Masarykova univerzita
Pedagogická fakulta
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání
Katedra matematiky

Jednota českých matematiků a fyziků, pobočný spolek Brno

Vysoká škola DTI

Informačná spoločnosť pre výchovu a vzdelávanie
člen Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločností

11. mezinárodní vědecká konference
Didaktická konference 2017

2017

Masarykova univerzita
Pedagogická fakulta

Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání
Katedra matematiky

Jednota českých matematiků a fyziků, pobočný spolek Brno

Vysoká škola DTI

Informačná spoločnosť pre výchovu a vzdelávanie
člen Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločností

11. mezinárodní vědecká konference Didaktická konference 2017

11th International Scientific Conference Didactic Conference 2017

Sborník příspěvků

1.–2. června 2017

Brno, Česká republika

Editoři: PhDr. Jan Válek, Ph.D., Ing. Peter Marinič, Ph.D.

ISBN 978-80-210-8590-9

Pořadatelé konference:

Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání PedF MU Brno, CZ
Katedra matematiky PedF MU Brno, CZ
Jednota českých matematiků a fyziků, pobočný spolek Brno, CZ
Vysoká škola DTI, Dubnica nad Váhom, SK
Informačná spoločnosť pre výchovu a vzdelávanie, člen Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločnosti, SK

Vědecký výbor konference:

doc. RNDr. Jaromír Baštinec, CSc.	FEKT VUT Brno, CZ
doc. RNDr. Jaroslav Beránek, CSc.	PedF MU Brno, CZ
doc. Mgr. Hana Cídlová, Dr.	PedF MU Brno, CZ
prof. RNDr. Jozef Fulier, CSc.	FPV UKF Nitra, SK
doc. Mgr. Gabriela Gabrhelová, PhD., MBA	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
doc. Ing. Roman Hrmo, PhD., MBA	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
doc. PhDr. Mgr. Tomáš Janík, Ph.D., M.Ed.	PedF MU Brno, CZ
doc. Ing. Daniel Lajčin, PhD., MBA	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
doc. PaedDr. Tomáš Lengyelfalusy, PhD.	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.	PedF MU Brno, CZ
doc. RNDr. Josef Trna, CSc.	PedF MU Brno, CZ

Organizační výbor konference:

Ing. Peter Jakúbek, PhD., MBA	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
Ing. Lucia Krištofiaková, PhD.	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
PaedDr. Dana Lengyelfalusyová, PhD.	VŠ DTI Dubnica nad Váhom, SK
Ing. Peter Marinič, Ph.D.	PedF MU Brno, CZ
Mgr. Tomáš Miléř, Ph.D.	PedF MU Brno, CZ
Mgr. Lukáš Pawera	PedF MU Brno, CZ
Mgr. Pavel Pecina, Ph.D.	PedF MU Brno, CZ
PaedDr. Marcela Pjatková	FPV UKF Nitra, SK
Mgr. Jiří Šibor, Ph.D.	PedF MU Brno, CZ
PhDr. Mgr. Monika Šindelková	PedF MU Brno, CZ
JUDr. Mgr. Ing. Kateřina Šmejkalová	PedF MU Brno, CZ
PhDr. Jan Válek, Ph.D.	PedF MU Brno, CZ
Mgr. Andrej Vanko	FPV UKF Nitra, SK

Místo konání:

Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita,
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání
Poříčí 7/9
603 00 Brno

Datum konání:

1.–2. června 2017

Za jazykovou a věcnou správnost příspěvků odpovídají jednotliví autoři.

Seznam příspěvků

Úvodní slovo

Oblast didaktiky matematiky, přírodních věd a odborného vzdělávání představuje významnou oblast ve vzdělávání a vzdělávacím procesu. Její význam postupem času narůstá a vzhledem k výsledkům měření různých oblastí gramotností žáků se lze domnívat, že tomu nebude jinak ani v budoucnu.

Mezinárodní konference zaměřená na problematiku didaktiky, organizována Pedagogickou fakultou Masarykovy univerzity, Vysokou školou DTI, Jednotou českých matematiků a fyziků, pobočný spolek Brno a Informační společností pro výchovu a vzdelávání, členem Svazu slovenských vědeckotechnických společností, tak představuje důležitou platformu pro sdílení a rozvíjení dané oblasti společného zájmů odborníků. Sborník z uvedené konference tak přináší pohled na teoretické, ale i praktické problémy ve vzdělávání, se zaměřením na oblast didaktiky uvedených vědních oborů a umožňuje sdílení dobré praxe.

Konference navazuje na dlouholetou praxi pořádání konferencí v dané problematice, čemu nasvědčuje již 11. ročník dané akce. Jsme přesvědčení, že tato konference naváže na úspěšnou tradici mezinárodní výměny zkušeností a poznatků. Přispěje tak k rozvoji poznání v oblasti didaktiky a vzdělávání a otevře prostor pro další diskuze a aktivity prospívající a rozvíjející danou probleamtiku.

Za organizátory bychom chtěli poděkovat všem autorům recenzovaných příspěvků za jejich aktivní participaci na konferenci a taky poděkovat všem účastníkům, kteří svou osobní účasti a pohotovými reakcemi přispějí k úspěšnosti konference.

Za účast Vám všem tedy srděčně děkujeme a tešíme se na rozvíjejíci se a vzájemně obohacující spolupráci v budoucnosti. Třeba i na dalším ročníku této mezinárodní konference.

Organizační tým

About two Problems of Number Theory

O dvou problémech teorie čísel

Jaroslav BERÁNEK

Abstract

The article is devoted to teaching of future teachers of Mathematics and contains some topics suitable for deepening and enlarging of their knowledge. The article deals with two problems from the international Mathematics competition Putnam Exam (the problem of harmonious triads and the Josephus problem). While solving these problems the binary number system is used among others.

Keywords

binary system; recurrence relation; inductive method; irrational number

Abstrakt

Příspěvek je věnován přípravě budoucích učitelů matematiky a obsahuje témata vhodná k rozvíjení a rozšiřování jejich znalostí. Příspěvek obsahuje dva řešené problémy ze zahraniční matematické soutěže Putnam exam (problém vyvážených trojic a Josephusův problém). Při jejich řešení využijeme mj. dvojkovou poziční číselnou soustavu.

Klíčová slova

dvojková soustava; rekurentní vztah; induktivní postup; iracionální číslo

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-1*

Úvod

V současné době došlo v obsahu výuky na základních a středních školách k významné obměně. Každá škola má vytvořen svůj vlastní školní vzdělávací program, který umožňuje základní učivo rozvolnit a doplnit dalšími volitelnými tématy. Je zřejmé, že na tuto skutečnost musí odpovídajícím způsobem reagovat i příprava budoucích učitelů. V matematice je nutné kromě základního učiva a potřebného nadhledu k němu poskytnout studentům další témata, která nejsou příliš vzdálena od osnov školské matematiky a která mohou rozvíjet jejich matematické znalosti a dovednosti. Současně je nutné seznamovat studenty s možnostmi pro zájmovou činnost v matematice na školách a s různými typy matematických soutěží. V tomto příspěvku jsou obsaženy dva řešené problémy ze zahraniční matematické soutěže Putnam exam. Tato soutěž

Williama Lowella Putnama se poprvé konala v roce 1938 a každoročně se jí zúčastňují zájemci z řad studentů vysokých škol v USA a v Kanadě. Je to náročná soutěž, trvající šest hodin. Je rozdělena na dvě části po třech hodinách, přičemž v každé části řeší studenti šest problémů. Oba problémy, které jsou obsahem tohoto příspěvku, mají tématicky společné to, že při jejich řešení lze využít dvojkovou poziční číselnou soustavu. Poznamenejme ještě, že převody zápisů čísel z desítkové do dvojkové soustavy a naopak považujeme za známé, podrobnosti lze nalézt v literatuře (např. Bělík 1999, Jelínek 1974). Oba uvedené problémy jsou převzaty z publikace L. C. Larsona (Larson 1990), o Josephusově problému je možno nalézt podrobnější informace v článku P. Pavlíkové (Pavlíková 2012) i na www-stránkách (Weisstein 2017).

Problém vyvážených trojic

Zadání problému: Uspořádaná trojice (x_1, x_2, x_3) kladných iracionálních čísel s vlastností $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ se nazývá vyvážená trojice, jestliže $x_i < \frac{1}{2}$, $i = 1, 2, 3$. Není-li trojice vyvážená, tj. existuje právě jeden index $j \in \{1, 2, 3\}$ s vlastností $x_j > \frac{1}{2}$ (čísla jsou iracionální), provedeme unární vyvažovací operaci V definovanou takto:

$$V(x_1, x_2, x_3) = (y_1, y_2, y_3),\text{ kde } y_i = 2x_i \text{ v případě } i \neq j,\ y_j = 2x_j - 1.$$

Není-li trojice (y_1, y_2, y_3) vyvážená, provedeme tutéž vyvažovací operaci znovu. Vede vždy tento proces po konečném počtu vyvažovacích operací V k vyvážené trojici?

Řešení problému: Úvodem poznamenejme, že po každém provedení vyvažovací operace V bude vždy platit $y_1 + y_2 + y_3 = 1$. Bez újmy na obecnosti předpokládejme $\frac{1}{2} < x_3 < 1$. Z předpokladu $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ plyne $2x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 2$, odkud plyne platnost rovnosti $2x_1 + 2x_2 + (2x_3 - 1) = 1$. S ohledem na definici operace V dostáváme $y_1 + y_2 + y_3 = 1$. Využijeme dvojkovou soustavu. Čísla x_1, x_2, x_3 vyjádříme ve tvaru:

$$x_1 = 0, a_1\, a_2\, a_3 \ldots,\quad x_2 = 0, b_1\, b_2\, b_3 \ldots,\quad x_3 = 0, c_1\, c_2\, c_3 \ldots\ ,. \qquad (1)$$

kde všechny cifry a_i, b_i, c_i, $i \in \mathbf{N}$ jsou buďto 0 nebo 1. Je-li trojice (x_1, x_2, x_3) vyvážená, tzn. $x_i < \frac{1}{2}$, $i = 1, 2, 3$, musí nutně platit $a_1 = b_1 = c_1 = 0$ (neboť tato cifra odpovídá v každém z rozvojů mocnině $2^{-1} = \frac{1}{2}$). Nyní určíme, jak se změní dvojkové zápisy (1) po provedení vyvažovací operace V. Protože cifry v zápisech daných čísel (1) odpovídají mocninám $2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3}, 2^{-4},\ldots$, je zřejmé, že násobení daného čísla dvěma vede k posunutí desetinné čárky o jedno místo doprava. V případě, že je číslo menší než $\frac{1}{2}$, zůstává u něj před desetinnou čárkou číslice 0. Je-li číslo větší než $\frac{1}{2}$ a menší než 1 (podle zadání), pak se objeví po vynásobení dvěma před desetinnou čárkou číslice 1. Podle definice vyvažovací operace V se však v tomto případě číslo 1 odečítá. Provedení vyvažovací operace tedy u všech čísel dané trojice (1) znamená posunutí desetinné čárky o jedno místo doprava a nahrazení číslice 1 před desetinnou čárkou číslicí 0. Platí tedy:

$$y_1 = 0, a_2\, a_3\, a_4 \ldots,\quad y_2 = 0, b_2\, b_3\, b_4 \ldots,\quad x_3 = 0, c_2\, c_3\, c_4 \ldots\ .$$

Postupné provádění operace V pak znamená postupné posouvání desetinné čárky doprava. Problém se nyní redukuje na zjištění, zda po konečném počtu vyvažovacích operací musí nastat případ, kdy všechna čísla ve trojici budou mít současně první číslici za desetinnou čárkou rovnu nule. Ukážeme na příkladu, že tato situace vždy nastat nemusí. Pro další úvahy je nutno si uvědomit, že vzhledem k zadání (všechna čísla jsou kladná iracionální) musí být rozvoje daných čísel v původní trojici (1) nekonečné a neperiodické. Pro konstrukci protipříkladu ukazujícího možnou nekonečnost procesu vyvažování využijeme podmínku $x_1 + x_2 + x_3 = 1$. Součet jedna lze dosáhnout např. tak, že ve vyjádření (1) musí být pro každý index $i \in \mathbf{N}$ právě jedno z čísel a_i, b_i, c_i rovno 1 a zbylé dvě rovny 0. Po rozvinutí součtu $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ ve dvojkové soustavě dostaneme za těchto podmínek číslo $0,\bar{1} = 0,11111...$, které je v desítkové soustavě rovno jedné. Příklad výchozí trojice čísel (1) lze zvolit např. takto: Nechť $a_i = 1$, právě když číslo i je liché prvočíslo, v ostatních případech nechť $a_i = 0$. Nechť dále číslo $b_i = 1$, právě když číslo $i - 1$ je liché prvočíslo, v ostatních případech nechť $b_i = 0$. Nakonec nechť $c_i = 1$, právě když $a_i + b_i = 0$, v ostatních případech nechť $c_i = 0$. Žádná dvě lichá prvočísla nenásledují v řetězci přirozených čísel bezprostředně po sobě, proto nikdy nemohou být čísla a_i, b_i pro žádný přirozený index i současně rovna jedné. Protože prvočísel je nekonečně mnoho a jejich rozložení v řadě přirozených čísel je zcela nepravidelné, nemůže být při dané volbě indexů žádný z rozvojů ve vyjádření (1) periodický. Výchozí trojici čísel volíme tedy takto:

$$x_1 = 0{,}0010101000101000101000100000101000001000... ,$$
$$x_2 = 0{,}0001010100010100010100010000010100000100... ,$$
$$x_3 = 0{,}1100000011000011000011001111000011110011... .$$

Z provedených úvah plyne, že tato trojice čísel není vyvážená a proces vyvažování prováděný postupnými iteracemi operace V nikdy nemůže skončit vyváženou trojicí, neboť při postupném posouvání desetinné čárky o jedno místo doprava vždy bude právě jedno z čísel mít hned za desetinnou čárkou číslici jedna a tedy bude větší než $\frac{1}{2}$.

Josephusův problém

Obecná formulace: Nechť $k, n \in \mathbf{N}$, $2 \leq k \leq n$. Čísla $1, ... , n$ rozmístíme v přirozeném uspořádání po obvodu kruhu (např. proti směru hodinových ručiček). Prvních $k - 1$ čísel ponecháme beze změny, pak odstraníme číslo k, dále postupně proti směru hodinových ručiček odebíráme každé k-té číslo z těch, která ještě zůstala. Proces odebírání čísel končí, jakmile na obvodu kruhu zůstane méně než k čísel. Označme $L(n, k)$ množinu těchto zbylých prvků. Problémem je určit výčtem nebo nějak charakterizovat prvky této množiny.

