



STIMULAČNÝ PROGRAM „MATEMATICKÝ SEMAFOR“ AKO PODPORA EXEKUTÍVNEHO FUNGOVANIA

STIMULATION PROGRAMME ‘MATHEMATICAL TRAFFIC LIGHTS’ AS EXECUTIVE FUNCTIONING SUPPORT

Alena PRÍDAVKOVÁ – Juraj KRESILA – Milan DEMKO – Ján BRAJERČÍK

Abstrakt

Exekutívne funkcie sú mentálne procesy, ktoré riadia, kontrolujú a organizujú kognitívne procesy. Predstavujú základnú úroveň mentálneho fungovania. V rámci riešenia projektu APVV 0281-11 je vytváraný program na stimuláciu exekutívnych funkcií pre žiakov vo veku 9-10 rokov. Zámerom programu je stimulovať najmä tri exekutívne funkcie: pracovnú pamäť, kognitívnu flexibilitu a inhibíciu. Východiskom pre tvorbu programu je obsah vyučovacieho predmetu matematika. V príspevku sú prezentované návrhy matematických úloh na stimulovanie exekutívnych funkcií, ktoré sú súčasťou jednej zložky programu s názvom „Matematický semafor“.

Kľúčové slová: exekutívne funkcie, pracovná pamäť, kognitívna flexibilita, inhibícia, stimulačný program

Abstract

Executive functions are mental processes that control, regulate and organize cognitive processes. They represent the basic level of mental functioning. Within the project APVV 0281-11, the program for the stimulation of executive functions in pupils aged 9-10 years is being developed. The focus of the program is to stimulate in particular the three executive functions: working memory, shifting and inhibition. Mathematics curriculum is the foundation for developing one component of this program. The paper presents mathematical tasks named “Mathematical Traffic Lights” as a component of the program for stimulating executive functions.

Key words: executive functions, working memory, shifting, inhibition, stimulation programme

1. Úvod

Jedným z hlavných cieľov edukácie je rozvoj kognitívnych schopností dieťaťa prostredníctvom procesu učenia sa. V edukačných vedách sa objavujú názory, že predpokladom posúvania hraníc efektívnosti tohto procesu by mala byť identifikácia a analýza elementárnejších procesov, ktoré tvoria schopnosť učiť sa (Džuka, Kovalčíková, 2008). Tejto problematike je

venovaný aj projekt APVV – 0281 – 11 s názvom Exekutívne funkcie ako štrukturálny komponent schopnosti učiť sa. *Exekutívne funkcie* sú mentálne procesy, ktoré riadia, kontrolujú a organizujú kognitívne procesy. Projekt skúma schopnosť učiť sa z kognitivistického pohľadu so zameraním sa na exekutívne funkcie a ich účasť v procesoch učenia sa. V rámci jeho riešenia boli identifikované tri exekutívne funkcie: pracovná pamäť, kognitívna flexibilita a inhibícia, ktoré najvýraznejšie ovplyvňujú exekutívne fungovanie žiaka.

Pracovná pamäť je definovaná ako aktívny pamäťový systém, ktorý je zodpovedný za dočasné uchovanie a simultánne spracovanie informácií. Integruje produkty iných kognitívnych procesov a prepája senzorické vstupy s dlhodobou pamäťou, čím sa podieľa na množstve komplexných mentálnych činností. Pri riešení komplexnej úlohy rozdelí dieťa s efektívnym systémom pracovnej pamäti túto úlohu do menších zvládnuteľných častí, vypracuje riešenie pre jednu časť a zapamätá si ho, zatiaľ čo pracuje na riešení ďalšej časti (Ropovik, 2011).

Kognitívna flexibilita je schopnosť plynule „prepínať“ medzi viacerými skupinami kognitívnych operácií. Táto funkcia je potrebná pre flexibilitu v myslení a konaní, umožňuje pružne meniť uhol pohľadu a realizáciu viacerých divergentných mentálnych operácií pri riešení úloh. Opozitom je rigidné pridŕžiavanie sa zavedeného spôsobu reagovania, bez ohľadu na zmenu požiadaviek situácie. Úlohy zamerané na kognitívnu flexibilitu vyžadujú striedavé riešenie aspoň dvoch rôznych úloh prakticky v rovnakom čase, zväčša na totožnej množine stimulov, alebo striedanie pravidiel riešenia úlohy.

