

ASSESSING UNDERSTANDING OF THE CONCEPT OF FUNCTION, ITS DIFFERENT REPRESENTATIONS AND THE LINKS BETWEEN THEM

[HODNOTENIE POROZUMENIA KONCEPTU FUNKCIE, JEJ ROZNYM REPREZENTACIAM A PREPOJENIAM MEDZI NIMI]

Eniko Schnurerova – Stanislav Lukac

doi: 10.18355/PG.2024.13.2.10

Abstract

In these times of change and constant development, it is important that pedagogical approaches reflect modern trends and the needs of students. In mathematics, the notion of function is one of the key concepts. Despite the fact that the concept of function starts to be built in primary school, even in secondary school many students show gaps in their understanding of the concept of function, its different representations and the links between them. Our research focuses on the application of inquiry-based teaching (IBT) in the learning of the concept and properties of functions. This paper describes the initial stage of research based on a design-based research strategy oriented towards the design and development of methodological materials for teaching functions. The second part of the paper consists of the evaluation of a test designed to assess the development of functional thinking of primary school students.

123

Key words

inquiry, function, representations of function, design-based research, formative assessment

Abstrakt

V súčasnej dobe plnej zmien a neustáleho vývoja je dôležité, aby pedagogické prístupy reflektovali moderné trendy a potreby žiakov. V matematike je pojem funkcia jeden z kľúčových pojmov. Napriek tomu, že koncept funkcie sa začína budovať už na základnej škole, aj na strednej škole sa u mnohých žiakov prejavujú nedostatky v porozumení konceptu funkcie, jej rôznym reprezentáciám a prepojeniam medzi nimi. Predmetom nášho výskumu je aplikovanie bádateľsky orientovaného vyučovania (BOV) pri osvojovaní konceptu a vlastností funkcií. V príspevku je popísaná úvodná etapa výskumu založeného na stratégii design-based research orientovaného na návrh a vytváranie metodických materiálov pre vyučovanie funkcií. Druhá časť príspevku tvorí vyhodnotenie testu vytvoreného na zhodnotenie rozvoja funkčného myslenia žiakov na základnej škole.

Kľúčové slová

bádanie, funkcia, reprezentácie funkcie, design-based research, formatívne hodnotenie

Introduction

Európa čelí alarmujúcemu poklesu záujmu mladých ľudí o matematiku a prírodné vedy (Rocard et al., 2007). Typickou črtou nášho školstva je tradičné vyučovanie založené na memorovaní, ktoré do popredia stavia učiteľa ako odovzdávateľa informácií. Na opačnom póle stojí učenie bádáním, ktoré je založené na aktivite žiaka a jeho aktívnom poznávaní sveta. Príspevok, ako aj náš výskum, stojí na troch základných pilieroch, bádateľsky orientovanej výučbe (BOV), stratégii design-based research a formatívnom hodnotení.

1. Bádateľsky orientované vyučovanie

BOV možno charakterizovať ako pedagogický prístup, ktorý kladie dôraz na aktívne objavovanie a konštruovanie vedomostí. Dôležitosť aktívnej úlohy detí pri učení uznávali vo svojich prácach pedagógovia, ako sú Homer Lane (1875-1925), Dewey (1870-1952) a Montessori (1870-1952) už pred takmer jedným storočím. „Títo pedagógovia sa zaoberali všeobecným prístupom k vzdelávaniu rešpektujúcim úlohu detskej zvedavosti, predstavivosti a túžby po interakcii a skúmaní“ (Harlen, 2013, s. 10). Dnes je bádanie považované za ústredný spôsob získavania zručností a porozumenia potrebného v rýchlo meniacom sa svete (Harlen, 2013).

OECD poukazuje na to, že "žiaci sa v škole nemôžu naučiť všetko, čo budú potrebovať v dospelosti. To, čo si musia osvojiť, sú predpoklady pre úspešné učenie v budúcom živote. Žiaci musia byť schopní organizovať a regulovať svoje vlastné učenie, učenie samostatné aj v skupinách, a prekonávať ťažkosti v procese učenia. To si vyžaduje, aby si žiaci boli vedomí svojich vlastných myšlienkových procesov a stratégií učenia a metód" (OECD, 2000: 90).