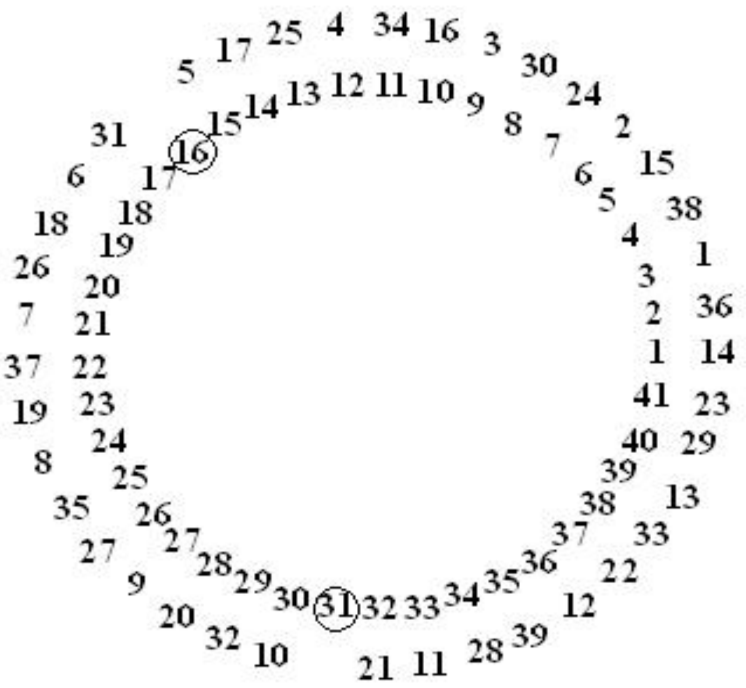
Poznamenejme, že případ pro $k = n$ je triviální; množina zbylých prvků $L(n, k)$ má vždy $k - 1$ prvků a tato situace po konečném počtu odebraných čísel musí vždy nastat.

Nyní uvedeme historický úvod k problému (převzato z Pavlíková, 2012, str. 275). „Josephus Flavius, vlastním jménem Jóséf ben Mattatjáh, se narodil v roce 37 n. l. v Jeruzalémě. Pocházel z vysoce postavené rodiny. Již od raného mládí byl velmi vzdělaný, měl přehled o židovské, řecké i římské kultuře. Když vypuklo židovské protiřímské povstání v Galilei, byl jmenován jedním z hlavních velitelů. Proti přesile, vedené vynikajícím římským vojevůdcem Vespasiánem, však Židé neměli nejmenší šanci. V červenci roku 67 n. l. byl Josephus spolu se čtyřiceti svými bojovníky obklíčen římskou armádou v úkrytu poblíž pevnosti Jotapata. Jeho vojáci se rozhodli vyhnout se zajetí tím, že si vezmou život. Josephus ovšem nesouhlasil a tak na jeho návrh losovali s tím, že další vylosovaný zabije předchozího vylosovaného, a tak budou postupovat tak dlouho, dokud nezůstane naživu jen poslední z nich, který spáchá sebevraždu. O samotném mechanismu losování nemáme podrobnější informace. Ve skutečnosti zůstal Josephus jako jeden ze dvou posledních naživu a svého přítele přemluvil, aby se společně vzdali Římanům. Zda jeho přežití bylo dílem štěstěny nebo výsledkem jeho vychytralosti, dnes můžeme pouze spekulovat.

Pravděpodobně první, kdo popis losování mezi Josephem a jeho muži doplnil legendou o rozestavení 41 mužů do kruhu a jejich postupnou eliminací, byl Girolamo Cardano (1501-1576). v jeho spise *Practica arithmetice et mensurandi singularis* z roku 1539. Za jeden z prvních pokusů o ryze matematický náhled do problematiky rozpočítávacích úloh lze označit práci Leonharda Eulera (1707-1783) z roku 1776 (Euler 1776)."

Formulace Josephusova problému z matematického hlediska podle jednoho z internetových zdrojů je následující (Weisstein, 2017). Josephus byl společně se svými 40 spolubojovníky uvězněn v jeskyni a obklíčen římským vojskem. Raději než zajetí se rozhodli volit dobrovolnou sebevraždu, přičemž postup svého sebezničení provedli v pořadí, které Josephus navrhnul. Všichni se postavili na obvod kruhu a očíslovali se čísly od 1 do 41. Každý třetí potom vždy postupně volil smrt. Bojovníci ovšem netušili, že Josephus se svým nejvěrnějším přítelem zaujali taková dvě místa v kruhu bojovníků, aby nakonec zůstali živí právě jen sami dva. Jim se nakonec po jejich přidání k Římanům podařilo zachránit. V řeči matematiky se jedná o výše popsaný problém pro výchozí hodnoty $n = 41, k = 3$. Postup sebevražd bojovníků a umístění Josephuse a jeho přítele ukazuje následující obrázek 1 (Weisstein 2017).

Obrázek 1: Josephusův problém pro n = 41, k = 3.



Na vnitřní kružnici je zobrazeno původní rozmístění čísel od 1 do 41, čísla na vnější kružnici vyjadřují, kolikátý v pořadí bude takto očíslovaný bojovník odstraněn. Zakroužkovaná čísla 16 a 31 na vnitřní kružnici po odebrání všech ostatních zůstanou (označují pozice Josephuse a jeho přítele).

Nyní se budeme věnovat řešení popsaného problému. Protože pro $k > 2$ je řešení poměrně složité a při určování $L(n, k)$ se využívá komplikovaných rekurentních vztahů a metod (Pavlíková 2012), omezíme se s ohledem na didaktický účel tohoto příspěvku na případ pro $k = 2$. Z obecné formulace plyne, že na kruhu v tomto případě zůstane nakonec jediný prvek. Z didaktických důvodů uvedeme nyní upravenou formulaci problému.

Zadání problému: Čísla $1, 2, ..., n$ rozmístíme v přirozeném uspořádání po obvodu kruhu (proti směru pohybu hodinových ručiček). Potom odstraníme číslo 2 a postupně proti směru pohybu hodinových ručiček odebíráme každé druhé číslo z těch, která ještě zůstala. Nechť $f(n)$ označuje poslední číslo, které zůstane na kružnici. Nalezněte funkční předpis pro hodnotu $f(n)$.

Řešení problému: Provedeme v několika částech. Nejprve odvodíme rekurentní vztahy pro funkci $f(n)$, potom induktivním postupem určíme hypotézu pro výpočet $f(n)$ a pomocí rekurentních vztahů ji dokážeme. Nakonec vyjádříme $f(n)$ dvěma způsoby s využitím dvojkové číselné soustavy.

Nechť je rozmístěn po obvodu kruhu sudý počet čísel $1, 2, ..., 2n$. Při prvním oběhu po obvodu kruhu budou všechna sudá čísla odstraněna, zůstane celkem n po sobě jdoucích lichých čísel $1, 3, ..., 2n - 1$. Posledním odstraněným číslem bylo číslo $2n$, proto na kružnici zůstává číslo 1, odstraní se číslo 3 atd. Vznikne tedy situace analogická základnímu rozmístění čísel $1, 2, ..., n$. Proto nyní zbylých n po sobě jdoucích lichých čísel $1, 3, ..., 2n - 1$ přeznačíme pomocí bijektivní funkce $\varphi : \{1, 2, ..., n\} \to \{1, 3, ..., 2n - 1\}$ definované předpisem $\varphi(n) = 2n - 1$ pro každý prvek množiny $\{1, 2, ..., n\}$. Místo každého lichého čísla m z množiny $\{1, 3, ..., 2n - 1\}$ si tedy na obvodu kruhu představíme číslo $\varphi^{-1}(m) = \frac{m+1}{2}$. Podle definice problému při původním rozmístění čísel $1, 2, ..., n$ zůstane po ukončení procesu odstraňování čísel jediné číslo $f(n)$. Protože $f(n) \in \{1, 2, ..., n\}$, odpovídá toto číslo s ohledem na definované přeznačení číslu $2f(n) - 1$ z počátečního rozmístění čísel $1, 2, ..., 2n$. Dohromady platí tedy pro sudý počet původně rozmístěných čísel $\{1, 2, ..., 2n\}$ vztah $f(2n) = 2f(n) - 1$.

Nechť je nyní původně rozmístěn na obvodu kruhu lichý počet čísel $1, 2, ..., 2n+1$. Úvahy budou analogické jako v předchozím případě. Při prvním oběhu budou odstraněna všechna sudá čísla, zůstane celkem $n+1$ po sobě jdoucích lichých čísel $1, 3, ..., 2n+1$. Dalším odstraněným číslem bude číslo 1, zůstane číslo 3 atd. Abychom dosáhli analogie s předchozím případem, „přiřadíme“ k prvnímu oběhu ještě číslo 1. Nyní po odstranění čísla jedna zůstane na obvodu kruhu n po sobě jdoucích lichých čísel $3, ..., 2n+1$. Z nich číslo 3 zůstane, odebere se číslo 5, zůstane 7 atd. Pro přeznačení čísel na obvodu kruhu využijeme bijektivní funkci $\psi: \{1, 2, ..., n\} \to \{3, 5, 7, ..., 2n+1\}$ definovanou předpisem $\psi(n) = 2n + 1$ pro každý prvek množiny $\{1, 2, ..., n\}$. Místo každého lichého čísla k z množiny $\{3, 5, ..., 2n+1\}$ si tedy na obvodu kruhu představíme číslo $\psi^{-1}(k) = \frac{k-1}{2}$ z množiny $\{1, 2, ..., n\}$. Poslednímu číslu $f(n) \in \{1, 2, ..., n\}$ odpovídá podle definice funkce ψ číslo $2f(n) + 1$ z původně rozmístěných čísel $1, 2, ..., 2n+1$. Dohromady pro lichý počet původně rozmístěných čísel $\{1, 2, \ldots, 2n+1\}$ platí vztah $f(2n + 1) = 2f(n) + 1$. Hledané rekurentní vztahy jsou tedy tyto:

$$f(2n) = 2f(n) - 1\ , \qquad f(2n + 1) = 2f(n) + 1 \qquad (2)$$

Nyní se budeme zabývat nalezením vztahu pro přímý výpočet hodnoty $f(n)$ (viz např. Pavlíková 2012, Weisstein 2017). Využijeme induktivní postup. Hodnoty $f(n)$ pro několik prvních hodnot n jsou uvedeny v tabulce 1:

Tabulka 1: Hodnoty $f(n)$ pro n = 1, …, 16.

n	1	2	3	4	5	6	7	8
$f(n)$	1	1	3	1	3	5	7	1

n	9	10	11	12	13	14	15	16
$f(n)$	3	5	7	9	11	13	15	1

Z tabulky lze usoudit na fakt, že hodnota $f(n)$ je rovna jedné, právě když n je mocninou čísla dvě. Přijmeme-li tento fakt za „pracovní hypotézu“, je možno v tabulce pozorovat další zákonitost. Je zřejmé, že pro každé přirozené číslo n je jednoznačně určena dvojice nezáporných celých čísel m, k s vlastností $n = 2^m + k$, přičemž současně $0 \le k < 2^m$. Vyjádříme-li takto přirozené číslo n našeho problému, potom pro hodnotu $f(n)$ platí vztah

$$f(n) = 2k + 1\ . \qquad (3)$$

Vztah (3) dokážeme matematickou indukcí. Pro $n = 1$ je tvrzení triviální a platí, stejně jako pro $n = 2$. Předpokládejme nyní, že vztah (3) platí pro všechna přirozená čísla až do $n - 1$. Další krok matematické indukce provedeme ve dvou případech.

Nechť n je sudé číslo, $n = 2^m + k$, k je sudé číslo; potom platí $\frac{n}{2} = 2^{m-1} + \frac{k}{2}$. Odtud: $f(n) = 2f\left(\frac{n}{2}\right) - 1 = 2\left(2\frac{k}{2} + 1\right) - 1 = 2k + 1$, s využitím rekurentního vztahu (2) a indukčního předpokladu (3).

Nechť nyní n je liché číslo, $n = 2m + k$, k je liché číslo, tj. $k = 2p+1$; po dosazení za k dostaneme $n = 2^m + 2p + 1$, tzn. $n - 1 = 2^m + 2p$. Potom platí $\frac{n-1}{2} = 2^{m-1} + p$, kde $p = \frac{k-1}{2}$. Platí: $f(n) = 2f\left(\frac{n-1}{2}\right) + 1 = 2(2p + 1) + 1 = 2\left(2\frac{k-1}{2} + 1\right) + 1 = 2k + 1$, opět s využitím vztahu (2) a indukčního předpokladu (3).

Další zajímavou otázkou nyní je, zda neexistuje vztah pro výpočet hodnoty $f(n)$ ve tvaru funkčního předpisu závisejícího pouze na čísle n (vztah (3) vyžaduje vyjádření čísla n pomocí dalších proměnných). Tento problém již nesouvisí s původním problémem Flaviuse Josephuse, ale jedná se o problém teorie dělitelnosti, popř. teorie čísel. V literatuře (např. Weisstein 2017) lze nalézt řešení. Hledaný vzorec je tvaru

$$f(n) = 2n + 1 - 2^{1 + [lg\, n]} \qquad (4)$$

kde $[lg\ n]$ označuje celou část reálného čísla $lg\ n$. Poznamenejme, že vztahy (3) a (4) jsou ekvivalentní a dávají pro všechna přirozená čísla n stejné hodnoty. Důkaz je velmi snadný; po dosazení do vztahu (4) platí:
$f(n) = 2\,(2^m + k) + 1 - 2^{1+[lg\ n]} = 2^{(m+1)} + 2k + 1 - 2^{1+[lg\ n]} = 2k + 1$, neboť zřejmě platí vztah $[lg\ n] = m$.