Inhibícia označuje širokú paletu funkcií s veľmi rôznym stupňom komplexity. Ide o vedomé potlačovanie rušivých vplyvov alebo zautomatizovaných dominantných reakcií, ktoré bránia v (efektívnom) riešení úlohy. Inhibíciu je možné definovať tiež ako interne generovaný akt sebaregulácie. Jej úloha spočíva v poskytnutí časového priestoru potrebného na zapojenie vyšších exekutívnych funkcií (napr. procesov pracovnej pamäti, plánovania). Pri riešení úloh jej zapojenie zväčša súvisí s použitím iných exekutívnych funkcií.

Jedným z cieľov spomínaného projektu je zostavenie stimulačného programu týkajúceho sa vyššie uvedených exekutívnych funkcií pre žiakov vo veku 9-10 rokov. Tento vek je spojený s prechodom na druhý stupeň základnej školy, kde sú žiaci v rámci vyučovacieho procesu vystavení novým, náročnejším podmienkam (Kovalčíková, Ropovik, 2012).

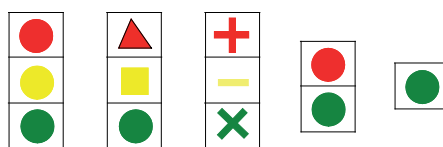
Stimulačným programom rozumieme súbor úloh, podnetov, aktivít, stimulov, ktorých cieľom je stimulovať a podnecovať mentálne procesy so zapojením exekutívnej funkcie (exekutívnych funkcií), pričom je využitý obsah vyučovacieho predmetu matematika.

2. Stimulačný program „Matematický semafor“

Názov navrhovaného stimulačného programu je odvodený z podobnosti so známym dopravným semaforom, pomocou ktorého sú zadávané inštrukcie pre účastníkov cestnej premávky. Títo musia na základe farebných svetelných signálov prispôbovať svoje správanie sa na križovatke. Semafor je spojený s potrebou flexibilne reagovať na zadaný podnet, čo je podstatou exekutívnej funkcie kognitívna flexibilita. Súčasne je však potrebné zapojiť aj inhibíciu na potlačenie nepotrebných a rušivých podnetov. Navodiť podobné situácie, pri ktorých je žiak nútený flexibilne reagovať na rôzne, rýchlo sa meniace podnety, je ambíciou aj navrhovaného matematického semafora. Cieľom tohto programu je, v rámci kurikulárnych domén predmetu matematika na 1. stupni ZŠ, stimulovať exekutívne fungovanie u žiaka, a to najmä exekutívne funkcie pracovná pamäť, kognitívna flexibilita a inhibícia.

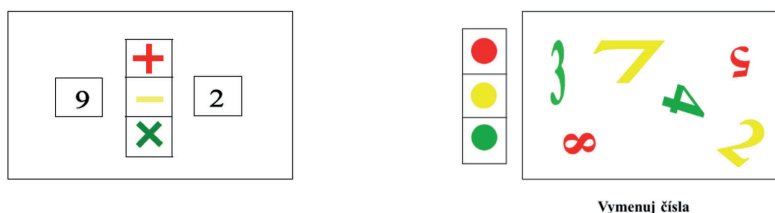
V aplikačnej rovine je matematický semafor prioritne určený pre rýchle matematické rozcvičky, ktoré môžu byť v rámci vyučovacej hodiny zaradené buď na jej začiatku (precvičenie zručností potrebných k sprístupneniu nového učiva) alebo na jej konci (zhrnutie a precvičovanie prebranej témy). Prostredie tohto stimulačného programu však môže dobre poslúžiť aj na zostavenie problémových úloh z matematiky. Program je pripravovaný pre žiakov vo veku 9-10 rokov a okrem použitia v rámci vyučovacieho procesu je možné ho aplikovať aj pri aktivitách v organizovanom voľnom čase. Úlohy sú zostavené v rôznych modifikáciách s graduovanou náročnosťou od jednoduchších k zložitejším. Zároveň, vzhľadom na dostupnosť a pomerne jednoduchú obsluhu softvéru (jednoduchá verzia programu sa dá pripraviť aj v MS PowerPoint alebo pomocou softvéru interaktívnej tabule), je možné meniť parametre úlohy a získať tak množstvo ďalších úloh.

