

Rozvoj exekutívnych funkcií v matematike prostredníctvom stimulačného programu

Alena Prídavková, Edita Šimčíková, Blanka Tomková

Prešovská univerzita v Prešove, Pedagogická fakulta, Katedra
matematickej edukácie

1. Úvod

Exekutívne funkcie predstavujú mentálne procesy, ktoré sú aktivované pri kognitívnej činnosti akéhokoľvek charakteru. Ich fungovanie je dôležitou zložkou schopnosti učiť sa a majú význam aj pri úspešnom riešení matematických úloh. V prípade potreby stimulácie týchto procesov je možné ich rozvíjanie realizovať prostredníctvom úloh, ktorých kontext vychádza z matematického obsahu. Exekutívne funkcie ako kontrola pozornosti, pracovná pamäť, plánovanie a sebaregulácia sú dôležité pri riešení úloh v matematike na primárnom stupni vzdelávania (Prídavková, Šimčíková, Tomková, 2017). Jedným zo zámerov projektu APVV-15-0273 je tvorba a experimentálne overenie stimulačného programu z matematiky. Program je prioritne určený na podporu vybraných exekutívnych funkcií (spomenutých vyššie). V článku bude predstavený proces tvorby programu, ako aj jeho štruktúra.

2. Teoretické východiská tvorby stimulačného programu

Stimulačný program bol kreovaný so zreteľom na to, aby pri každej intervencii boli rozvíjané a stimulované exekutívne funkcie, pričom za prostriedok na dosahovanie projektových zámerov boli zvolené matematické úlohy. Primárna klasifikácia úloh bola realizovaná s ohľadom na určenie dominantne stimulovanej exekutívnej funkcie. Tematické zameranie úloh vychádzalo

z výsledkov obsahovej analýzy kurikulárnych dokumentov z matematiky na Slovensku a z výsledkov národných a medzinárodných testovaní. Čiastkové výsledky analýz boli prezentované na EME 2017 (Tále). Na základe analýzy boli vyšpecifikované nasledujúce oblasti matematického kurikula na primárnom stupni vzdelávania (tematické celky a učivo): Riešenie aplikačných úloh a úloh rozvíjajúcich špecifické matematické myslenie (postupnosti, kombinatorika, výroková logika); Čísla a operácie s prirodzenými číslami; Geometria (základné geometrické útvary, orientácia v priestore a v rovine, zhodné zobrazenia) (ŠVP, 2015).

Organizácia NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) vymedzila pre vyučovanie matematiky päť obsahových štandardov: *čísla a operácie, algebra, geometria a meranie, analýza dát, pravdepodobnosť* (Cross et al., 2009, s.122). Pre matematické vzdelávanie žiakov mladšieho školského veku sú mimoriadne dôležité dve oblasti obsahu matematiky (Cross et al., 2009): *čísla* (čísla, operácie, relácie) a *geometria* (priestorové vnímanie a uvažovanie, meranie). Po obsahovej stránke sú v predstavenom stimulačnom programe zahrnuté úlohy, ktoré sú v kontexte s uvedenými štandardami. Pre tvorbu programu bolo dôležité mať na zreteli okrem obsahového zamerania aj procesnú dimenziu úloh. V procese aplikácie programu, pri samotnej intervencii, boli rešpektované nasledovné procesuálne štandardy vymedzené NCTM: *riešenie problémov, zdôvodňovanie a dokazovanie, komunikácia, vzťahy a súvislosti, reprezentácie*. Všetky uvedené štandardy boli napĺňané na elementárnej úrovni s ohľadom na cieľovú skupinu, ktorú tvorili žiaci so sociálne znevýhodňujúceho prostredia a v matematike boli hodnotení ako slaboprosievajúci.