Nyní již máme k dispozici funkční předpis (4), který určuje číslo, které zůstane po odstranění všech ostatních na obvodu kruhu. Jako zajímavou aplikaci uvedeme nyní dvojí možné vyjádření tohoto předpisu pro $f(n)$ s využitím dvojkové číselné soustavy (Larson 1990). Nejprve dokážeme toto tvrzení (z didaktických důvodů uvádíme i přesnou formulaci problému):

Nechť $f : \boldsymbol{N} \to \boldsymbol{N}$ je funkce, pro kterou platí $f(1) = 1$ a která pro každé $n \in \boldsymbol{N}$, $n > 1$ splňuje funkcionální rovnice (2). Nechť $a \in \boldsymbol{N}$; číslo a vyjádříme ve dvojkové soustavě: $a = a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \ldots + 2a_1 + a_0$. Pak platí: $f(a) = b_n 2^n + b_{n-1} 2^{n-1} + \ldots + 2b_1 + b_0$, kde $b_i = 1$ v případě, že $a_i = 1$, dále $b_i = -1$, jestliže $a_i = 0$. Při převádění čísla $f(a)$ do desítkové soustavy tedy vyjdeme z rozvoje čísla a ve dvojkové soustavě, přičemž koeficienty 1 ponecháme beze změny a koeficienty 0 nahradíme číslem -1. Důkaz provedeme matematickou indukcí vzhledem k počtu cifer v zápise čísla a ve dvojkové soustavě.

Pro $a = 1$ tvrzení platí. Předpokládejme tedy, že vztah pro výpočet $f(a)$ platí ve všech případech, kdy číslo a má ve svém dvojkovém zápise $2, 3, \ldots, k$ číslic. Dokážeme, že platí i pro číslo a vyjádřené ve dvojkové soustavě $k+1$ ciframi. Nechť číslo a je vyjádřeno ve dvojkové soustavě jako $a = (a_k\, a_{k-1} \ldots a_1\, a_0)_2$. Je-li a sudé číslo, tzn. $a_0 = 0$, pak $a = 2(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2$, protože stejně jako v prvním problému vyvážených trojic vede násobení čísla vyjádřeného ve dvojkové soustavě číslem 2 k posunu „desetinné“ čárky o jedno místo doprava. Podle předpokladu platí $f\,(2a) = 2\,f(a) - 1$. Potom platí:

$$f(a) = f\,[(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1\, a_0)_2] = f\,[2(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2] = 2\,f(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2 - 1 =$$
$$= 2(b_k 2^{k-1} + b_{k-1} 2^{k-2} + \ldots + 2b_2 + b_1) - 1 = b_k 2^k + b_{k-1} 2^{k-1} + \ldots + 2b_1 + b_0$$

a tvrzení platí. Nechť nyní a je liché číslo, tj. $a_0 = 1$. Potom platí:

$$a = 2(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2 + 1,\ f(a) = f\,[2(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2 + 1] = 2\,f(a_k\, a_{k-1} \ldots a_1)_2 + 1 =$$
$$= 2(b_k 2^{k-1} + b_{k-1} 2^{k-2} + \ldots + 2b_2 + b_1) + 1 = b_k 2^k + b_{k-1} 2^{k-1} + \ldots + 2b_1 + b_0$$

a tvrzení opět platí.

Právě dokázaného vztahu lze prakticky využít pro rychlé určení čísla, které jako poslední z rozmístěných n čísel zůstane na kružnici. Stačí číslo n rozvinout ve dvojkové soustavě a každý koeficient nula v tomto vyjádření nahradit při výpočtu číslem -1. Např. $f(17) = f(10001)_2 = 16 - 8 - 4 - 2 + 1 = 3$, $f(43) = f(101011)_2 = 32 - 16 + 8 - 4 + 2 + 1 = 23$. Hodnotu $f(43)$ ověříme i podle vztahu (3). Víme, že $[lg\ 43] = 5$, proto $f(43) = 86 + 1 - 64 = 23$. Čísla jsou z kruhu pro $n = 43$ odebírána v tomto pořadí: *2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, 3, 11, 19, 27, 35, 43, 15, 31, 7, 39.*

Vyjádření hodnoty $f(n)$ lze provést i jiným, velmi efektním způsobem. Číslo n vyjádříme ve dvojkové soustavě jako $n = (a_k\, a_{k-1} \ldots a_1\, a_0)_2$. Hodnotu $f(n)$ lze pak určit velmi jednoduchým vyjádřením $f(n) = (a_{k-1} \ldots a_1\, a_0\, a_k)_2$, tj. první číslici zleva v zápise čísla n přesuneme na poslední místo napravo a ostatní ponecháme beze změny. Podobně jako v desítkové soustavě „nuly zleva“ můžeme vynechat. Např. $f(17) = f(10001)_2 = (00011)_2 = (11)_2 = 3$, $f(43) = f(101011)_2 = (10111)_2 = 23$. Důkaz již uvádět nebudeme (není obtížný a vychází z funkčního předpisu (3), viz např. Pavlíková 2012). Oba způsoby vyjádření *f(n)* pomocí dvojkové číselné soustavy jsou opět ekvivalentní.

Závěr

V příspěvku jsme demonstrovali řešení dvou problémů. Jednak problému vyvážených trojic a jednak tzv. Josephusova problému, kde jsme pro $k = 2$ podali celkem čtyři možnosti, jak určit výslednou hodnotu *f(n)*. Oba tyto problémy, stejně jako mnoho podobných dalších, na které v příspěvku nezbylo místo, pocházejí ze zahraniční matematické soutěže Putnam Exam. I z toho je vidět, že vhodnost zadávání takových problémů studentům je nesporná. I když nenaleznou případně úplné řešení problému samostatně, myšlenkové postupy při zkoumání značným způsobem rozvíjejí jejich matematické schopnosti. Současně si uvědomují různé souvislosti, kdy při řešení jednoho problému vyvstane nutnost řešit problém jiný. Při řešení Josephusova problému pro $k = 2$ jsme např. upozornili na problémy ekvivalentnosti různých vyjádření hodnoty *f(n)*. Obtížným problémem, zasahujícím i do oblasti výpočetní techniky, je řešení Josephusova problému pro $k > 2$.

Literatura

Bělík, M. (1999). *Poziční číselné soustavy*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně.

Euler, L. (1776). *Observationes circa novum et singulare progressionem genus.* Novi Commentarii academiae scientarum Petropolitane 20 (1776), 123-139.

Hejný, M. a kol. (1990). *Teória vyučovania matematiky 2*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatel'stvo.

Jelínek, M. (1974). *Numerační soustavy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Larson, L. C. (1990). *Metódy riešenia matematických problémov*. Bratislava: Alfa.

Pavlíková, P. (2012). O Josephově problému. *Pokroky matematiky, fyziky & astronomie*, *57* (4), 274-284.

Weisstein, E. W. (2017). *Josephus Problem*. From MathWorld, A Wolfram Web Resource. Dostupné z http://mathworld.wolfram.com/JosephusProblem.html.

Kontakt

doc. RNDr. Jaroslav Beránek, CSc.
Katedra matematiky, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
beranek@ped.muni.cz

Mind maps in physic

Myšlenkové mapy ve fyzice

Roman CIBULKA

Abstract

Methods for solving physical problems are different. They serve a deeper understanding of natural facts and their laws, give students the necessary basis for a better understanding of current technologies. Mind maps can be a useful tool in teaching physics. The present contribution does not aim to acquaint students with the creation of mind maps in detail, but rather wants to show the use of this method for solving problems in PHYSICS. You can also learn about selected mind mapping programs in the best of what's used.Mind map is the easiest way to get information into our brain and how to get information from it - is a creative and effective way to make notes that literally "map" our reflections.At the end of contribution, you will find examples of thought maps for a particular use in PHYSICS.

Keywords

methods of solving physical problems; mind map; software for creation of mind maps; examples of mind map

Abstrakt

Metody řešení fyzikálních problémů jsou různé. Slouží pro hlubší porozumění přírodních faktů a jejich zákonitostí, dávají studentům potřebný základ pro lepší pochopení současných technologií. Myšlenkové mapy mohou být při výuce fyziky užitečným nástrojem. Předkládaný příspěvek si neklade za cíl detailně seznámit studenty s tvorbou myšlenkových map, spíše chce ukázat využití této metody pro potřeby řešení problémů ve FYZICE. Rovněž se zde můžete seznámit s vybranými programy pro tvorbu myšlenkových map v přehledu toho nejlepšího, co se používá. Myšlenková (mentální mapa) je nejsnadnějším prostředkem, jak dostávat informace do našeho mozku a jak z něj informace dostávat ven – je tvůrčím a efektivním způsobem dělání poznámek, který doslova "mapuje" naše úvahy. V závěru příspěvku naleznete příklady myšlenkových map pro konkrétní využití ve FYZICE.

Klíčová slova

metody řešení fyzikálních problémů; myšlenková mapa; programy pro tvorbu myšlenkových map; příklady myšlenkových map

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-2*

Úvod

S nástupem a rozvojem moderní techniky a rozšířením výuky o nové obory a poznatky jsou kladeny vyšší požadavky na zapamatování si nových definic a poznatků. Učení se drilem by mohlo žáky vystavit neúnosnému psychickému tlaku. Tímto způsobem by se sice naučili novým zákonitostem, ale nedokázali by je zdůvodnit. Tím méně by byli schopni je aplikovat na jiné příklady – situace.

Do škol se zavádí nové výukové směry a mezi nimi se začíná rozmáhat metoda myšlenkových map a myšlenkového mapování.

Fyzika je oborem, kde se používá mnoho odborných názvů, pojmů, a žáci tyto pojmy neumí vysvětlit tak, aby si danou látku nemuseli bezmyšlenkovitě zapamatovávat definici za definicí. Díky tomu je zapotřebí najít správný nástroj, který zdůrazní vazby mezi pojmy a tím žáci lépe pochopí podstatu daného pojmu, nežli jeho pasivní reprodukce bez porozumění.

1. Myšlenková mapa

Myšlenková (mentální mapa) je nejsnadnějším prostředkem, jak dostávat informace do našeho mozku a jak z něj informace dostávat ven – je tvůrčím a efektivním způsobem dělání poznámek, který doslova "mapuje" naše úvahy.

Ukazuje se, že žáci nemají vypracované – osvojené myšlenkové schéma, pomocí kterého by se dostali ke správnému výsledku/řešení.

V podstatě jde o to, že jsou to poznámky, které jsou graficky seřazené. Uprostřed je centrální téma a jednotlivé větve pak reprezentují důležité pojmy (nebo pohledy) vážící se k centrálnímu tématu. Tyto větve se většinou „čtou“ po směru hodinových ručiček. Každá větev je pak ještě rozšířená (rozvinutá) dalšími větvemi.

Myšlenkové mapy fungují na principu propojení pravé a levé mozkové hemisféry, přičemž levá hemisféra uvažuje logicky a dominuje zde řízení a plánování, zatímco pravá hemisféra představuje tvůrčí část mozku, kde se tvoří naše sny a emoce. Levou hemisféru využívá většina lidí ve stavu vědomí jako hlavní část, avšak ke komplexnímu řešení problému je třeba využít i té pravé, jelikož jedině jejich propojením dokáže uživatel probudit svůj tvůrčí potenciál, spojit ho se znalostí exaktních dat a přijít tak na nové originální řešení. Myšlenková mapa toto propojení umožňuje díky kombinaci verbální části a části obrazové.

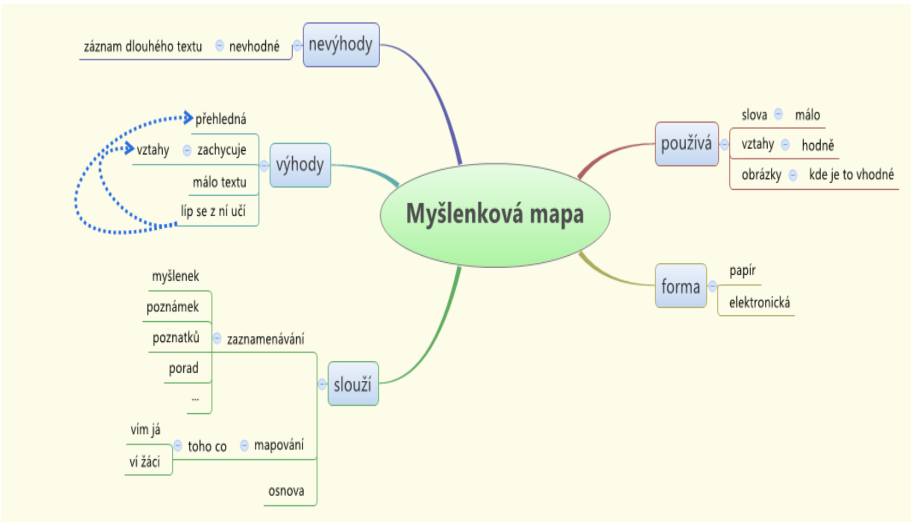
Jestliže uděláme výčet našich představ pouze ve formě textu, nepodaří se nám zachytit velké množství detailů a text nebude přehledný. Důvod je jednoduchý, v textu nemohou být na první pohled organizovaně propojené informace, chybí hierarchická posloupnost a tento výčet nepodporuje synergický způsob myšlení. Dá se říci, že myšlenkové mapy podporují přirozený chod mozku a používáním mentálních map zvyšujeme výkon mozku.

Při tvoření myšlenkových map dochází ke kooperaci levé i pravé mozkové hemisféry a tím zaměstnáváme celý mozek. Zlepšují se naše kognitivní funkce a dochází k lepšímu vštípení dané problematiky do paměti. V důsledku toho všeho dochází ke kvalitnějšímu, pro nás zábavnějšímu a zajímavějšímu, učení se.

Myšlenkové mapy můžeme využít ve výuce fyziky. Tuto metodu lze použít např. při různých didaktických úkonech (prezentace učiva, diagnostika žákových znalostí, řešení problémových úloh, žákovské projekty). Fyzika je oborem, kde se používá mnoho odborných názvů, pojmů. Hodně žáků tyto pojmy neumí vysvětlit tak, aby si danou látku nemuseli bezmyšlenkovitě zapamatovávat definici za definicí.

Myšlenková mapa může být tím správným nástrojem, který zdůrazní vazby mezi pojmy a napomůže žákovi lépe pochopit podstatu daného pojmu, nežli jeho pasivní reprodukce bez porozumění.

Obrázek č. 1 – myšlenková mapa



2. Software pro tvorbu myšlenkových map

Abyste vybrali tu správnou aplikaci pro tvorbu myšlenkových map, existuje jen jedna rada: zkoušejte, zkoušejte, zkoušejte. Pokud vás mapování chytne a nebudou vám stačit základní funkce, je ve většině případů možné přejít na placenou verzi. Chybu rozhodně neuděláte, pokud začnete s uvedenými aplikacemi.