Pri aplikácii stimulačného programu vo vyučovaní sa využívajú informačno-komunikačné prostriedky, ako sú napr. interaktívna tabuľa, počítač alebo tablet. V danom prostredí je možné využiť frontálnu alebo individuálnu formu práce. Z povahy konkrétnych úloh vyplýva spôsob zadávania inštrukcií. Tie môžu byť prezentované buď vo verbálnej rovine sprievodnými inštrukciami učiteľa (prípadne inej osoby, napr. rodiča, vychovávateľa) alebo v písomnej forme. Základnou jednotkou prezentovaného stimulačného programu je semafor, ktorý môže nadobúdať rôzne podoby, napríklad



Obr. 1

Úlohy sú zadávané signalizáciou semafora. Matematický semafor používa symboly červenej, žltej a zelenej farby, prípadne je možné použiť iba dvojfarebnú modifikáciu (červená a zelená farba), alebo iba jednofarebný signál. Farebné signály slúžia na zadávanie inštrukcií, alebo na definovanie množín objektov, s ktorými má žiak pracovať. Napríklad



Vymenuj čísla

Obr. 2

Stimulačný program je členený na podprogramy, v ktorých sú zaradené námety z konkrétnych tém učiva matematiky, prípadne sú zamerané na rozvoj vybraných matematických zručností. V tomto príspevku bližšie popíšeme podprogram, ktorý nazývame „Propedeutika rovníc“.

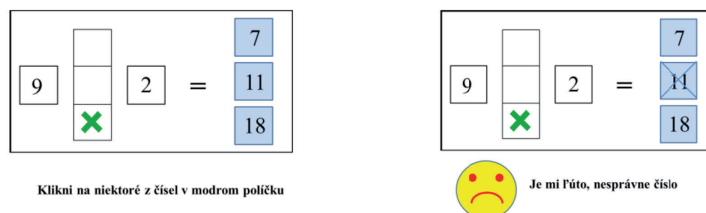
Podprogram „Propedeutika rovníc“

Podprogram „Propedeutika rovníc“ je rozdelený do troch modulov, z ktorých každý pozostáva z niekoľkých skupín úloh s rôznou úrovňou náročnosti. Prvé dva moduly sú zamerané

na učivo z oblasti počtových operácií s prirodzenými číslami. Ich zvládnutie je nutnou podmienkou k riešeniu úloh v treťom module, ktoré svojim charakterom predstavujú propedeutiku rovníc.

1. modul

Základná schéma vyzerá nasledovne.

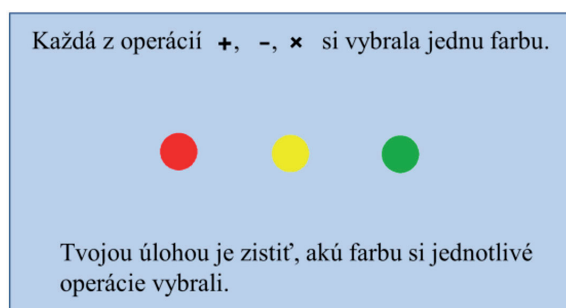


Obr. 3

Signalizáciou semafora vznikajú úlohy na počtové operácie s prirodzenými číslami. V prvej skupine úloh sú v schéme zadane čísla, ktoré sa v priebehu úlohy nemenia, mení sa len inštrukcia vo forme znamienka počtovej operácie na semafore. Žiak má zvoliť správne číslo (výsledok príslušnej počtovej operácie) z čísel umiestnených v modrých poličkách. V prípade, že bol úspešný, semafor signalizuje ďalšiu inštrukciu a žiak pokračuje v riešení ďalšej úlohy. Ak úspešný nebol, je o tom informovaný textom pod schémou a semafor zopakuje zadanie tej istej úlohy. V druhej skupine úloh sa pri zmene signálov na semafore menia aj čísla. Čísla v modrých poličkách sú tiež farebné, pričom správny výsledok je rovnakej farby ako operácia, ktorú signalizuje semafor. V poslednej tretej skupine úloh dochádza k zmene signálov aj čísel (opäť farebných), pričom operácie a správne výsledky farebne nekorešpondujú. Žiak pri riešení tretej skupiny úloh vo väčšej miere zapája inhibíciu. Tento prvý modul slúži ako rozcvička v oblasti úloh zameraných na počtové operácie. Zároveň sa žiak v tomto module oboznamuje s prostredím podprogramu.

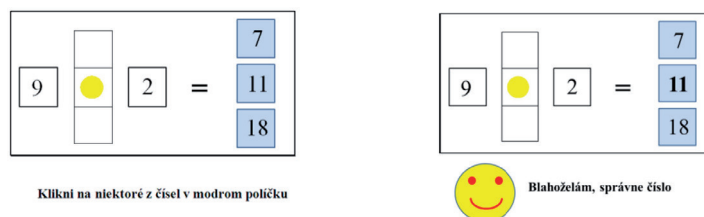
2. modul

Žiak je oboznámený s nasledovnou inštrukciou.