Ako uvádza Cross et al. (2009), deti potrebujú podporu zo strany dospelých na to, aby sa ich prvotné vedomosti mohli ďalej rozvíjať, aby sa naučili sústrediť svoju pozornosť a boli tak schopné rozvinúť matematické elementy vyskytujúce sa v každodenných situáciách. Práve v období mladšieho školského veku sa u detí rozvíjajú všeobecné kompetencie a prístupy ku učeniu sa, ktoré zahŕňajú aj ich kapacity regulovať ich emócie a správanie (pozornosť, komunikáciu). Matematické vzdelávanie môže byť nápomocné pri rozvíjaní týchto všeobecných kompetencií.

Kľúčovým aspektom vyučovania a učenia sa matematiky je kvalita otázok kladených učiteľom (Sangster, 2016). Je to prostriedok na interakciu a prepojenie medzi žiakom a učiteľom a predstavuje základ pre budovanie ich matematického porozumenia. Otázky predstavujú istú formu podpory a riadenia pozornosti žiakov. Pomáhajú im koncentrovať sa na to, čo je dôležité a stimulujú tak ich myslenie. Na druhej strane sú otázky pre učiteľa prostriedkom na porozumenie úrovne vedomostí žiakov. Dobrý učiteľ dokáže zvoliť a formulovať vhodné otázky – vie kedy ide o primeranú pomoc a kedy o výzvu. Sangster (2016) uvádza dva typy otázok: „lower – order question“ (otázka nižšej úrovne) a „higher – order question“ (otázka vyššej úrovne). Príkladom prvého typu otázky je: *Aké číslo nasleduje za 17?* Odpoveď je založená na vedomostiach a zručnostiach žiaka – buď na ňu odpovie alebo nie. Od žiaka sa nevyžaduje tvorba nových poznatkov. V matematike sú to otázky spojené s učivom o základných početných operáciách. Pri otázkach druhého typu musí žiak použiť svoje doterajšie vedomosti na to, aby bol schopný odpovedať na otázku. Napríklad: *Môžeš vysvetliť, ako si riešil tento problém? Koľko je 10 bez 7?* Je dôležité, aby si učiteľ uvedomoval, aký typ otázok bude žiakom zadávať a aký typ odpovede je očakávaný. Potrebuje žiak čas na rozmyslenie? Potrebuje čas na to, aby vytvoril odpoveď? Rowe (1974, In Sangster, 2016) skúmal efekt „wait time“ (doba čakania). Bolo zistené, že s narastajúcim časom pre formuláciu odpovede na otázku žiaci začínajú vytvárať dlhšie odpovede a cítia sa menej istí. Začínajú reagovať na seba navzájom a vo všeobecnosti sa častejšie stáva, že sa rozvinie diskusia medzi žiakmi navzájom. Aj tieto skutočnosti predstavovali dôvody, kvôli ktorým bol program pripravený na použitie vo forme párovej stimulácie. Pri skupinovej práci, teda aj pri práci vo dvojiciach, má učiteľ viac možností na vytváranie podmienok pre tvorbu a realizáciu dialógov a dostáva sa tak do pozície inštruktora a facilitátora. Pomocou kladenia otázok má učiteľ možnosť stimulovať a rozvinúť individuálne žiacke uvažovanie, exekutívne funkcie a metakognitívne schopnosti.

6. Proces tvorby stimulačného programu a jeho charakteristika

Stimulačný program, určený na rozvoj exekutívnych funkcií, bol vytvorený na základe zámeru, že hlavný prostriedok, nástroj stimulácie myslenia žiakov predstavuje matematická úloha. Tvorba programu bola realizovaná v niekoľkých etapách. V prvej etape boli identifikované tie oblasti kurikula, v rámci ktorých boli navrhované konkrétne úlohy. Ďalšia etapa bola zameraná na tvorbu banky úloh vo forme skupín s kognitívne gradovanými úlohami. Ku každej úlohe boli vytvorené pokyny a inštrukcie, ktoré zadáva administrátor stimulovaným žiakom, pripravené boli sady pomôcok k úlohám a inštrukcie vo forme otázok orientované na metakognitívnu stimuláciu. Úlohy boli dizajnované tak, aby ich bolo možné použiť vo forme párovej stimulácie (administrácie). Súčasťou stimulačného programu je aj záznamový hárok pre administrátora. Ten bol formálne rozdelený na tri časti tak, aby bolo možné zaznamenať prejavy a reakcie žiakov z pohľadu (1) kognície (pojmy použité v procese riešenia úlohy, obsahová dimenzia programu), (2) exekutívnych funkcií, ktoré boli stimulované a (3) metakognitívnej stránky intervencie.