"Bádanie v matematike zahŕňa rôzne formy aktivít: formulovanie alebo vypracovanie otázok; modelovanie a matematizovanie; skúmanie a experimentovanie; testovanie, vysvetľovanie, argumentovanie a dokazovanie; reprezentovanie a komunikáciu. Očakáva sa, že bádateľský prístup zlepší matematické chápanie žiakov, čo povedie k tomu, že ich matematické vedomosti budú robustnejšie a funkčnejšie v rôznych kontextoch nad rámec bežných školských úloh" (Fibonacci, 2012: 8).

Bádateľsky orientované vyučovanie vyžaduje od žiakov samostatnosť a zodpovednosť za svoje učenie. Učiteľ by mal prácu žiakov monitorovať a zisťovať ich priebežné výsledky. Poskytovanie rýchlej a účinnej spätnej väzby je kľúčovým faktorom formatívneho hodnotenia. Formatívne hodnotenie zahŕňa informácie o tom, kde sa žiak v procese učenia nachádza, kde sa potrebuje dostať a ako sa tam čo najskôr dostane (Assessment Reform Group, 2002).

2. Design-based research

„Edukačný výskum je možné rozdeliť do dvoch kategórií – výskum o vzdelávaní a výskum pre vzdelávanie“ (Juuti, Lavonen, 2003: 54). Cieľom výskumu o vzdelávaní je lepšie pochopiť vyučovanie a učenie. Výskum pre vzdelávanie má za cieľ zlepšiť vyučovanie a učebnú prax. Design-based

research (výskum vývojom) sa snaží preklenúť priepasť medzi výskumom v oblasti vzdelávania a praxou. Výskum vývojom kombinuje navrhovanie edukačného prostriedku, nástroja a výskum týkajúci sa učenia v navrhnutých podmienkach. (Juuti, Lavonen, 2003)

Výskum vývojom je určený tromi vlastnosťami: proces navrhovania je v podstate iteratívny; cieľom výskumu je vyvinúť prostriedok, ktorý pomôže učiteľom a žiakom konať spôsobom, ktorý vedie k učeniu; prináša nové poznatky o vyučovaní a učení sa prírodných vied (Juuti, Lavonen, 2013).

Každá iterácia výskumu vývojom sa skladá z dvoch fáz: (1) návrh + vývoj + nasadenie a (2) pozorovanie + analýzu.

Pratt (1998) navrhuje schému výskumu vývojom so štyrmi iteráciami:

- Iterácia 0 – *orientačná* – úvodný „nezáväzný“ prieskum zvolenej platformy a nástrojov, zahŕňa štúdium literatúry, myšlienkové experimenty s typickými aktérmi skúmanej oblasti (žiakmi, učiteľmi, ...), prezentovanie prototypov kolegom a diskusie o nich, a tiež pilotné pokusy s úvodnými vynárajúcimi sa predstavami o vyvíjanej intervencii;
- Iterácia 1 – *prieskumná* – predstavuje iniciálny vývoj a overovanie nástrojov, výskumník kladie dôraz na základné používanie vyvíjanej intervencie a sleduje intuitívne indikátory jej potenciálu na podporu poznávacieho procesu;
- Iterácia 2 – *vývojová* – vyvíjaná intervencia dosiahla stav, ktorý už výskumníkovi dovoľuje zamerať svoju pozornosť na otázky učenia sa a konkrétne ciele a výskumné otázky v problémovej doméne;
- Iterácia 3 – *analytická* – vo vývoji intervencie už výskumník robí iba minimálne úpravy, sústreďuje sa na otázky zberu dát, ich analýzy a dotvárania teórie, ktorú chce na záver svojho výskumu formulovať.

Iteratívny dizajn výskumu vývojom dovoľuje výskumníkovi spoznať a reagovať na javy, ktoré sa vyskytujú v prostredí školskej triedy. Výskumník čerpá z vlastných skúseností, analýzy dát a pozorovaní z predchádzajúcich iterácií. Výskumník koriguje svoje rozhodnutia v oblasti metód, teórií či intervencií.

V rámci nulte iteráčnej fázy nášho výskumu bola študovaná literatúra, dostupné zdroje, vedené štruktúrované rozhovory s učiteľmi a vyvinutý test na lineárnu funkciu.