Tabulka č. 1 – Nástroje na tvorbu myšlenkových map

Desktopové řešení - free	
FreeMind	
FreePlane	
Xmind	
M8! Mind Map	
Desktopové řešení - placené	
MindManager	
VisualMind	
NovaMind	NovaMind
iMindMap	
Webové aplikace – on line	
MindMeister	
MindOmo	
Bubbl.us	

Další aplikace např. na:
https://mujsoubor.cz/magazin/5-nejlepsich-aplikaci-pro-tvorbu-myslenkovych-map
http://www.cnews.cz/7-nastroju-pro-tvorbu-myslenkovych-map/

3. Vlastní tvorba myšlenkové mapy

Informace se v mapách objevují ve vizuální podobě. Myšlenkové mapy vlastně převádí i nejsložitější témata do „jednoduchých" diagramů, znázorňujících klíčová témata, doplňující informace a především jejich vzájemné vztahy.

Když se žáci/studenti pustí do tvoření myšlenkové mapy, musí nejprve rozložit komplexní, nezpracované informace (znalost) a problémy do klíčových konceptů (analýza), zhodnotit jejich význam, uspořádat (porozumění) a následně je vzájemně propojit (syntéza), a tedy použít v systému, který žák/student chápe. Vlastní kresby (či další „grafická" vylepšení map) potom zapojují do práce na mapě také tvořivost.

Myšlenkové mapování využívá hodně velké množství myšlenek nebo pojmů. To vůbec nevadí. Teorie myšlenkových map nám říká, že čím více myšlenek postihneme v naší mapě, tím snáze si problematiku zapamatujeme díky vyšší asociaci a tím lépe si můžeme celou mapu vybavit zpátky z paměti.

Tony Buzan (neuropsychog) ve své knize píše: „Tato technika pomáhá lidem zlepšit svůj život, pokud potřebujeme cokoliv naplánovat, zapamatovat si nebo vymyslet, myšlenkové mapování je pro to nejlepší volba."

Navržená pravidla mají podporovat tvůrčí a přehledný zápis poznámek, řešení problémů, organizování času. Doporučený postup při tvorbě myšlenkových map:

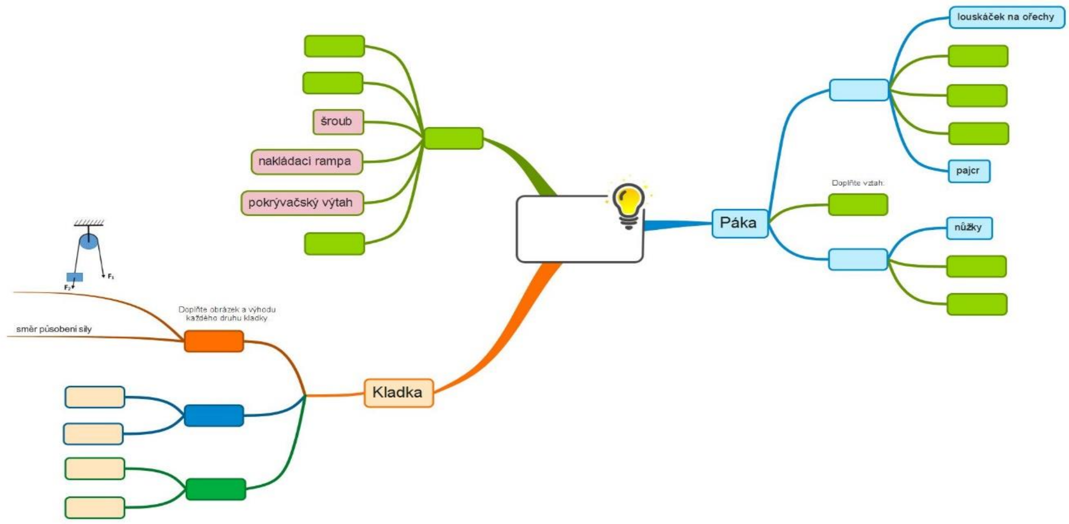
- Hlavní myšlenka je vždy uprostřed (můžeme doplnit obrázkem)
- Používání barev
- Hvězdicová struktura začínající od středu
- Používání křivek a nerovných čar
- Využívání obrazových symbolů
- Pouhých několik slov bez vět

4. Myšlenkové mapy ve fyzice

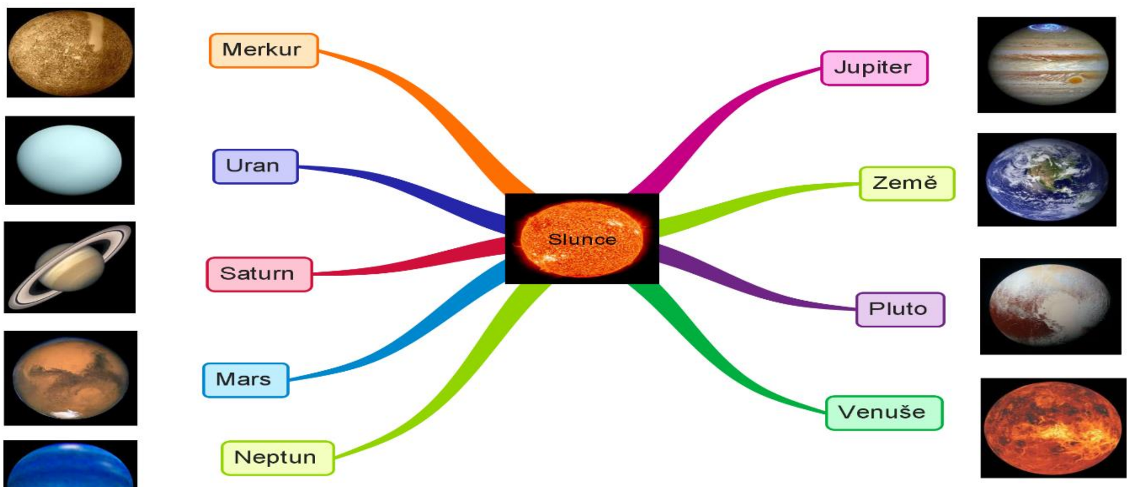
Myšlenkovou mapu je možné použít na začátku vyučovací hodiny jako motivace před hlavní částí výuky. Jestliže učitel začíná výuku nové látky, myšlenková mapa mu může pomoci na začátku zjistit žákovu úroveň dosavadních znalostí o tomto novém problému. Učitel pak ví, na jakých základech má stavět další látku. Později se může o tuto mapu opřít a dále ji rozvíjet. Myšlenkovou mapu může učitel využít k motivaci žáků, vyvolat diskuzi nad daným problémem a rovněž postupně ukazovat náplň vyučované hodiny popřípadě celého celku, který bude probírán v následujících hodinách. Větší význam má myšlenková mapa navržena přímo žákem. Nejen že je to motivačním prvkem, ale i hodnotícím. Učitel si tak může zjistit, jak bylo nové učivo zapojeno do předchozích pojmů a znalostí. Z této, žákovy vytvořené myšlenkové mapy, může učitel určit, jak moc byly žákovy představy o konkrétních pojmech chybné nebo naopak správné. Dokonce zjistí, jestli se žák nad problémem zamyslel i z jiné roviny pohledu. Žákem vytvořená mapa slouží učiteli pro hodnocení žákovy práce, úrovně nabytých znalostí a také zhodnotí správné žákovo zařazení pojmu. Tudíž pojmové mapování odhaluje poznané nebo chybné myšlení a heuristicky popisuje úroveň a předmět edukace dané látky. Také má autoevaluační prvky, kdy se může sám žák dozvědět, jak pokročil ve svém bádání.

Učitel může využit i myšlenkovou mapu ke zkoušení ve formě tzv. slepých myšlenkových map, kdy žák má doplnit chybějící, ale přitom jasně zařazené pojmy k danému učivu.

Obrázek č. 2 – slepá myšlenková mapa – jednoduché stroje



Obrázek č. 3 – slepá myšlenková mapa - planety



Seřaď planety od nejbližší k nejvzdálenější od SLUNCE.								
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

Závěr

Tony Buzan vymyslel myšlenkové mapování, nástroj pro zefektivnění našeho myšlení, v šedesátých letech minulého století. I když je tato metoda zhruba padesát let stará, myšlenkové mapování jako inovativní vzdělávací nástroj přišel do našich škol teprve nedávno. Jako první začaly výuku pomocí myšlenkového mapování prosazovat alternativní školy jako waldorfská škola nebo škola Marie Montessori, ale nyní se tento fenomén pomalu přesunuje i na klasické základní a střední školy.

Myšlenkové mapy můžeme použít ve výuce fyziky prakticky na jakoukoliv část výuky.

- Při prezentaci výuky – myšlenková mapa jako mapa pojmů
- Diagnostika znalostí – slepá mapa
- Řešení problémových úloh – myšlenková mapa jako mapa pojmů
- Projektová výuka
- Seminární práce
- Skupinové práce
- Laboratorní měření

Využívání myšlenkových map ve výuce obecně je trend posledních několika let. Je to grafické znázornění našich myšlenek, plánů, někdy i hodnot i pocitů v podobě stromové struktury – schématu. Důležité je, že právě jejich struktura nám pomáhá si utřídit, co je důležité více a co méně, co s čím souvisí, a z čeho vychází i to, jak to vnímáme my sami. Myšlenkové mapy nám pomáhají s procesem pochopení i učení. Jsou užitečné i v tom, že nám umožňují vidět v jednom jediném zobrazení jednotlivosti i celek a vazby mezi nimi. Šetří čas, jsou více názorné a v neposlední řadě pomáhají utřídit si myšlenky, priority a naše hodnoty.

Myšlenkové mapy a jejich používání není však pro každého, i když jejich použití je jednoduché. Je to dovednost jako každá jiná. Jestliže ve správném čase se potkají ty správné podmínky a okolnosti, budou v tu chvíli myšlenkové mapy pro daného žáka nebo učitele užitečné a prospěšné. A z myšlenkové mapy najednou uvidí správné řešení problému úplně jasně a relativně snadno.

Obrázek č. 4 – myšlenková mapa - začátek

Literatura

Burzan, T. (2007) *Mentální mapování*. Vyd. 1. Praha: Portál, ISBN 978-80-7367-200-3.

Havrlíková, Z. (2015) *Myšlenkové mapy*. Dostupné z: http://www.havrlikova.cz/myslenkove-mapy/

Krotil, D. (2014) *Pojmové a myšlenkové mapy ve vyučování fyziky*. Dostuné z: http://theses.cz/id/iy7xj9/Daniel_Krotil_Fn-In_-_Mylenkov_mapy_ve_vuce_fyziky.pdf

Talentovaní.cz (2013) *Vzdělávání v souvislostech ve fyzice*. Dostupné z: http://talentovani.cz/predstavujeme/-/asset_publisher/0Jan/content/vzdelavani-v-souvislostech-ve-fyzice

Tschiboblog.cz (2015) *Myšlenkové mapy, nový způsob učení*. Dostupné z: http://www.tchiboblog.cz/myslenkove-mapy-novy-zpusob-uceni/

Kontakt

Mgr. Roman Cibulka, MBA
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové, Česká republika
cibulro1@uhk.cz

Do pupils' knowledge and skills decrease also in leisure time activities?

Klesají znalosti a dovednosti žáků i v jejich zájmové činnosti?

Hana CÍDLOVÁ

Abstract

Tourist race, organized by the Club of Czech Tourists, is annually attended by several hundred children and adults. Although it is based on cross-country running, a significant role is played by other competitive tasks, such as recognizing of shrubs and trees, recognizing of tourist signs, topographical signs, cultural-cognitive activity, work with a map and compass or outdoors estimating of distance. The temper of racing is very strongly motivating to cope with these tasks. The paper discusses the success of competitors in children's categories in solving chosen biological and geographical tasks in Czech Cup of Tourist race in the years 2008-2016. Decreasing level of knowledge and skills of pupils is observed also in their leisure time activities.

Keywords

motivation; biology; geography; knowledge; skills

Abstrakt

Turistického závodu, pořádaného Klubem českých turistů, se každoročně účastní několik set dětí i dospělých. Přestože jeho základem je terénní běh, nezanedbatelnou roli hrají další soutěžní úkoly, např. poznávání dřevin, poznávání turistických a topografických značek, kulturně-poznávací činnost, práce s mapou a buzolou nebo odhad vzdálenosti v terénu. Atmosféra závodů je pro zvládnutí uvedených úkolů velmi silně motivující. V příspěvku je rozebrána úspěšnost závodníků dětských kategorií při řešení vybraných přírodopisných a zeměpisných úkolů v Českém poháru Turistického závodu za roky 2008-2016. Je vypozorována klesající úroveň znalostí a dovedností žáků i při jejich zájmové činnosti.

Klíčová slova

motivace; přírodopis; zeměpis; znalosti; dovednosti

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-3*

Úvod

Protože je všeobecně známo, že znalosti a dovednosti českých žáků se postupně zhoršují, zajímalo autorku výzkumu, zda se tato negativní tendence projevuje i v oblasti zájmové soutěžní činnosti, nebo pouze ve školním prostředí. Jako vhodná podkladová data autorka využívá výsledky Českého poháru Turistického závodu za posledních 9 let, neboť jeho úkoly kromě vysloveně sportovně-dovednostní složky (běh, plížení, hod míčkem apod.) vyžadují i znalosti a dovednosti blízké školním podmínkám (např. rozpoznávání dřevin, rozpoznávání turistických a topografických značek, práce s mapou a buzolou,…). Na rozdíl od školy však lze očekávat, že žáci účastnící se závodů Českého poháru tuto činnost vykonávají více dobrovolně.

Turistický závod, pořádaný v České republice Klubem českých turistů (Vaněk, 2017a) již řadu let, je soutěž určená pro nejširší veřejnost, bez ohledu na věk, trénovanost, oddílovou příslušnost soutěžících apod. Jeho základem je terénní běh v délce (podle věkové kategorie) 2-6 km, doplněný dalšími úkoly, za jejichž chybné splnění jsou soutěžící penalizováni tzv. trestnými minutami, které se přičítají k jejich běžeckému času. Úkoly jsou kromě sportovních a tábornických zaměřeny na poznávání dřevin a na znalosti a dovednosti geografické (práce s mapou a buzolou, poznávání turistických a topografických značek, poznávání českých hradů, zámků, skalních útvarů a další). Takto jsou nejčastější účastníci soutěže (děti a mládež se sportovním, především běžeckým talentem) silně motivováni také ke zvládnutí vybraných přírodopisných a geografických dovedností. Nezanedbatelná je však i motivace opačným směrem: soutěžící, kteří dobře zvládají teoretické úkoly, avšak bez většího sportovního nadání, mají také šanci na úspěch.