Stimulačný program je zameraný na rozvoj a aktivizáciu kontroly pozornosti, pracovnej pamäti a plánovania, pričom kognitívne plánovanie možno stimulovať vo väčšine navrhnutých súborov úloh a často nie je možné vylúčiť z procesu stimulácie aj inú exekutívnu funkciu, na ktorú sa aplikovaný súbor prioritne nezamerá (napríklad sebaregulácia). Matematické aspekty stimulačného programu rešpektujú vyššie spomenuté výsledky analýz (kurikulárnych dokumentov z matematiky, kognitívneho zamerania úloh). Na základe týchto sumarizovaných výsledkov boli jednotlivé úlohy zaradené do stimulačného programu tak, aby vytvárali doménovo špecifické súbory. Výsledkom je program pozostávajúci zo súborov úloh zameraných na jednu vybranú tému matematického kurikula a zároveň na stimuláciu vyššie spomenutých exekutívnych funkcií (prioritne jednu). Program tvoria tieto stimulačné jednotky: *orientácia v priestore a v rovine, mentálne rotácie, postupnosti, číselné predstavy, logika, kombinatorika*. Stimulačný modul pozostáva z desiatich súborov úloh a každý z nich obsahuje sadu gradovaných úloh (aspekt odstupňovanej kognitívnej

náročnosti úloh) pre prvého respondenta, aj sadu návrhov zadaní pre podporu adekvátnej párovej stimulácie (druhého respondenta v stimulácii). K úlohám boli navrhnuté a vytvorené autorské pomôcky (napr. vo forme pracovných listov, kartičiek, kariet na zaznamenávanie riešenia úlohy, podložiek, šablón, obrázkov a pod.). Pri aplikácii väčšiny úloh sa vyžaduje manipulácia s modelmi abstraktných konceptov a v procese intervencie sa postupne prechádza k vyššej úrovni abstrakcie. V programe sú zaradené úlohy, ktorých proces riešenia využíva rôzne typy reprezentácií a to enaktívnu, ikonickú a symbolickú (Bruner, 1966, In Hejný, Kuřina, 2001).

Stimulačný program je kreovaný tak, aby sa okrem exekutívnych funkcií rozvíjali aj metakognitívne schopnosti žiakov, ide teda o procesuálne orientovanú mediáciu. Každá úloha obsahuje súbor otázok, ktoré sú zadávané žiakovi zo strany administrátora v procese riešenia úlohy postupne, v troch etapách: pred začatím riešenia úlohy, v procese riešenia úlohy a po ukončení riešenia (Partanen a kol., 2015). V programe bola pri každom súbore úloh využitá jedna batéria otázok a inštrukcií na metakognitívnu zložku uvažovania:

Pred riešením: Pomenuj, čo vidíš. Povedz (zopakuj), čo máš urobiť. Ako si myslíš, že úlohu vyriešiš?

Počas riešenia úlohy: Povedz, na čo musíš dávať pozor, aby si úlohu vyriešil správne. Povedz, ako si riešil úlohu. Porad' kamarátovi, ako má postupovať, aby úlohu vyriešil. Čo je potrebné si všímať? Čomu sa musíme vyhnúť? Čo si urobil zle? Prečo si urobil chybu? Ako sa vyhneš chybe? Čo nesmieš spraviť?