V nulte, orientačnej, fáze výskumu boli vedené rozhovory so štyrmi učiteľmi, jednou učiteľkou zo základnej školy, dvomi učiteľmi z osemročného gymnázia a jednou učiteľkou zo štvorročného gymnázia. Títo učitelia vyučujú matematiku v kombinácii s informatikou, biológiou a fyzikou. Všetci spolupracujúci učitelia pôsobia v školstve viac ako desať rokov. Rozhovory boli zamerané na tri nosné oblasti. Prvá oblasť bola zameraná na rozvíjanie funkčného myslenia, ako sa učitelia snažia rozvíjať funkčné myslenie, aké zdroje a pomôcky vo vyučovaní využívajú, či do výučby zaraďujú úlohy z bežného života, na ktoré aspekty funkčného myslenia kladú najväčší dôraz a na ktoré reprezentácie a prepojenia medzi nimi zameriavajú najväčšiu pozornosť. V druhej oblasti boli otázky zisťujúce

žiacke miskoncepce, aké nedostatky a chyby v porozumení funkcie sa najčastejšie u žiakov prejavujú a ako ich učitelia riešia, ako ich eliminujú, resp. ako sa snažia predchádzať ich vzniku. Posledná, tretia, oblasť sa týkala metód vyučovania a využívania aj inovátnych spôsobov výučby.

Z rozhovorov vyplýva, že učitelia využívajú pri vyučovaní funkcií predovšetkým vlastné zdroje, nápady a kreativitu. Všetci učitelia spomenuli, že inšpiráciu a úlohy čerpajú aj z internetu. Pittalis et al. (2020) zdôrazňuje 4 základné aspekty funkčného myslenia

- *vstup-výstup – funkcia ako vstupno-výstupný stroj, mlynček, ide o skúmanie toho, ako vstupná hodnota ovplyvňuje výstupnú hodnotu, aké pravidlo určuje výstup na základe vstupu*
- *dynamický proces kovariácie – zdôraznenie kovariácie závislej a nezávislej premennej*
- *korešpondencia – pochopenie vzťahu medzi závislou a nezávislou premennou vo všeobecnosti*
- *matematický objekt – funkcia ako objekt s vlastnými reprezentáciami a vlastnosťami, ktorý možno porovnávať s inými matematickými objektmi*

V našom rozhovore učitelia konštatovali, že sa snažia prejsť cez všetky aspekty, avšak len málo žiakov sa dokáže na funkciu pozerat' ako na matematický objekt.

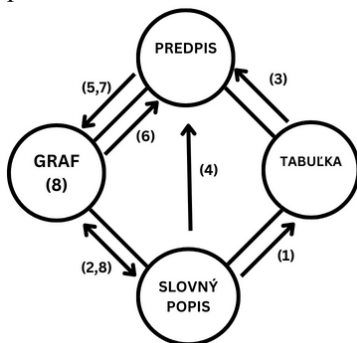
Z hľadiska reprezentácií funkcie a prepojení medzi nimi učitelia nekladú vyslovene dôraz na konkrétnu reprezentáciu, ale využívajú všetky. Učiteľka z osemročného gymnázia hovorí: „Snažím sa, aby sme každú funkciu popisali všetkými spôsobmi a potom podľa potreby kontextu, čo potrebujeme. Ale zo začiatku využívame tabuľky a hľadáme predpis, graf, slovný opis alebo je slovný opis a hľadáme graf, predpis.“

Podľa vyjadrení učiteľov medzi najčastejšie žiacke chyby v učive týkajúcom sa lineárnych funkcií patrí zamieňanie si lineárneho a absolútneho člena v predpise funkcie, ak je zadaná v podobe $f: y = q + kx$. Žiaci majú tiež tendenciu vo funkcii $f: y = 2x - 3$ považovať $2x$ za konštantu k . Podobne v prípade funkcie $y = \frac{x}{3} + 2$ žiaci určujú k rovné $\frac{x}{3}$. Množstvo žiackych chýb vyplýva podľa názorov učiteľov aj z nesprávneho čítania grafov a celkovej orientácii v nich. Napríklad v úlohe vyžadujúcej vytváranie grafu závislosti rýchlosti lyžiara lyžujúceho na svahu na čase je najčastejšou žiackou chybou kopírovanie vzhľadu svahu.

Učitelia sa v rámci svojej výučby zameriavajú aj na spôsob, akým zavádzajú nové pojmy. Vyučovanie je podľa učiteľov dôležité viesť aj metódami, ktoré nie sú tradičné a založené predovšetkým na memorovaní. Učitelia využívajú inovátnve a interaktívne metódy. Rôzne programy, grafické kalkulátory, desmos či geogebra sú podľa učiteľov vhodné nástroje na bádanie a zisťovanie významu koeficientov a ich vzťahu k vlastnostiam lineárnej funkcie. Žiaci dokážu sami objaviť monotónnosť funkcie či súvislosť grafu a predpisu funkcie.