Cíle výzkumu

Obdobný výzkum již byl autorkou proveden a publikován dříve (Cídlová, 2013a, b). Zjištění učiněné v citovaných textech bylo, že průměrný počet chyb všech žákovských kategorií při řešení úkolů zaměřených na poznávání dřevin během let 2008-2013 postupně rostl, zatímco při poznávání turistických a topografických značek se průměrný počet chyb držel v uvedeném období na přibližně konstantní hodnotě. Hlavním cílem tohoto výzkumu je prodloužit sledovaný interval o další tři roky a zjistit, zda zhoršující se tendence úspěšnosti poznávání dřevin je stálá, nebo zda se vyvíjí – a jak.

Provedení výzkumu

Jako zkoumaný vzorek byli vybráni soutěžící v dětských kategoriích:
- nejmladší žákyně (věk 10 roků a mladší)
- nejmladší žáci (věk 10 roků a mladší)
- mladší žákyně (věk 11-12 roků)
- mladší žáci (věk 11-12 roků)
- starší žákyně (věk 13-14 roků)
- starší žáci (věk 13-14 roků).

V tomto výzkumu jsou zpracovány výsledky všech dětí, které se zúčastnily alespoň jednoho závodu Českého poháru alespoň v jednom z roků 2008-2016. Počet soutěžících v jednotlivých kategoriích se každoročně pohybuje přibližně mezi 25 až 35. Pro každý rok tedy byly vyhodnoceny údaje o celkem přibližně 200 dětech.

Pro získání potřebných dat byly využity výsledky jednotlivých závodů Českého poháru, přístupné na internetu (Vaněk, 2017b), a to pro roky 2008-2016. Přestože jsou k dispozici i data z krajských závodů, byla pro výzkum využita data ze závodů Českého poháru. Důvodem byla snaha o zachování stejných podmínek pro všechna vyhodnocovaná data alespoň uvnitř jednotlivých závodů. Současně se tímto způsobem vyloučí chybovost daná v krajských závodech tím, že těchto nižších soutěží se účastní i nepřipravení náhodní kolemjdoucí.

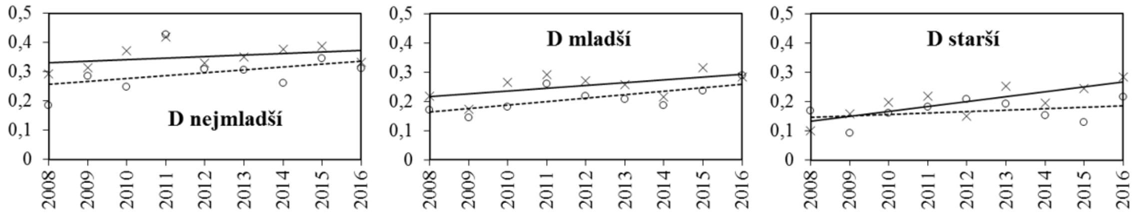
Pro sledované období jsou na uvedené webové adrese dostupné údaje o úspěšnosti jednotlivých závodníků při řešení úkolů na jednotlivých kontrolách. Je tedy známa informace, kolik z celkového počtu řešených otázek vyřešil daný závodník správně.

Seznam otázek, na které soutěžící na kontrolách Dřeviny a Turistické a topografické značky odpovídají, je již více než 15 roků stejný. Konkrétně mají soutěžící v žákovských kategoriích v závodě poznat 6 z celkového počtu 16 dřevin a dále pak 15 z celkového počtu 48 turistických a topografických značek. Otázka je vždy položena formou výběru ze čtyř nabídek, z nichž jedna je správná. Seznamy otázek i potřebná vyobrazení jsou závodníkům v době přípravy na soutěž volně k dispozici (Vaněk, 2017a).

Výsledky a jejich diskuse

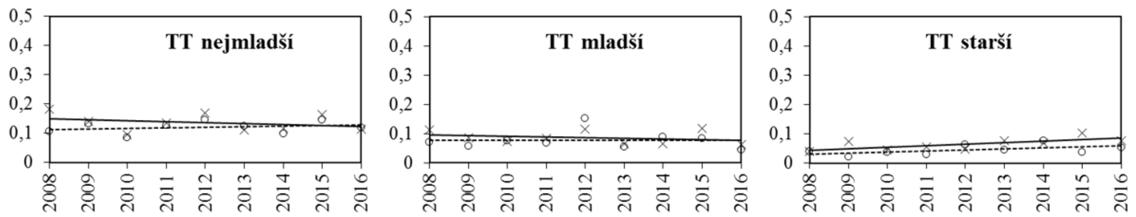
Výsledky jsou shrnuty v obrázku 1 a obrázku 2. Do grafů je vynesen pro jednotlivé soutěžní kategorie po jednotlivých letech průměrný počet chyb připadajících na jednu otázku zodpovídanou na dané kontrole a na jednoho nediskvalifikovaného závodníka účastnícího se daného závodu. Tento údaj byl vypočten jako celkový počet chyb v dané kategorii a na dané kontrole (pro nediskvalifikované závodníky), dělený počtem nediskvalifikovaných závodníků v dané kategorii a dělený počtem úkolů zadaných na dané kontrole (u dřevin 6 úkolů, u turistických a topografických značek 15 úkolů).

Obrázek 1: Průměrný počet chyb na 1 závodníka a 1 otázku (svislá osa) přes všechny závody Českého poháru v daném roce (vodorovná osa) na kontrole Dřeviny. - - o - - dívky, — x — hoši



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 2: Průměrný počet chyb na 1 závodníka a 1 otázku (svislá osa) přes všechny závody Českého poháru v daném roce (vodorovná osa) na kontrole Turistické a topografické značky. - - o - - dívky, — x — hoši



Zdroj: Vlastní zpracování

Z obrázků č. 1 a č. 2 je patrné, že:

- Průměrný počet chyb při poznávání dřevin (jednu otázku a jednoho závodníka) je větší než analogický údaj pro poznávání turistických a topografických značek (obrázek 2).
- Výsledky děvčat na obou kontrolách jsou nepatrně lepší než výsledky chlapců.
- Na obou kontrolách roste úspěšnost řešení s rostoucím věkem závodníků (přesněji s věkovou kategorií). Současně však lze z obrázku 1 vysledovat, že průměrný počet chyb všech žákovských kategorií při řešení úkolů na kontrole Dřeviny během let 2008-2016 stoupá (plyne ze sklonu spojnic trendu v obrázku 1). Není vyloučeno, že by to mohlo být způsobeno tím, že české děti s rodiči stále méně chodí do přírody, což je pozorovatelné např. v dětských kresbách, jak upozorňují Yilmaz et al. (2012).
- Na kontrole Turistické a topografické značky u starších žáků je patrná ještě jedna varující tendence: obdobně jako u dřevin, i zde začíná růst průměrný počet chyb. Přestože tedy jde o dobrovolnou zájmovou činnost a starší žáci se mohou turistické a topografické značky učit nezávisle na rodičích či vedoucích kroužků, chybují stále více. Je tedy zřejmé, že starší žáci se stále méně snaží.

To, co je obecně vypozorováno ve školách (během let postupně klesá úroveň znalostí žáků i jejich snaha systematicky se do školy připravovat), se začíná projevovat i na úrovni zájmové činnosti.

Na kontrole Dřeviny se tato tendence zhoršování projevuje u chlapců (obrázek 3 vpravo). Na obrázku 3 je vynesen poměr počtu chyb nejmladších žáků (žákyň) ku starším žákům (žákyním) v závislosti na roce konání závodu. V ideálním případě by starší žáci měli mít méně chyb a nejmladší žáci více chyb, poměr vynesený na svislé ose v obrázku č. 3 by tedy mělo být v průměru konstantní číslo s hodnotou větší než 1. Je však zřejmé, že zejména na kontrole Turistické a topografické značky tato hodnota postupně klesá, smazává se tedy rozdíl mezi úspěšností nejmladších žáků a starších žáků (mimo jiné daný i tím, že starší žáci dělají stále více chyb).

Obrázek 3: Poměr počtu chyb nejmladších žáků (žákyň) ku starším žákům (žákyním) v závislosti na roce konání závodu. - - o - - dívky, — x — hoši, TT ... Turistické a topografické značky, D … Dřeviny.

Zdroj: Vlastní zpracování

Pokud jde o zjištění odpovědi na otázku, jak se vyvíjí zhoršující se tendence v rozpoznávání dřevin, je získání odpovědi obtížné, s ohledem na rozptyl dat, celkově nízký počet chybných odpovědí a s ohledem na chyby náhodné (např. přehlédnutí závodníka při zápise odpovědí do závodní karty). Pokud o analýzu byl nicméně proveden tímto způsobem: Pro jednotlivé kategorie byla za roky 2008-2013 a 2013-2016 vypočtena směrnice přímek (lineární spojnice trendu), které jsou v obrázcích 1 a 2. Výsledek shrnuje tabulka 1.

Tabulka 1: Směrnice trendu průměrného počtu chyb na kontrole Dřeviny u žákovských kategorií za roky 2008-2013, resp. 2013-2016.

	Směrnice trendu 2008-2013	Směrnice trendu 2013-2016
Nejmladší žákyně	0,0243	0,0098
Nejmladší žáci	0,0111	-0,0047
Mladší žákyně	0,014	0,0294
Mladší žáci	0,0148	0,0178
Starší žákyně	0,0149	0,0049
Starší žáci	0,0214	0,0146

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledků je zřejmé, že ve dvou případech (v tabulce č. 1 vyplněno šedě) se směrnice spojnice trendu za poslední 4 roky zvětšila, ve čtyřech zbývajících případech se směrnice spojnice trendu naopak zmenšila, avšak pouze v jediném případě přešla do záporných hodnot (což znamená snížení počtu chyb). Zdá se tedy, že celkové zhoršování schopnosti rozpoznávat dřeviny se zpomaluje, což by mohlo být dobrým znamením.

Závěr

Sama účast soutěžících na závodech Českého poháru je pro zvládnutí všech typů soutěžních úkolů silně motivujícím prvkem. Pro kontroly Dřeviny a Turistické a topografické značky bylo zjištěno, že na téže kontrole roste úspěšnost řešení s rostoucím věkem závodníků (přesněji s věkovou kategorií), avšak rozdíly mezi nejmladšími a nejstaršími soutěžícími žáky se postupně zmenšují, což je patrné zejména na kontrole Turistické a topografické značky. Zdá se tedy, že starší soutěžící věnují teoretické přípravě na závod menší úsilí než dříve. Úspěšnost řešení úloh na kontrole Dřeviny je podstatně menší než úspěšnost řešení úloh na kontrole Turistické a topografické značky. Současně bylo vysledováno, že průměrný počet chyb všech žákovských kategorií při řešení úkolů na kontrole Dřeviny během let 2008-2016 postupně roste, avšak lze doufat, že toto zhoršování se již začíná zpomalovat. Kromě toho bylo zjištěno, že výsledky děvčat na obou kontrolách jsou nepatrně lepší než výsledky chlapců. Tato skutečnost je zřetelnější na kontrole Dřeviny.

Literatura

Cídlová, H. (2013a). Turistický závod jako motivační činitel v přírodopise a zeměpise. In J. Novotná (Ed.), *Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II* (s. 18-23). Brno: Masarykova Univerzita.

Cídlová, H. (2013b). Využití sportovní soutěže k motivaci v přírodopise a zeměpise. In J. Novotná (Ed.), *Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II* (s. 153-160). Brno: Masarykova Univerzita.
Vaněk, P. (2017a). *Turistický závod.* Dostupné z: http://www.turisticky-zavod.cz/.
Vaněk, P. (2017b). *Turistický závod: Výsledky sezóny 2017*. Dostupné z: http://www.turisticky-zavod.cz/index.php?page=vysledky_2017
Yilmaz, Z., Kubiatko, M., & Topal, H. (2012). *Czech Children's Drawing of Nature*. Dostupné z: http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1003003.pdf

Kontakt

doc. Mgr. Hana Cídlová, Dr.
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
cidlova@ped.muni.cz

Role of games in the popularization of mathematics

Úloha hier v popularizácii matematiky

Mária ČUJDÍKOVÁ; Vladimíra LAŠŠÁKOVÁ

Abstract

This article is about the role of games in the popularization of mathematics. It deals with actual examples of mathematical concepts that appear in popular games. The paper focuses on the task of mathematics in escape room games, computer, and console games.

Keywords

popularization of mathematics; educational game; escape rooms; ICT in mathematics

Abstrakt

Práca pojednáva o úlohe hier v popularizácii matematiky. Uvádza konkrétne príklady matematických konceptov, ktoré sa vyskytujú v existujúcich hrách, pričom sa zameriava na matematiku v únikových, počítačových a konzolových hrách.

Kľúčové slová

popularizácia matematiky; edukačná hra; úniková hra; IKT vo vyučovaní matematiky

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-4*

Úvod

V článku pojednávame o možnostiach popularizácie matematiky prostredníctvom vybraných typov hier, ktoré majú potenciál osloviť široké spektrum záujemcov a zabezpečiť tým pôdu vhodnú na rozvoj matematických zručností na poli pedagogiky voľného času. Okrem literatúry v článku vychádzame zo skúseností pri usmerňovaní ľudí hrajúcich únikovú hru a vlastných hráčskych zážitkov.

V článku sa snažíme poukázať na to, že pokiaľ je správne nastavená náročnosť matematickej úlohy (nie je príliš zložitá, no predstavuje výzvu) a je umiestnená vo vhodne zvolenom kontexte, má potenciál spôsobiť radosť zo samotného procesu riešenia a tým prispieť k budovaniu pozitívneho vzťahu k matematike.