Obr. 4

Základná schéma tohto modulu vyzerá takto



Obr. 5

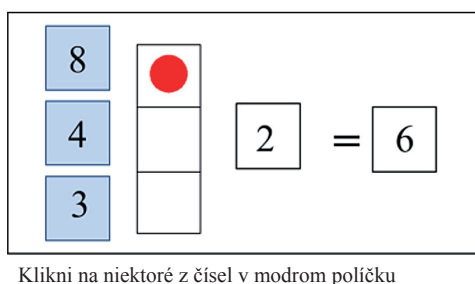
V schéme sú jednotlivé počtové operácie nahradené farebným symbolom klasického semafora bez explicitného zvýraznenia operácie. Po tom, ako sa na semafore objaví farebný signál, žiak je vyzvaný, aby si vybral a klikol na niektoré z čísel v pravom stĺpci. Po každom kliknutí je žiak informovaný o správnosti svojej voľby. Úlohou žiaka je na základe týchto informácií odhaliť, ktorá „operácia sa skrýva za príslušnou farbou“. V prvej skupine úloh tohto modulu zodpovedá pozícia výsledku (v rámci stĺpca) pozícii signálu na semafore. Žiak tak môže riešiť úlohy aj na základe tohto zistenia (v prvých zadaniach využitím metódy pokus - omyl), t. j. využitím pozičného priradenia. Sprístupnenie tejto „pozičnej“ stratégie má motivačnú funkciu. Umožňuje byť úspešným aj žiakovi so zníženou schopnosťou vykonávať počtové operácie. Po slede zvoleného počtu úloh je žiak vyzvaný, aby jednotlivým farbám priradil príslušnú operáciu. Žiak, ktorý použil pozičnú stratégiu, je nútený vo väčšej miere zapojiť svoju pracovnú pamäť pri zrekonštruovaní príslušného priradenia.

Druhá skupina úloh začína informáciou, ktorá hovorí o tom, že „farby si vymenili operácie“. Úlohou žiaka je opäť odhaliť priradenie farba – operácia. Tentoraz však súčasne so zmenou signálov na semafore dochádza aj k zmene čísel v schéme. Žiakovi je opäť sprístupnená „pozičná“ stratégia, pozícia signál – výsledok je konštantná počas celej druhej skupiny úloh, avšak iná ako v prvej skupine. Pri poslednej úlohe tejto skupiny je možné použiť cyklus, v ktorom semafor opakovane signalizuje stále tú istú farbu a čísla v schéme sa nemenia, kým žiak (ak ešte neodhalil pravidlo priradenia, tak aplikáciou metódy pokus - omyl) neobjaví správne číslo.

V tretej skupine úloh sa, podobne ako v druhej skupine, so zmenou farebného signálu menia aj čísla. Žiakovi však tentoraz už nie je sprístupnená „pozičná stratégia“. Správny výsledok je v stĺpci čísel na pravej strane umiestňovaný náhodne, bez akéhokoľvek „pozičného“ pravidla.

3. modul

Žiak je oboznámený s rovnakou inštrukciou ako v úvode druhého modulu. Tentoraz však schéma vyzerá takto



Klikni na niektoré z čísel v modrom poličku

Obr. 6

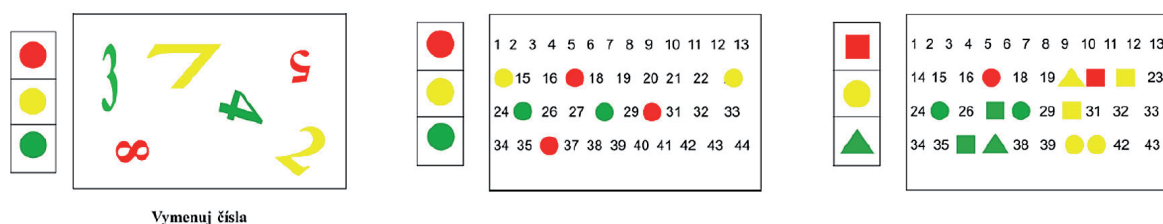
Žiak postupuje rovnako ako v druhom module. Klikaním na čísla v modrých políčkach sa snaží odhaliť, ktorá operácia sa skrýva za jednotlivými farbami. Aj tento modul pozostáva z troch skupín úloh, pričom v prvých dvoch skupinách je žiakovi sprístupnená „pozičná“ stratégia.