V rámci prvej fázy sme vytvorili databázu úloh a spolu so školiteľom sme následne vyvinuli test na lineárnu funkciu pre žiakov v deviatom ročníku. Test pozostáva z ôsmich úloh. Úlohy sme vybrali z rôznych učebníc,

zbierok a inšpirovali sme sa aj úlohami zo zahraničnej literatúry. Podľa Duvala (2006) pre pochopenie konceptu funkcie kľúčové prepájanie reprezentácií funkcie. Pri výbere úloh sme teda zohľadňovali práve prepojenia medzi reprezentáciami funkcie a test sme zložili z úloh tak, aby prepájali čo najviac reprezentácií funkcie.



Obr. č. 1: Schéma znázorňujúca prepojenia reprezentácií funkcie zahrnuté v testových úlohách

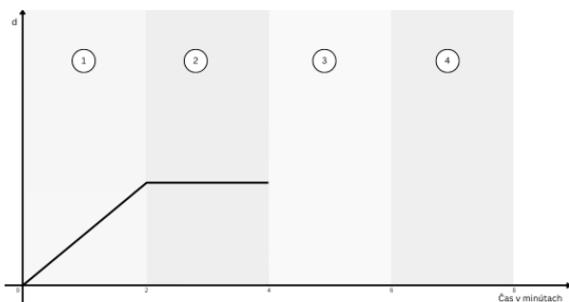
Pilotné overenie testu prebehlo v deviatackej triede a zúčastnilo sa ho sedemnást' žiakov, päť dievčat a dvanásť chlapcov. Žiaci boli ubezpečení o zachovaní anonymity pri riešení testu a vyzvaní na samostatné riešenie podľa vlastných vedomostí a skúseností. Na riešenie mali žiaci dostupných 45 minút. V nasledujúcej tabuľke je uvedený počet správnych žiackych riešení jednotlivých úloh.

Tab. č. 1: Počet správnych riešení v jednotlivých úlohách

ÚLOHA	1	2		3		4	5	6	7	8		
		a	b	a	b					a	b	c
Počet správnych riešení	17	15	11	14	14	15	13	6	11	12	16	10

V príspevku sa budeme podrobnejšie venovať úlohám, v ktorých žiaci dosiahli nižšiu úspešnosť alebo sa v nich vyskytli opakujúce sa chyby. Úloha 2b patrí medzi úlohy s nižšou úspešnosťou. Úloha 2 (Obr. č. 2) je inšpirovaná úlohou od Duijzera et al. (2020), zameraná na interpretáciu grafu a jeho konštrukciu na základe slovného opisu. Žiaci sledujú graf s údajmi o ceste Aničky do školy (vzdialenosť od domova v závislosti od času). Žiaci v prvej časti popisujú, akým smerom ide Anička v časových úsekoch 1 a 2. V ďalšej časti sú žiaci požiadaní o rozšírenie grafu na základe popisu pohybu Aničky.

Úloha 2. Anička sa vybrala vrátiť knihu kamarátke, ku ktorej vedie rovná cesta. Po šiestich minútach dorazila k jej domu. Kamarátka však nebola doma, a preto knihu odovzdala jej mame. Nasledujúci graf zobrazuje závislosť vzdialenosti d Aničky od jej domova od času počas prvých 4 minút jej cesty ku kamarátke.



- a) Na základe uvedeného grafu popíšte Aničkin pohyb v časových úsekoch 1 a 2. Použite vyjadrenia ako napríklad: „Anička išla smerom ku kamarátke“, „Anička išla smerom domov“, „Anička sa zastavila“,...

Časový úsek 1:

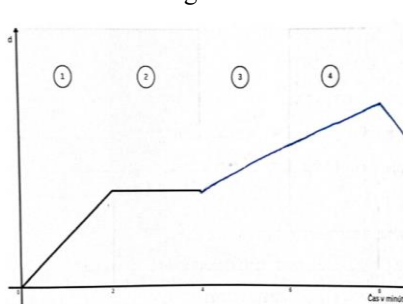
Časový úsek 2:

- b) Dokreslite graf pre časové úseky 3 a 4, ak viete, že Anička sa v oboch úsekoch pohybovala rovnomerným pohybom a:
- v časovom úseku 3 išla Anička smerom ku kamarátke, no pomalšie ako v úseku 1,
 - v časovom úseku 4 sa Anička pohybovala k domovu po tej istej ceste a po uplynutí 8 minút od začiatku pohybu sa vrátila späť domov.