Teória plynutia

Teória plynutia Mihályho Csíkszentmihályho popisuje plynutie ako mentálny stav operácií v ktorej je človek venujúci sa aktivite naplno vnorený do pocitu energizujúceho sa sústredenia. Je naplno zapojený a užíva si samotný aktívny proces. Zjednodušene povedané, plynutie je charakterizované tým, že človeka naplno pohltí to, čo robí. Umelci alebo vedci tak pohltení ich prácou, že odmietajú to, že potrebujú jesť, vodu alebo dokonca spánok. Tento proces získal názov "flow" (plynutie, tečenie, tok), pretože niekoľko respondentov v roku 1975 opisovali proces používaním metafory vody, ktorá ich unáša, berie ich so sebou.

Nazdávame sa, že tento mentálny stav môže byť žiadaný aj v pedagogickom procese a to nielen v rámci pedagogiky voľného času.

Teória plynutia bola jedným zo základných kameňov stojacich pri zrode únikových hier v Maďarsku, ktoré je často považované za kolísku tohto typu hier v rámci Európy.

Matematika v únikových hrách

Úniková hra je forma voľnočasovej aktivity v ktorej sa skupina hráčov snaží dostať zo zamknutej tematicky upravenej miestnosti počas vopred stanoveného časového limitu. V miestnosti sú pre nich skryté rôzne úlohy, šifry a rébusy, riešením ktorých sa v hre posúvajú ďalej.

Niektoré matematické koncepty sa vyskytujú v únikových miestnostiach prirodzene, najmä vo forme kombinatorických alebo logických úloh. Je dôležité uvedomiť si, že ide o voľnočasovú aktivitu, ktorej sa zúčastňuje pomerne široké spektrum ľudí, ktorých vzťah k matematike a úroveň matematických znalostí nie je možné dopredu poznať. Preto považujeme za dôležité sa pri samotnom dizajnovaní úloh pridržať dvoch jednoduchých pravidiel. Jedným je, že matematika v úlohách by nemala hráčov vystrašiť a mala by byť do hry včlenená tak, aby nenarúšala atmosféru samotnej hry. Zložitosť aplikácie tohto pravidla do veľkej miery závisí od témy konkrétnej miestnosti, napríklad do príbehu šialeného vedca sa matematické koncepty dajú včleniť menej násilne jako do príbehu o kuchárovi, či svete ovládanom mačkami. Druhým, nemenej dôležitým je, že v samotnej hre by sa od hráča nemali požadovať žiadne vedomosti na ktoré by nemal ako prísť počas samotnej hry, tzv. "outside knowleadge". Často sa vedú diskusie o tom, čo je možné očakávať, že hráči poznajú a čo už sa považuje za "outside knowleadge", pričom dizajnéri v tomto smere nie sú jednotní. Keď problematiku zúžime na matematické koncepty, tak zjednodušene môžme povedať, že je akceptovateľné, že očakávame, že hráči vedia sčítať dve čísla, no nedá sa predpokladať, že hráči poznajú napríklad goniometrické funkcie. Prax viacerých úspešných únikových miestností hovorí, že nie je nutné sa zložitejším matematickým konceptom úplne vyhýbať, iba je nutné poskytnúť hráčom dostatok podkladov a času na ich začlenenie do riešenia úlohy.

Pre predstavu uveďme niekoľko konkrétnych príkladov matematických konceptov vyskytujúcich sa v miestnostiach a poukážme na možné problémy s ich začlenením do herného konceptu:

- Riešenie sústavy rovníc alebo nerovníc v obore celých alebo racionálnych čísel: vo viacerých únikových miestnostiach sa vyskytuje v rôznych obmenách sústava rovníc alebo nerovníc. Niekedy bývajú premenné nahradzované rôznymi piktografickými symbolmi v závislosti na konkrétnej téme miestnosti tak, aby čo najmenej narušovali atmosféru hry. Napríklad do miestnosti o legendárnom kuchárovi utekajúcom pred talianskou mafiou by pravdepodobne len veľmi ťažko zapadla sústava šiestich nerovníc. Úloha v hráčovi zanechá úplne iný dojem, keď sú jednotlivé premenné nahradené obrázkami potravín a nerovnice sú napísané na kuchynskom náčiní. Podobne v miestnosti s čarodejníckou tematikou vás v hviezdnej oblohe nebudú rušiť rovnice, kde sú premenné reprezentované jednotlivými symbolmi zverokruhu a pod. V niektorých prípadoch sa však tvorcovia miestnosti rozhodnú označovať premenné aj písmenami. Takto poňatá úloha je napríklad v Alchymistickom laboratóriu firmy MysteryRoom. V ťažkej variante hry hráči postupne nájdu 9 rovností (11 neznámych) z ktorých majú úpravami zistiť hodnotu troch neznámych, ktoré im pomôžu v otvorení číselného zámku a tým ich priblížia k splneniu cieľa. Z rozhovorov s tvorcami tejto miestnosti vyplynulo, že hráči nezvyknú reagovať na túto úlohu negatívne. Fakt, že po dlhodobej optimalizácii prišli k rozhodnutiu ponechať úlohu len v najťažšej verzii hry však nasvedčuje tomu, že úloha pre hráčov nie je elementárna. Ďalším z pohľadu matematiky zaujímavým aspektom je fakt, že je potrebné, aby si hráči uvedomili obor, v ktorom sústavy rovníc alebo nerovníc riešia. Často im riešenie výrazne zjednoduší fakt, že na základe indícií vedia, že potrebujú získať celé čísla, ktoré majú určitý počet miest.

- <u>Geometria a meranie, vzťahy v trojuholníku, uhly:</u> ďalším matematickým konceptom, ktorý sa často v únikových hrách vyskytuje je meranie. Používajú sa rôzne alternatívne meradlá - povrazy či tyče. S nameranými hodnotami sa ďalej pracuje, stretávame sa dokonca s tým, že je potrebné z nameraných hodnôt zistiť sínus alebo kosínus niektorého z uhlov. V takomto prípade by však nebolo rozumné predpokladať, že hráči tieto vzťahy poznajú, je nutné ich nejakým spôsobom priblížiť aj tým, ktorí sa s nimi nestretávajú, či dokonca nikdy nestretli, napríklad deti, pre ktoré je tento koncept absolútne neznámy. Z vlastnej skúsenosti však usudzujeme, že nešikovné začlenenie takéhoto konceptu môže pri hraní hry pôsobiť rušivo. Skryť nápovedy ku goniometrickým funkciám napríklad do príbehu o nepokojnej duši mnícha nie je síce nemožné, no ani jednoduché a často to nezvládane ani kolektív tvorcov s bohatými skúsenosťami. Na orientáciu v priestore a natáčanie rôznych objektov sa často využívajú uhly. Tak ako pri goniometrii, aj tu považujeme za vhodné, aby sa v mieste konania hry nachádzala vhodná pomôcka, napríklad náčrt plného, priameho alebo pravého uhla. Začlenenie tohto konceptu považujeme na našom trhu za lepšie zvládnutý.
- <u>Postupnosti</u>: v tzv. únikových hrách prvej generácie, t.j. hrách, ktoré nevyužívajú interaktívne prvky, magnetické zámky a mikropočítače je najčastejším výstupom úlohy kľúč alebo kód k číselnému zámku. Veľké množstvo kódových zámkov prirodzene otvára dvere najrôznejším postupnostiam, ktoré je možné do hry jednoducho zakomponovať. Stretávame sa s tým, že jednotlivé prvky postupnosti sú reprezentované číslami alebo istým počtom ľahko spočitateľných prvkov, napríklad zápalky, ako tomu bolo v staršej verzii Vojakovej cely od spoločnosti unIQue room. Počítať sa však dajú aj mince, bodky na muchotrávkach, blesky na oblohe… a tak sa postupnosti rôznej náročnosti dajú vhodným spôsobom začleniť do takmer akejkoľvek témy.
- <u>Aritmetika čísel do 10 000:</u> v miestnostiach sa stretávame aj s aritmetikou čísel do 10 000, kde jednooduchá úloha na sčítanie či násobenie nahradzuje priamo napísaný číselný kód. Často je súčasťou úlohy, kde hráči jednotlivé sčítance, či činitele odkrývajú, či odhaľujú, napr. sú viditeľné len pod UV svetlom a pod. Rizikovým faktorom je, že v stresových situáciách narastá chybovosť, čo môže hráčov jednoducho znechutiť.
- <u>Kombinatorika:</u> s kombinatorickými úlohami sa v únikových miestnostiach stretávame v mnohých formách.
- <u>Logika:</u> okrem základných konceptov ako rozhodovanie, aký objekt, nápoveda,

či informácia môžu byť pri riešení užitočné sa stretávame aj s typmi úloh, kde musíme vylučovaním možností a kombinovaním podmienok prísť na správne riešenie. Ako príklad nám môže poslúžiť úloha z Vojakovej cely od spoločnosti unIQue room. Na obr. 1 vidíme počiatočné rozloženie figúrok, pri ktorých nájdení mali hráči priamo dané súradnice, kde sa má figúrka nachádzať. Už z počiatočného rozostavenia sa dá jednoznačne určiť, že nejde o žiadnu šachovú situáciu.

Obrázok 1: Počiatočné rozostavenie šachových figúrok v logickej úlohe

Zdroj: archív unIQue room s.r.o.

Okrem toho hráči nájdu sedem figúrok bez súradníc a nasledujúce nápovedy:

- Ve sloupci E nestojí žádný pěšák.
- Ve sloupci G není žádná figurka.
- Černý kůň: Jak někdo ublíží černé královně, okamžitě ji pomstím.
- 2x černý pěšák: Stojíme po boku černého koně.
- Bílá královna: V řádku a sloupci, ve kterém stojím, stojí tři střelci.
- 3x bílý pěšák: Stojíme po boku bílé královny.
- Žádný černý pěšák není po boku s věží.

Vzhľadom na to, že nemožno predpokladať, že hráči vedia, ako sa po šachovnici môže pohybovať kôň, v miestnosti je možné nájsť tiež vysvetlívku s pohybom koňa a definíciu toho, čo pre účely tejto úlohy znamená stáť "po boku" - iba priamo susediace políčka, nie po diagonále. Riešenie úlohy (obr. 2) 4-6 člennej skupine trvá v priemere približne 10 minút. Je potrebné uvedomiť si, že riešenie sťažuje fakt, že nápovedy sú umiestnené na rôznych miestach, hráč ukladajúci figúrky na šachovnicu na väčšinu nápisov nevidí a tak vyžaduje úloha pomerne dobrú schopnosť kooperácie. Niektoré skupiny, prípadne jedinci na riešenie úlohy rezignujú, pričom vysvetľujú svoju nechuť k riešeniu úlohy fakt, že nevedia hrať šachy. V niektorých prípadoch si demotivovaní hráči pýtajú nápovedu bez toho, aby sa úlohu pokúsili samostatne vyriešiť. Najčastejšími nápovedami je informácia, že biela kráľovná je v riadku 3, čierny kôň je v stĺpci E a informácia, že figúrky na šachovnici sú umiestnené správne a stačí nečítať riešenie "hore nohami". Mohlo by byť zaujímavé porovnať, ako by sa úspešnosť úlohy zmenila, ak by boli šachové figúrky nahradené inými objektmi.

Obrázok 2: Riešenie úlohy, rozostavenie pri ktorom je možné prečítať kód

Zdroj: archív unIQue room s.r.o.

Ako sme už spomínali, únikové hry navštevujú ľudia s rôznymi očakávaniami. Mnohí nevedia, čo od hry očakávať a myslia si, že zapoja skôr svaly ako logiku. Významnú časť zákazníkov tvoria však ľudia, ktorí majú predstavu o tom, čo ich čaká. Prispieva k tomu aj komunikácia niektorých firiem prevádzkujúcich únikové hry smerom k potenciálnym zákazníkom, ktorá sa ich snaží zaujať priamo nejakou nenáročnou logickou úlohou, napríklad´nasledujúca reklama z dielne MysteryRoom:

Obrázok 3: Ukážka marketingového zdelenia únikovej miestnosti

Zdroj: MysteryRoom

Hádanka:
Kyselina není v bílé lahvičce.
Ohnivá voda se nachází vpravo od krve jednorožce.
Hadí jed je více vlevo než elixír života.
Kyselina stojí hned vedle elixíru života.
Ohnivá voda je v nejvyšší lahvičce.
Ve které lahvičce je elixír života?

Matematika v počítačových a konzolových hrách

S praktickou aplikáciou teórie plynutia sa stretávame aj pri hraní počítačových hier. Pozitívne hodnotíme, že aj v nových hrách, dosahujúcich najlepšie hodnotenia od hráčov sa nachádzajú rôzne matematické koncepty, ktoré je možné osvojiť si samotným hraním.

Uncharted 4

Uncharted 4 je hra plná nielen dobrodružstva, ale aj logických úloh a matematických rébusov. V jednej kapitole sa napr. ocitneme v miestnosti plnej čísel a symbolov. K dispozícii máme predtým nájdení list obsahujúci symboly. Rovnaké symboly vieme nájsť na stenách. Po nájdení správnych symbolov získame 2 čísla a ich sčítaním získame číslo, ktoré nám pomôže dostať sa z miestnosti.

Obrázok 4: Miestnosť zo stenami plnými čísel a symbolov

Zdroj: hráčske video, vlastné spracovanie

Matematika v tejto úlohe je zo strany hráčov ako dokumentuje niekoľko hráčskych ohlasov vnímaná aj ako nepriateľ. Avšak ako nepriateľ s ktorým treba bojovať, ktorého chceme poraziť, aby sme sa posunuli ďalej. Matematika sa tak stáva priamo súčasťou dobrodružstva.

V hre nájdeme tiež viacero pasáži, pri riešení ktorých je potrebné využiť logiku, napr. logicky usporiadať nájdené obrazce.

Obrázok 5: Denník zo zoraďovaním obrazcov

Zdroj: hráčske video, vlastné spracovanie

Witcher 3

Witcher 3 je RPG hra v otvorenom svete, kde si postavu budujeme pomocou kombinovania častí vybavenia spolu s voľbou a vylepšovaním schopností. V tejto hre sa stretneme z viacerými oblasťami matematiky. Nájdeme tu kombinatoriku, percentá, pravdepodobnosť, logiku…

Pri tvorbe postavy využívame kombinatoriku, ale aj prácu s percentami.

Jednotlivé časti vybavenia sa navzájom ovplyvňujú a v kombinácii zvyšujú úroveň svojich vlastností. Niektoré predmety zvyšujú danú úroveň o konkrétnu hodnotu, iné prispievajú zvýšením o určitú percentuálnu časť.

