obr. 5).



OBRÁZOK 5 Ukážka snímok interaktívneho zošita Zlomky pri realizácii 4. aktivity

Interaktivita spočíva v nastavení automatického prijímania správnych a odmietania nesprávnych odpovedí bez ohľadu na poradie výberu. Nakoľko sa predstava o zlomkoch buduje na základe propedeutiky, považujeme za vhodné jej využitie pri začlenení štruktúrovaného pozorovania do výučby matematiky. Pod štruktúrovaným pozorovaním chápeme činnosti, pri ktorých žiaci riešia problém sformulovaný učiteľom na základe pripraveného postupu.

Postup: Stimulačným podnetom je otázka učiteľa: „Ktoré číslo je menšie než...?“. Tvorbu hypotéz realizujú žiaci v skupinách postupným klikaním na číselné údaje. Dĺžky tónov, ktoré pri kliknutí zaznejú, reprezentujú číselné hodnoty udávané zlomkami. Po vysunutí zlomkov sa objaví nápovedný tvar noty, ktorý je zlomkom reprezentovaný. Overenie hypotéz sa realizuje porovnávaním zlomkov, zatiaľ len na propedeutickej úrovni. Vychádzajúc z auditívne nadobudnutej skúsenosti, žiaci presúvajú zlomky na vymedzenú plochu, ktorá predstavuje pravú stranu nerovnosti. V prípade správnej odpovede prebehne animácia vybraného zlomku, pri nesprávnej odpovedi sa vybraný zlomok automaticky vráti späť na pôvodné miesto.

Poznámka: Jednoduchou úpravou je možné pripraviť ďalšie varianty tejto aktivity pre hľadanie odpovedí na otázky: „Ktoré číslo z danej množiny je najväčšie?“, „Ktoré číslo z danej množiny je najmenšie?“, „Usporiadajte dané čísla od najmenšieho po najväčšie.“ a podobne.

ZÁVER

Výučba matematiky na primárnom stupni vzdelávania vychádza a nadväzuje na konkrétne skúsenosti žiakov. Pri propedeutickom sprístupňovaní pojmu zlomok môžeme vychádzať nielen z obrazových a manipulačných, ale aj auditívnych modelov, ktoré zapájajú do učebného procesu ďalší z dôležitých zmyslov dieťaťa – sluch. Zároveň tiež vytvárajú nenásilné prepojenia medzi predmetmi matematika a hudobná výchova v rámci školskej edukácie. Použitie auditívnych prístupov umožňuje a významným spôsobom zjednodušuje interaktívna zostava, ktorá je v súčasnej školskej triede už dostupnejšia než hudobný nástroj v podobe piana. V tomto kontexte sa javí dôležité dostatočne rozvíjať v rámci pregraduálneho štúdia učiteľstva pre primárne vzdelávanie odborné, didaktické a aj digitálne kompetencie študentov.

LITERATURA

- [1] Šedivý, O., Križalkovič K.: *Didaktika matematiky pre štúdium učiteľstva I. stupňa ZŠ*. Bratislava : Sloveské pedagogické nakladateľstvo, 1990. ISBN 80-08-00378-2.
- [2] Bálint, L.: *Obsahový a výkonový štandard z matematiky pre I. stupeň ZŠ*. Bratislava : Ministerstvo školstva Slovenskej republiky dňa 7.7. 1998 pod číslom 35/98-15, 1998.
- [3] ŠPÚ: Štátny vzdelávací program Matematika - Príloha ISCED 1. Bratislava : ŠPÚ, 2009.

- [4] Prídavková, Alena. *Aritmetika a algebra s didaktikou*. Prešov : Prešovská univerzita v Prešove, 2012. ISBN 978-80-555-0677-7.
- [5] ŠPÚ: *Matematika – primárne vzdelávanie*. Bratislava : ŠPÚ, 2015.
Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/matematika_pv_2014.pdf.
- [6] ŠPÚ: *Hudobná výchova – primárne vzdelávanie*. Bratislava : ŠPÚ, 2015.
Dostupné na: http://www.statpedu.sk/archiv/SVP/inovovany-statny-vzdelavaci-program/1-stupen-zs/hudobnavychova_pv_2014.pdf.
- [7] Sítňá, D.: *Metódy aktívneho vyučovani*. Spolupráce žáků ve skupinách. Praha : Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-246-1.
- [8] Droppová, A.: *Elementárna hudobná výchova*. Prešov : Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity v Prešove, 1998. ISBN 80-88697-39-5.

KATEDRA MATEMATICKEJ EDUKÁCIE, PF PREŠOVSKÁ UNIVERZITA V PREŠOVE, SLOVENSKÁ REPUBLIKA
E-mail address : jana.hnatova@unipo.sk

KATEDRA MATEMATICKEJ EDUKÁCIE, PF PREŠOVSKÁ UNIVERZITA V PREŠOVE, SLOVENSKÁ REPUBLIKA
E-mail address : alena.pridavkova@unipo.sk