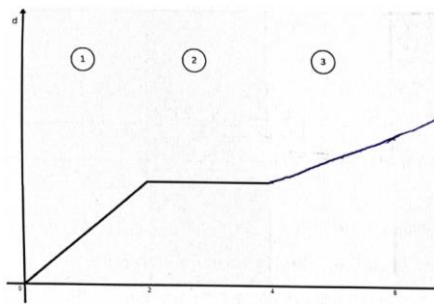
Obr. č. 2: Zadanie úlohy 2 v teste

128

Takmer všetci žiaci popísali pohyb Aničky v prvých dvoch úsekoch správne, avšak rozšírenie grafu zvládlo 11 žiakov.



Obr. č. 3: Riešenie A

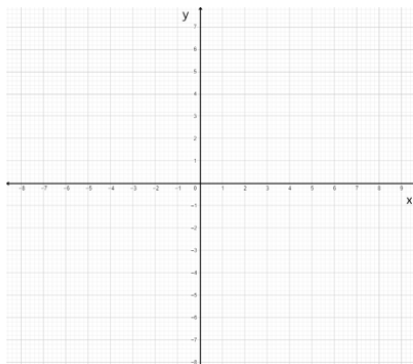


Obr. č. 4: Riešenie B

V žiackych riešeniach sa objavili chyby dvoch typov. Prvým typom chyby bolo, že žiaci neuvažovali, že sa má Anička po 8 minútach vrátiť domov (Obr. č. 3). Druhým typom chyby bolo, že žiaci nesprávne interpretovali y-ovú os (Obr. č. 4).

Úloha 5 (Obr. č. 5: Zadanie úlohy 5 v teste Obr. č. 5) je prebraná od Grahama (2005), zameraná na prepojenie predpisu a grafu funkcie. Žiaci na základe predpisu zisťujú súradnice bodov, ktorými graf funkcie prechádza a následne graf zakresľujú.

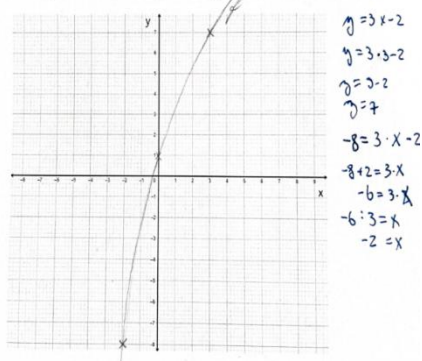
Úloha 5. Daná je funkcia $f: y = 3x - 2$. Nájďte zvyšné súradnice bodov $[3, ?]$; $[0, ?]$; $[?, -8]$ tak, aby tieto body ležali na grafe funkcie. Zakreslite graf funkcie f do súradnicovej sústavy.



Obr. č. 5: Zadanie úlohy 5 v teste

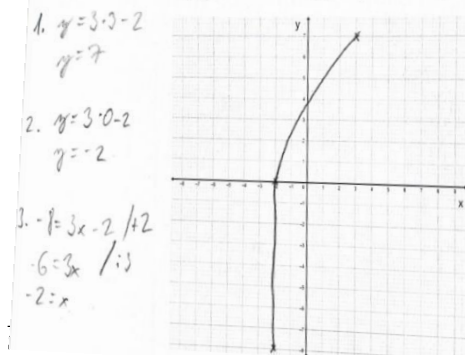
V žiackych riešeniach úlohy 5 sa objavili numerické chyby. V riešení C (Obr. č. 6) môžeme vidieť správne zistenie súradníc v prvom a treťom bode, no chybu v zisťovaní súradnice druhého bodu, kde došlo k zameneniu x -ovej a y -ovej súradnice.

Daná je funkcia $f: y = 3x - 2$. Nájďte zvyšné súradnice bodov $[3, ?]$; $[0, ?]$; $[?, -8]$ tak, aby tieto body ležali na grafe funkcie. Zakreslite graf funkcie f do súradnicovej sústavy.