Obrázok 6: Ukážka zaklínačskej výzbroje

Zdroj: Witcher 3

Pri výbere a vylepšovaní schopností sa dostávame k zložitému problému. Máme obmedzený počet aktívnych schopností a bodov, ktoré môžeme do výberu a vylepšovania schopností investovať.

Obrázok 6: Ukážka zaklínačských schopností

Zdroj: Witcher 3

O výbere vybavenia a schopností treba uvažovať aj v spojitosti. Schopnosti nám môžu zvýšiť hodnotu vlastností nadobudnutých vybavením a tiež naopak, vybavenie môže zvýšiť hodnotu znamení či iných schopností.

Pri niektorých častiach výstroje ako aj schopnostiach sa stretneme tiež s pravdepodobnosťou. Máme tu napr. percentuálne uvedenú šancu, s akou pri boji nastane určitá udalosť.

Samorost 3

Česká hra Samorost 3 dosť potrápi naše mozgové závity. Ide o hru plnú logických úloh. Napr. sa stretneme z úlohou v ktorej sa pomocou 2 pák, ktoré menia polohu zaveseného dreva máme dostať na druhú stranu.

Obrázok 7: Ukážka logickej úlohy z hry Samorost 3

Zdroj: Samorost 3

Záver

Uviedli sme niekoľko príkladov aktivít, ktoré dokážu človeka "pohltiť" a ktorých súčasťou je aj matematika.

Výskumy ukazujú, že v súčasnej dobe je hranie počítačových hier bežnou súčasťou života väčšiny mladých ľudí (Benkovič a kol., 2011). Myslíme si, že efektívnejšie a zmysluplnejšie ako snažiť sa tomu zabrániť môže byť pokúsiť sa vhodným spôsobom túto voľnočasovú aktivitu usmerniť tak, aby prispievala k rozvoju matematických schopností. V súčasnej dobe je na trhu dostupných mnoho počítačových hier s edukačným obsahom. Považujeme za vhodné zamyslieť sa nad možnosťami, ako tieto hry zatraktívniť, prípadne skúmaním toho, čo by sa tvorcovia didaktických hier mohli od vývojárov najúspešnejších hier naučiť.

Únikové hry sú pomerne novým fenoménom, no aj napriek tomu sa vyskytuje snaha o ich začlenenie do výchovno-vzdelávacieho procesu, svoju únikovú hru pripravuje viacero škôl, kompletná úniková hra s názvom Trinásta záhrada vznikla za pomoci samotných žiakov pod vedením učiteľky Katky Kresáňovej v škole v Bratislave na Tilgnerovej ulici. Podľa dostupných informácií ide o aktivitu primárne určenú na suplované hodiny, či voľné školské dni. Na to, aby bolo efektívne začleniť tento koncept priamo do vyučovania, bolo by potrebné prispôsobovať náročnosť a obsah Štátnemu vzdelávaciemu programu. V tomto smere považujeme za efektívnu možnosť využitia prenosných únikových miestností, ktoré by boli pripravované učiteľmi, odborníkmi z oblasti didaktiky v spolupráci s firmami podnikajúcimi v tomto odvetví.

Poďakovanie

Ďakujeme nášmu kolegovi Davidovi Seidlerovi z unIQue room s.r.o. a týmu tvorcov MysteryRoom.

Literatura

Csikszentmihalyi, Mihaly (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.
Csikszentmihalyi, Mihaly (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York: Harper Perennial.
Kummer, Krisztián (2013). Room escape games: the latest craze in Budapest. Budapest: *Budapest Business Journal*. Dostupné z http://bbj.hu/life/room-escape-games-the-latest-craze-in-budapest_64942
Hudeková, Kristína (2017). *Na Tilgnerovej otvorili školskú Escape Room. Žiakom pomôže rozvinúť logické myslenie aj tímového ducha*. Bratislava: Živica. Dostupné z http://ciernalabut.sk/3795/tilgnerovej-otvorili-skolsku-escape-room-ziakom-pomoze-rozvinut-logicke-myslenie-aj-timoveho-ducha/
Benkovič, J., Hiľovská, Z. & Dubovcová, Z. (2011). Počítačové hry, dôsledky na život a fungovanie mladého jedinca. In *Psychiatria pre prax*. Bratislava: Solen Medical Education. Dostupné z http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=5062
Dietz, Jason (2016), *The best videogames of 2016*. New York: CBS Interactive Inc. Dostupné z http://www.metacritic.com/feature/best-videogames-of-2016
Bach, Martin, (2016), *Česká hra roku 2016*. Praha: Tiscali media, Dostupné z http://ceskahraroku.cz/vysledky-2016

Kontakt

Mgr. Mária Čujdíková
Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Mlynská dolina, 84248 Bratislava, Slovenská republika
maja.cujda@gmail.com

Mgr. Vladimíra Laššáková
Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Mlynská dolina, 84248 Bratislava, Slovenská republika
vladka.lassakova@gmail.com

Physical practice book or how to make it clearer

FYZIKÁLNÍ CVIČEBNICE aneb jak to udělat přehledněji

Michaela DREXLER

Abstract

This article discusses teaching texts, their elements and their layout. Based on the collection of secondary data and the use of previous researches as well as teacher´s practice, the article provides a proposal for a better structure of textbooks. The part of the article is a description of the eye tracking method, which is currently the most sophisticated method for evaluating the layout used not only the textbooks.

Keywords

physical practice book; eye-tracking; layout

Abstrakt

Tento příspěvek pojednává o učebních textech, jejich prvcích a rozložení. Na základě sběru sekundárních dat a za využití poznatků z předchozích výzkumů a učitelské praxe, poskytuje příspěvek návrh pro přehlednější uspořádání učebnice. Součástí příspěvku je popis metody oční kamery, která je v současné době tou nejsofistikovanější metodou pro evaluaci rozložení nejen učebních textů.

Klíčová slova

fyzikální učebnice; eye-tracking; rozložení

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-5*

Úvod

Téměř každý učitel zná situaci, kdy se mu se začátkem hodiny začnou žáci omlouvat, že zapomněli učebnici, pracovní sešit nebo sešit pro psaní poznámek. V takových případech, nemá-li učitel k dispozici záložní učebnici, jsou žáci odkázáni na práci ve dvojicích. Nebylo by tedy jednodušší mít jenom jeden sešit, který by sloužil zároveň jako učebnice s výkladovým textem, pracovní sešit na procvičování a taktéž jako sešit pro zaznamenávání doplňujícího učitelova výkladu? Každodenní učitelova praxe ukazuje, že taková cvičebnice by byla přínosem.

Při tvorbě takového univerzální učebního textu však budeme řešit otázku, jak jej rozvrhnout, strukturovat, jaké obrázky, tabulky a grafy použít tak, aby vše bylo pro žáka poutavé, nepřehlcené a stále plnilo svůj účel. Z pohledu učitele je možné poskytnout pouze omezené doporučení zakládající se však na každodenní praxi a práci s žáky.

Rozvržení cvičebního textu a obsahu je pak otázkou pro samotné tvůrce. Kromě učitelského pozorování lze do návrhu zapojit i další sofistikované metody.

Oční kamera

Pro tyto případy se lze držet základních pravidel, které vychází ze studia textu a učebnic a to pomocí metody eye-trackingu neboli sledování pohybu očí. Tuto vědeckou metodu můžeme označit za, v dnešní době, jednu z nejvíce sofistikovaných. Oční kamera umožňuje sledovat pohyby očí pokusné osoby při prohlížení obrázků, čtení textů, sledování videa, či v reálné situaci – například sledování dění ve třídě. Objektivně lze posoudit, jaké podněty subjekt vyhledával, v jakém pořadí je studoval, kolik času jim věnoval a zda se k nim opakovaně vracel (Lukavský, 2005).

Velmi často se metoda používá pro zjištění strategií subjektů při prohlížení předložených materiálů s cílem vyřešit zadané úlohy. Eye-tracking tak do jisté míry nahrazuje metodu tzv. myšlení nahlas. U této metody zkoumaný subjekt nahlas přemýšlí během řešení úlohy a tyto myšlenky jsou následně zaznamenány. Zásadním omezením je zde však možnost cenzury subjektu a jisté navýšení kognitivní zátěže kvůli formulaci myšlenek a jejich vyslovení. Eye-tracking všechny tyto problémy eliminuje a poskytuje objektivní sledování kognitivních procesů odvozených z očních pohybů.

Výzkumy čtení učebnic pomocí eye-trackingu mohou přinést velice užitečný pohled na pozornost žáků a jejich vnímání ve třídě. Získané poznatky pak umožňují vytvořit efektivnější metody výuky (Elvesjö, 2013). Prvopočátky této metody spadají už do konce 19. století. Moderní přístroje se pak používají od 70. let minulého století. V oblasti fyzikálního vzdělávání je pak využití oční kamery spíše vzácné (Smith, 2010).

Pro čtení textu a výzkumy pomocí eye-trackingu jsou rozeznávány základní dva parametry – pohyby a fixace. Jako fixaci označujeme soustředění se subjektu do jednoho místa po delší časový úsek. Při čtení textu je fixace dlouhá minimálně 200 milisekund. Jako pohyb (někdy též sakáda) je pak označován přesun zorničky z jednoho bodu fixace do jiného. Za pohyb pak označujeme aktivitu zorničky, která nepřekračuje 200 milisekund (Zurawicki, 2010).

Výzkumem bylo prokázáno, že při čtení textu s ilustrací jsou značné rozdíly například v rychlosti a trvání čtení oproti textům bez ilustrace. Ilustrace podporuje lepší porozumění textu. Zpětné vracení v textu je u ilustrovaných textů výrazně menší (Deli, Yun, 2001).

Díky eye-trackingu je možné v některých případech pozorovat například rozdílné chování chlapců a dívek. Výsledky výzkumu ukazují, že dívky texty většinou čtou chronologicky od začátku až do konce. Veškeré ilustrace a fotografie přitom procházejí a prohlížejí si přesně tak, jak jsou rozmístěny v rámci učebnice. Výjimku představují učebnice, kde jsou obrázky a ilustrace rozmístěny relativně nerovnoměrně. V takovém případě může chování dívek působit až chaoticky, neboť zkoumají velké množství stimulů. Textu se však dívky ve všech případech věnují nejvíce. V případě méně zajímavých kapitol (např. spalovací motory) může být text pro pozornost dívek atraktivnější, než ilustrace a obrázky (Šutová, 2015).

Čtení textu chlapci se ve výzkumu projevilo také jako logické. Oproti dívkám je však zásadní rozdíl v prohlížení obrázků a ilustrací. Chlapci jednotlivé obrázky a ilustrace zkoumají vždy v přímé návaznosti se souvisejícím textem. Tedy pokud se v textu objevil přímý odkaz na konkrétní obrázek, chlapci se na tento obrázek soustředili (Šutová, 2015).

Spousta výrazných prvků (tučné texty, odrážky) získá pozornost a zájem čtenářů. Může to ovšem vést i k odvádění pozornosti od samotného textu a přeskakování při čtení.

Výzkum ukázal, že tato situace nastává, obsahuje-li učebnice řadu prvků, jako např. nadbytečné ilustrace, otázky v textu, zajímavosti aj. Výrobci nových učebnic by se měli také vyvarovat černobílým obrázkům. Ty především u dívek nevyvolávají pozornost. U obou pohlaví pak vzbuzují dojem zastaralé učebnice (Šutová, 2015).

Postoj učitelů

Řada učitelů se bohužel setkává dnes a denně s problém neadekvátních učebních podkladů – zastaralé učebnice, nevhodné pracovní sešity, ale také zmiňovaná absence těchto i jiných pomůcek. Výzkumy přitom ukazují, že pro 70 % až 80 % učitelů je učebnice rozhodujícím a někdy i stěžejním výukovým materiálem. Stejné množství učitelů navíc své metodické postupy mnohdy přebírá přímo ze struktury učebnice (Lepil, 2010).

K tomu, aby si žák z textu nějakou informaci osvojil (tzn. vnímal, zpracoval, zapamatoval a využil) je potřeba, aby nejprve pochopil obsah textu. Tento proces porozumění patří z hlediska teorie a výzkumu učení z textu k velmi komplikovaným činnostem. K základním předpokladům porozumění patří také jazyková struktura textu. Ta by měla odpovídat žákovým možnostem. V opačném případě dojde k neporozumění a žák se z textu nic nenaučí. Nejčastější problém učebnic základních škol je, že jejich autoři vytvářejí texty, které nerespektují jazykovou vybavenost dětí určitého věku a jsou tak pro ně nesrozumitelné. Stále ještě je možné se setkat s nepřiměřeně složitými a dlouhými větami, které mohou eliminovat porozumění textu (Boněk, 2007).

Z hlediska celkového porozumění je podstatným faktorem samotná žákova motivace ke vzdělávání. To ovlivňuje intenzitu, s jakou přistoupí k učebnímu textu. Učební text by měl dále obsahovat různé stimulační prvky, které podněcují a řídí žákovo učení – např. otázky a úkoly, motivující předmluvy, instrukce a pobídky k určitým činnostem s učivem, druh a velikost písma, použití barev, které skutečně organizují a regulují učení. K dalším podstatným faktorům pak patří komunikační charakteristiky jako samotné strukturování příslušného obsahu – rozsah, typografické a materiálové vlastnosti a členění (Boněk, 2007).

Důležitou složkou každého učebního textu je obrazový materiál, který plní funkci zdroje neverbální informace. Od obrazového materiálu je vyžadována věcná správnost kresby nebo náčrtku a také, stejně jako u textu, jeho srozumitelnost, přehlednost a názornost s ohledem na věk a schopnosti žáka. Vhodně zvolená a dobře zpracovaná ilustrace může poskytnout potřebnou informaci lépe než obsáhlý slovní výklad (Lepil, 2010).

Učebnice však není jediným prostředkem, který je v hodině využíván. Ačkoliv jde o stěžejní studijní materiál, spolu s učebnicí by měli být využívány také pracovní sešity, které slouží především pro procvičení dané látky a běžné sešity, kam si žák může doplnit poznámky z učitelova výkladu, či samostatně pracovat na konkrétním zadání příkladu. Nejčastější problémem u žáků však bývá časté zapomínání některé z těchto pomůcek.

Závěr – univerzální učební text

Z výše uvedených výzkumů a zkušeností učitelů z praxe lze sestavit obecná doporučení pro tvůrce učebních textů. Každý učební text v dnešní době čelí také velké konkurenci z hlediska přechodu možného přechodu na elektronické učební pomůcky. V následujícím doporučení je především reflektován fakt univerzálnosti, který může být velkou konkurenční výhodou oproti stávajícím, ale také nově vznikajícím elektronickým učebním pomůckám.