Po ukončení riešenia (otázky zamerané na transfer): Stretol si sa s takouto úlohou niekedy mimo matematiky? Kde môžeš využiť to, čo si sa naučil? Reakcie a odpovede žiakov na otázky sú administrátormi zaznamenávané do hárkov, kde je na to vytvorený priestor. Jedným z cieľov pripravovanej intervencie je rozvíjanie schopnosti uvažovať nad vlastnými myšlienkovými procesmi, čo je pre žiakov veľkou výzvou a problémom. V tomto procese uvažovania je dôležité, aby žiaci boli schopní verbalizovať svoje myšlienkové postupy.

7. Závěr

Predstavený program, určený na stimuláciu exekutívnych funkcií slaboprosievajúcich žiakov v matematike, bol experimentálne overený v skupine žiakov pochádzajúcich so sociálne znevýhodňujúceho prostredia. Konkrétne išlo o žiakov 4. ročníka primárneho stupňa vzdelávania. Intervencia bola realizovaná vo forme párovej stimulácie (administrátor a dvaja žiaci) so zámerom využitia párovej mediácie na úrovni žiak - žiak, ale aj žiak - administrátor a administrátor - žiak. Prostredníctvom kurikulárne orientovaných úloh, zaradených do súborov, boli v cieľovej skupine žiakov stimulované exekutívne funkcie, pričom všetky súbory úloh boli zamerané na stimuláciu kontroly pozornosti a štyri z nich aj na pracovnú pamäť. Sebaregulácia bola u žiakov stimulovaná v priebehu každej intervencie aj využitím metakognitívnej zložky programu. Uvedomujeme si náročnosť procesu stimulácie žiakov prostredníctvom navrhnutého súboru úloh, keďže vybraná vzorka žiakov často nemá požadované vedomosti z učiva matematiky a celý proces môže sklznúť do „doučovania“ matematiky, čo nie je v tejto fáze žiaduce.

Poznámka: *Príspevok je čiastkovým výstupom projektu: APVV-15-0273 Experimentálne overovanie programov na stimuláciu exekutívnych funkcií slaboprosievajúceho žiaka (na konci 1. stupňa školskej dochádzky) – kognitívny stimulačný potenciál matematiky a slovenského jazyka.*

Literatúra

HEJNÝ, M., KUŘINA, F. Dítě, škola, matematika. Konstruktivistické přístupy k vyučování. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-581-4

CROSS, Ch. T., WOODS, T. A., SCHWEINBRUGER, H. A. (eds.). Mathematics Learning in Early Childhood: Paths Towards

Excellence and Equity. The National Academies Press, 2009. ISBN 978-0-309-12806-3

KOVALČÍKOVÁ, I. et al. Diagnostika a stimulácia kognitívnych a exekutívnych funkcií žiaka v mladšom školskom veku. (druhé, rozšírené vydanie) Prešov: Vydavateľstvo PU v Prešove, 2016. ISBN 978-80-555-1719-3

PARTANEN, P., JANSSON, B., LISSPERS, J. a SUNDIN, Ö. Metacognitive Strategy Training Adds to the Effects of Working Memory Training in Children with Special Educational Needs. 2015. In International Journal of Psychological Studies, 7(3), 130.

SANGSTER, M. Engaging Primary Children Mathematics. Bloomsbury Academic, 2016. ISBN 978-1-4725-8026-9

PRÍDAVKOVÁ, A., ŠIMČÍKOVÁ, E. a TOMKOVÁ, B. Exekutívne funkcie v matematike v primárnom vzdelávaní. In: Primárne matematické vzdelávanie – teória, výskum a prax. (58-62). Banská Bystrica: Belianum, 2017. ISBN 978-80-557-1236-9

[Štátny vzdelávací program pre primárne vzdelávanie.](#) Matematika. 2015. On-line. [11. 3. 2018]

http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/matematika_pv_2014.pdf