Obr. č. 6: Riešenie C

5. Daná je funkcia $f: y = 3x - 2$. Nájďte zvyšné súradnice bodov $[3, ?]$; $[0, ?]$; $[?, -8]$ tak, aby tieto body ležali na grafe funkcie. Zakreslite graf funkcie f do súradnicovej sústavy.



Obr. č. 7: Riešenie D

V riešení D (Obr. č. 7) vidíme správne zistenie zvyšných súradníc, avšak pri zakresľovaní do súradnicovej sústavy došlo k zameneniu x -

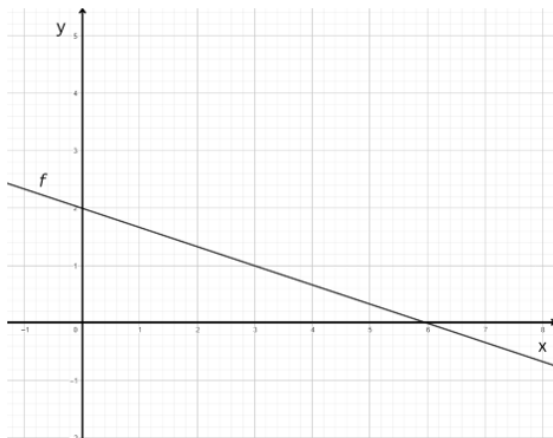
ovej a y -ovej súradnice v druhom bode. Za prekvapivé považujeme žiacke nevedomovanie, že ide stále o lineárnu funkciu, teda grafom má byť priamka.

Úloha 6 (

Obr. č. 8) je zameraná na prepojenie grafu a predpisu funkcie. Žiaci zisťujú predpis funkcie a vysvetľujú, ako postupovali. Úloha 6 patrí k najmenej úspešným, menej ako polovica žiakov dokázala vyriešiť úlohu správne. Žiaci vytvárali tabuľku z bodov, priesečníkov, ktorých súradnice vedeli jasne odčítať z grafu, avšak ďalej nepostupovali. Iní žiaci boli schopní odčítať z grafu $q = 2$, no zistiť hodnotu koeficientu k sa im už nepodarilo. Riešenie E (

Obr. č. 9) sa skladá zo správneho postupu riešenia - vytvorenie tabuľky zo súradníc bodov, dosadenie bodu ležiacom na grafe funkcie do všeobecného predpisu lineárnej funkcie, no zásadnou chybou je nesprávne určenie koeficientu q , ktorého hodnotu žiak neodčítal z priesečníka s y -ovou osou, ale z ľubovoľného bodu ležiacom na grafe funkcie.

Úloha 6. Daný je graf lineárnej funkcie f :



Zapíšte predpis funkcie f . Stručne vysvetlite, ako ste postupovali.

Obr. č. 8: Zadanie úlohy 6 v teste

$x_1 \quad y_1$
 $A[3; 1]$
 Zapíšte predpis funkcie f . Stručne vysvetlite, ako ste postupovali.
 $y = kx + q$
 $1 = k \cdot 3 + 1 / -1$
 $0 = k \cdot 3$
 $k = 0$

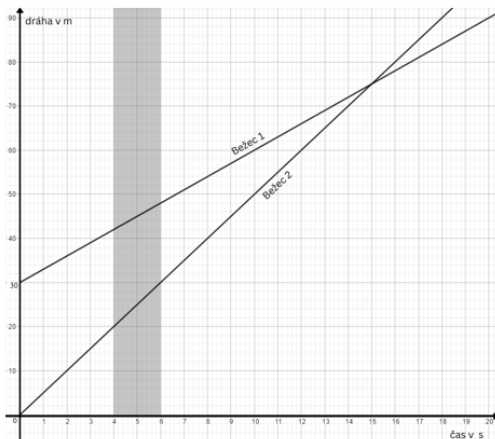
S: $y = 0x + 1$

x	3	6	0
y	1	0	2

Obr. č. 9: Riešenie E

Úloha 8 (Obr. č. 10) je zameraná na čítanie údajov z grafu. Žiaci sú požiadaní o odčítanie, koľko metrov prebehne bežec za určitý časový úsek, kedy sa bežci stretnú a akú vzdialenosť prebehne jeden bežec do stretnutia.

Úloha 8. Po bežeckej dráhe sa pohybujú dvaja bežci. Bežec 1 mal na začiatku pred bežcom 2 určitý náskok. Grafy na obrázku znázorňujú závislosť dĺžky dráhy prebehnuté bežcami od času.