Predpokladaný čas rozcvičky pomocou prezentovaného podprogramu „Propedeutika rovníc“ je 10 – 15 minút.

3. Záver

Navrhovaný stimulačný program je vytvorený ako pomôcka pre učiteľa s cieľom, na pozadí matematických úloh, stimulovať exekutívne fungovanie žiakov. Prioritným cieľom však ostáva tréning matematických zručností vo forme matematických rozcvičiek. Pri príprave stimulačných programov vychádzame z nasledujúcich základných východísk: *motivácia žiaka* – zábava, žiak si neuvedomuje, že „robí matematiku“; *aktivácia kognitívnych procesov* – úlohy rôznej náročnosti; *princípy pedagogického konštruktivismu* – žiak si môže vyberať z rôznych stratégií riešenia, *individualizácia inštrukcií* – žiak môže pracovať individuálne alebo spoločne s administrátorom. Formát vyššie prezentovaného stimulačného programu možno použiť pre prípravu matematických rozcvičiek alebo problémových úloh k rôznym tematickým oblastiam vyučovacieho predmetu Matematika. Na záver uvádzame ukážky niekoľkých schém použitých pri tvorbe rôznych podprogramov stimulačného programu Matematický semafor v príslušných oblastiach kurikula predmetu Matematika.

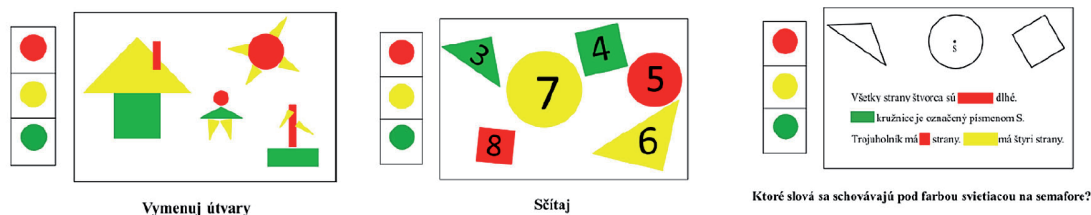
Čísla, usporiadanie čísel



Vymenuj čísla

Obr. 7

Geometrické útvary



Vymenuj útvary

Sčítaj

Ktoré slová sa schovávajú pod farbou svietiacou na semafore?

Obr. 8

Poznámka: Príspevok je čiastkovým výstupom riešenia grantového projektu APVV-0281-11 Exekutívne funkcie ako štrukturálny komponent schopnosti učiť sa: diagnostika a stimulácia.

Literatúra

- DŽUKA, J. – KOVALČÍKOVÁ, I., 2008. Dynamické testovanie latentných učebných schopností. In: Československá *psychologie*. Roč. 52, č. 4, s. 366 – 377. ISSN: 0009-062X.
- KOVALČÍKOVÁ, I. – ROPOVIK, I., 2012. Exekutívne funkcie ako predpoklad schopnosti učiť sa. In: *Pedagogické rozhľady*. Roč. 21, č. 5, s. 1-5. ISSN 1335-0404.
- ROPOVIK, Ivan, 2011. Pracovná pamäť: esenciálny konštituent schopnosti učiť sa. In: Škola - statický element v sociálnej dynamike. Bratislava: Iura Edition, s. 242-246. ISBN 978-80-8078-459-1.

Kontakt

doc. RNDr. Alena Prídavková, PhD.

Katedra matematickej edukácie, Pedagogická fakulta,
Prešovská univerzita v Prešove
Ul. 17. novembra 15, 080 01 Prešov
alena.pridavkova@unipo.sk

Mgr. Juraj Kresila, PhD.

Katedra komunikačnej a literárnej výchovy, Pedagogická fakulta,
Prešovská univerzita v Prešove
Ul. 17. novembra 15, 080 01 Prešov
juraj.kresila@unipo.sk

Milan Demko, PhD.

Katedra fyziky, matematiky a techniky, Fakulta humanitných a prírodných vied,
Prešovská univerzita v Prešove
Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov
milan.demko@unipo.sk

Mgr. Ján Brajerčík, Ph.D.

Katedra fyziky, matematiky a techniky, Fakulta humanitných a prírodných vied,
Prešovská univerzita v Prešove
Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov
jan.brajercik@unipo.sk