- Koľko metrov zabehne Bežec 2 v časovom rozmedzí od $t = 4$ sekundy až do $t = 6$ sekúnd?
.....
- V akom čase sa bežci stretli?
.....
- Akú vzdialenosť prebehol Bežec 1, kým sa stretol s Bežcom 2?
.....

Obr. č. 10: Zadanie úlohy 8 v teste

Žiaci dokážu správne odčítať údaje z grafu pre a, b, no v úlohe c neuvažujú o tom, že bežec nezačal beh v bode $[0,0]$.

Conclusion

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť porozumenie konceptu lineárnej funkcie. Na základe analýzy výsledkov možno povedať, že väčšina žiakov má koncept lineárnej funkcie dobre uchopený. Jeden žiak vyriešil všetky úlohy správne a dosiahol stopercentnú úspešnosť. Sedem žiakov dosiahlo úspešnosť takmer 92 %. Jeden žiak bol úspešný na 83 %, päť žiakov dosiahlo 66 až 75 % a traja žiaci dosiahli 50 a menej percent. Priemerná úspešnosť žiakov v teste je 53,29 %. Z hľadiska pohlavia boli úspešnejší chlapci, ktorých priemerná úspešnosť bola 84 %, čo je o takmer 30 % viac ako úspešnosť dievčat. Vďaka úlohám sa ukázali kritické a problémové miesta žiakov. Najväčšie nedostatky sa prejavili pri práci s priesečníkmi, na ktoré odporúčame klásť vo výučbe väčší dôraz. V úlohách vidíme potenciál pre zisťovanie chýb a ich príčin s cieľom zefektívnenia učenia. Úlohy môžu s menšími úpravami slúžiť ako nástroje formatívneho hodnotenia.

Bibliographic references

- Assessment Reform Group. (2002). *Assessment for learning: 10 principles. Research-based principles to guide classroom practice*. London: Assessment Reform Group. Available from: https://www.researchgate.net/publication/271849158_Assessment_for_Learning_10_Principles_Research-based_principles_to_guide_classroom_practice_Assessment_for_Learning
- Duval, R. (2006). *A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics*. In Educational Studies in Mathematics [online]. 2006, 61. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Duijzer, C. et al. (2020). *Moving Towards Understanding: Students Interpret and Construct Motion Graphs*. In Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education [online]. 17. Available from: https://www.researchgate.net/publication/341727025_Moving_Towards_Understanding_Students_Interpret_and_Construct_Motion_Graphs
- Fibonacci. (2012). *Learning through inquiry*.
- Graham, T. (2005). *GCSE Course Material. Pupil Text Book. Unit 13 Graphs*. <https://www.cimt.org.uk/projects/mepres/allgcse/allgcse.htm>
- Harlen, W. (2013). *Inquiry-based learning in science and mathematics*. Review of Science, Mathematics and ICT Education [online]. 7 (2). Available from: <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/2042/2085>
- Juuti, K. - Lavonen, J. (2012). *Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology*. Nordic Studies in Science Education [online]. 2 (2). Available from: <https://doi.org/10.5617/nordina.424>
- OECD. 2000. *Measuring Student Knowledge and Skills: A new Framework for Assessment* Paris: OECD.
- Pittalis, M. a kol. (2020). *Young students' functional thinking modes: The relation between recursive patterning, covariational thinking, and correspondence relations*. In Journal for Research in Mathematics Education [online]. 51 (5). Available from: <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2020-0164>
- Pratt, D. CH. (1998). *The Construction of Meanings in and for a Stochastic Domain of Abstraction*. Dizertačná práca, University of London, Institute of Education [online]. 1998. Available from: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10006602/>
- Rocard, M. et al. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. EUR / European Atomic Energy Community. Belgium: European Communities [online]. 29. ISSN 978-92-79-05659-8. Available from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>.

Mgr. Enikő Schnürerová
Institute of Mathematics
Faculty of Science
Pavol Jozef Šafárik Univerzity in Košice
Jesenná 5, 040 01 Košice
Slovakia
eniko.schnurerova@student.upjs.sk

doc. RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.
Institute of Mathematics
Faculty of Science
Pavol Jozef Šafárik Univerzity in Košice
Jesenná 5, 040 01 Košice
Slovakia
stanislav.lukac@upjs.sk