Aby univerzální učební text mohl suplovat učebnici, pracovní sešit i běžný sešit je nutné vyčlenit dostatečné místo pro poznámky. Tedy vytvořit prázdné nebo předem nalajnované místo, kam budou moci žáci psát doprovodný komentář, či počítat příklady. Kam tento volný prostor v učebnici umístit? Praxe ukazuje, že umístíme-li volný prostor pouze do zadní částí učebnice, nevyužije jej za dobu celého užívání učebnice téměř ani jeden žák. Druhou možností je umístit tento volný prostor do závěru každé kapitoly. I zde však zkušenost ukazuje, že tento prostor využívají žáci spíše sporadicky. Chceme-li tedy, aby tato pasáž byla skutečně využívanou, je třeba věnovat jí prostor vždy na jedné straně z dvojstrany. Žáci tak získají prostor, do kterého mohou vpisovat poznámky ihned při průchodu konkrétní kapitolou.

Toto umístění má však také jednu nevýhodu z pohledu učitele. Řada učitelů pro memorování látky totiž využívá klasického přepisu textu do sešitu. Taktéž umístěním sešitu přímo do učebnice odpadá možnost samostatné práce založené na snaze vybavit si, co bylo v učebnici napsáno. Tuto slabou stránku však lze eliminovat jednoduchým rozdáním papírů pro psaní textu.

Zbytek dvojstrany zůstává pro samotnou učebnici. Z eye-trackingových doporučení i doporučení odborníků i poznatků z praxe jasně vyplývá, že texty je třeba psát krátké, ale poutavé. Každý text by měl být doplněn ilustrací přímo související s danou problematikou. Především pro chlapce je pak vhodné text přímo odkazovat na konkrétní obrázky. Bez ohledu na pohlaví žáků je vhodné obrázky umisťovat do textu chronologicky, přesně tak jak žák pročítá látku. V opačném případě bude jeho pozornost „roztěkaná". U obrázků je vhodné vyhnout se použití ilustrativních a nebarevným ilustrací.

Budeme-li chtít vytvořit opravdu komplexní a univerzální učební prostředek, je nutné doplnit jej ještě o příklady k procvičování. Ty lze považovat za nutnost v případě fyziky, ale také matematiky, či chemie. V tomto případě se nabízí dvě možnosti jak tento procvičovací text doplnit. První způsob zakomponování může spočívat v začlenění „zezadu" učebního textu. Tedy rozdělit učebnici tak, aby při čtení od začátku obsahovala klasický učební text doplněný o prostor na poznámky a odzadu byla běžným pracovním sešitem.

Druhou možností je pak závěr běžné kapitoly po shrnutí vybavit právě tímto pracovním sešitem. Tento způsob bývá v dnešní praxi nejčastější.

Navržená optimalizace vychází ze sekundárních dat, předcházejícího výzkumu, ale také z pedagogické praxe. Jednotný učební fyzikální text by byl pro praxi zajisté přínosem. Je však nutné zmínit, že vzhledem k rozsahu látky, kterou je nutné ve fyzice během jednotlivých roků probrat, by bylo nutné vytvořit několik verzí učebnice pro každý rok. Důvodem je především navržené nahuštění a plnění funkce několika učebních pomůcek. Žáci a učitelé však mohou ocenit to, že je třeba pamatovat pouze na jednu pomůcku, kterou si žák musí nosit do školy.

Literatura

Bonék, J. (2007) Využití učebních textů při realizaci výuky. *Metodický portál: Články* [online]. 23. 07. 2007, [cit. 2017-05-19]. Dostupný z WWW: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/1518/VYUZITI-UCEBNICH-TEXTU-PRI-REALIZACI-VYUKY.html>. ISSN 1802-4785.

Deli, Sh; Yun, T. (2001). A study of eye movements in reading texts with or without illustrations for junior high school students. Psychological Science [online]. 2001(04) [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-XLKX200104000.htm

Elvesjö, J. (2013). What can eye tracking technology really do for us?. In: Word Economic Forum [online]. 2013 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: http://forumblog.org/2013/06/what-can-eye-tracking-technology-really-do-for-us/

Lepil, O. (2010) Teorie a praxe tvorby výukových materiálů: zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2489-7.

Lukavský, J. (2005). Sledování očních pohybů. [Bakalařská práce]. MFF UK, Praha.

Smith, A., Mestre, J. & Ross, B. (2010). Eye-gaze patterns as students study worked-out examples in mechanics. Physical Review Special Topics – PER, 6, DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.6.020118

Šutová, M. (2015). Fyzikální učebnice z pohledu chlapců a dívek. In Monika Šindelková (ed.). Moderní trendy ve vyučování, matematiky a přírodovědných předmětů V. Brno: Masarykova univerzita v Brně, s. 68-77, 10 s. ISBN 978-80-210-8136-9.

Zurawicki, L. (2010) Neuromarketing: Exploring the Brain of the Consumer. London: Springer, 273 s. ISBN 978-3-540-77828-8

Kontakt

PhDr. Michaela Drexler
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
sutova@ped.muni.cz

Developing students' creative approach to solving the equations

Rozvíjanie tvorivého prístupu študentov k riešeniu rovníc

Dalibor GONDA

Abstract

Many researches show that pupils prefer learning how to solve the math problems by heart even in learning mathematics. It is necessary to look for ways of teaching mathematics leading to a departure from such a trend. One of the options is the frequent assignment of substitution-related tasks. This method develops pupils´ creativity. Many tasks offer several possible substitutions. Pupils learn to create a substitute expression. The substitution method allows the task to be transformed, thus creat connections between the different areas of mathematics and offer pupils new insights into the use of already acquired knowledge.

Keywords

method of substitution; creativity; equation; autonomy; transformation

Abstrakt

Mnohé výskumy poukazujú, že aj pri učení sa matematiky žiaci uprednostňujú učenie sa riešení matematických úloh naspamäť. Je potrebné hľadať spôsoby vyučovania matematiky vedúce k odklonu od takéhoto trendu. Jednou z možností je časté zaraďovanie úloh riešených metódou substitúcie. Táto metóda rozvíja tvorivosť žiakov. Mnohé úlohy ponúkajú viacero možných substitúcií. Žiaci sa učia substitučný výraz vytvoriť. Metóda substitúcie umožňuje úlohu transformovať, a tak vytvárať prepojenia jednotlivých oblastí matematiky. Tým ponúka žiakom nové pohľady na využitie už získaných vedomostí.

Kľúčové slová

metóda substitúcie; tvorivosť; rovnica; samostatnosť; transformácia

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-6*

Úvod

V dnešnej dobe sa stretávame s rovnakým problémom pri vyučovaní všetkých predmetov - je to problém s motiváciou k učeniu sa daného predmetu. Študenti sa stavajú do pozície pasívnych prijímateľov vedomostí a „učenie sa“ považujú vo veľkej miere za nutné zlo. Vo veľkej miere sa s takýmto postojom stretávame aj na hodinách matematiky. Žiaci sa nezaujímajú, akým spôsobom by mohli samostatne vyriešiť úlohu. Stačí, ak im učiteľ ukáže riešenie na vyučovacej hodine a oni sa daný postup naučia v podstate naspamäť, aby mali dobrú známku na vysvedčení. Len v ojedinelých prípadoch sa zaujímajú o príčiny jednotlivých krokov postupu riešenia úlohy. Chýba snaha, túžba po porozumení. Tieto tvrdenia sa opierajú o viacero výskumov. V jednom z nich bol zistený nasledovný postoj žiakov k učeniu sa matematiky: „Bežní žiaci nemôžu chápať matematiku, môžu sa len naučiť naspamäť pravidlá, ktoré sa preberajú." (Vankúš, Kubicová, 2010) Žiaci sa snažia zapamätať, akým spôsobom sa daný príklad riešil. Teda pri učení sa matematiky si vytvárajú schémy, kde priraďujú jednotlivým typom zadania úlohy príslušné postupy. Výsledkom takéhoto učenia sa matematiky je, že aj najmenšia zmena zadania spôsobí, že pre mnohých je úloha neriešiteľná a tvrdia, že taký príklad sme ešte nepočítali. myslíme si, že učiteľ by mal tak vyučovať matematiku, aby predišiel takejto mylnej predstave o matematike. Pri takomto postoji je veľmi náročné priviesť študentov k tvorivosti. „Je potrebné hľadať na vyučovaní matematiky spôsoby výučby, ktoré prekonajú u žiakov schematické učenie sa smerujúce k formalizmu." (Lengyelfalusy, 2005) Jednou z ciest je inšpirovať žiakov ku kladeniu si otázky, prečo sa daná úloha rieši daným spôsobom a či by nebolo možné úlohu riešiť aj iným, prípadne jednoduchším spôsobom.

1. Motivácia a tvorivosť – prínos substitúcie

Vyučovanie matematiky by malo byť pozvánkou pre študentov k tvorbe matematiky. „Učiť matematiku znamená robiť matematiku, matematika je činnosť. To môže zabezpečiť realistický prístup k vyučovaniu matematiky, ktorý vychádza z reálnych podnetov a problémov zo sveta žiakov. Žiak sa musí stať znovuobjaviteľom, tvorcom matematiky, čo rozvíja nie len jeho matematické činnosti ale aj matematické myslenie." (Fulier-Šedivý, 2001) Z tohto pohľadu by sme rozdelili štúdium matematiky na dve etapy:

1. Prvá etapa je naučenie základných zručností a osvojenie si základných poznatkov z jednotlivých častí matematiky.
2. Druhou etapou ja efektívne využívanie výsledkov prvej etapy pri riešení úloh, predovšetkým pri príprave budúcich maturantov.

Keďže najsilnejšou motiváciou je možnosť dosiahnuť cieľ, je potrebné matematiku „tvoriť" tak, aby študenti stále mali cieľ na dosah, ale aby nenadobudli pocit, že matematika je množstvo postupov, definícií a logicky náročných operácií. „Motivujúca sila rovnice je v tom, že je to „hádanka" - výzva k činnosti. Túžba rozriešiť hádanku je najdôležitejším momentom celého procesu riešenia." (Hejný, 1989) Túžba vyriešiť danú matematickú „hádanku" si vyžaduje predovšetkým tvorivý prístup s využitím už získaných vedomostí a zručností.

Za jednu z efektívnych metód na „tvorbu matematiky" a odstraňovanie vyššie uvedených nedostatkov považujeme substitúciu, pričom sa zameriame predovšetkým na jej transformačnú úlohu. Substitúciu považujeme za metódu, ktorá dané nedostatky odstraňuje nie jednotlivo, ale naraz. V podstate možno povedať, že časté využívanie substitúcie ani nedovolí vzniku daných nedostatkov.

Substitúcia vytvára prepojenia medzi jednotlivými časťami matematiky, a tak napomáha k pohľadu na matematiku ako jeden celok. Učí študentov prechádzať z jedného celku na iný v rámci jednej úlohy. Keďže substitúcia vyžaduje tvorivý prístup, hľadanie vhodnej substitúcie, neumožňuje automatické aplikovanie naučených postupov. Aj keď aj tu možno nájsť schémy postupu. Tieto schémy sú skôr návodom, že teraz je vhodná substitúcia, no samotnú substitučnú rovnosť je potrebné vždy objaviť. Najznámejšia schéma na zavedenie substitúcie je ak rovnica má tvar

$a(V(x))^{2n} + b(V(x))^{n} + c = 0$

a to v tvare $y = (V(x))^n$, čím danú rovnicu transformujeme na kvadratickú rovnicu. Túto schému však nemôžeme považovať za postup výpočtu. Je to skôr medzivýsledok, nad ktorým možno uvažovať pri výbere postupu riešenia.

Príklad 1. Na množine ***R*** riešte rovnicu $\frac{x}{x+1} - 2\sqrt{\frac{1+x}{x}} = 3$.

Riešenie: Skôr ako začneme riešiť danú iracionálnu rovnicu stanovíme podmienky riešiteľnosti. Každé riešenie rovnice musí spĺňať podmienky $x + 1 \neq 0 \ \wedge \ \frac{1+x}{x} \geq 0$. Dané podmienky spĺňajú všetky reálne čísla $x \in (-\infty; -1) \cup (0; \infty)$. Máme za sebou prvú časť riešenia – riešili sme racionálnu lomenú nerovnicu.

Bežným spôsobom riešenia iracionálnej rovnice je osamostatnenie odmocniny a následné umocnenie rovnice. Úlohu však možno riešiť aj iným, tvorivejším a zároveň jednoduchším spôsobom. Zrejme ako prvú objavíme substitúciu $y = \frac{1+x}{x}$, ktorá však nie je jedinou možnosťou. Po jej zavedení a úpravách dostávame rovnicu v tvare

$$4y^3 - 9y^2 + 6y - 1 = 0$$

Po krátkej úvahe objavíme inú možnú substitúciu v tvare $y = \sqrt{\frac{1+x}{x}}$. Potom platí $\frac{x}{x+1} = \frac{1}{y^2}$. Po zavedení substitúcie máme rovnicu $\frac{1}{y^2} - 2y = 3$ a po úpravách dostávame algebrickú rovnicu tretieho stupňa $2y^3 + 3y^2 - 1 = 0$. Keďže jedným z jej koreňov je $y_1 = -1$, rovnicu upravíme na tvar $(y + 1)(2y^2 + y - 1) = 0$. Ďalej platí:

$$(y + 1)(2y^2 + y - 1) = 0 \Leftrightarrow (y + 1) = 0 \vee (2y^2 + y - 1) = 0,$$

a preto pre získanie ostatných koreňov stačí vyriešiť kvadratickú rovnicu

$$2y^2 + y - 1 = 0.$$

Jej riešením sú čísla $y_1 = -1$ a $y_2 = \frac{1}{2}$. Dosadením do substitučnej rovnice máme iracionálne rovnice $\sqrt{\frac{1+x}{x}} = -1$, ktorá nemá na množine ***R*** riešenie a rovnicu $\sqrt{\frac{1+x}{x}} = \frac{1}{2}$, ktorej riešením je číslo $-\frac{4}{3}$., teda množina koreňov zadanej rovnice je ***K*** $= \{-\frac{4}{3}\}$.

Ďalšou možnosťou riešenia bola substitúcia $\sqrt{\frac{1+x}{x}} = \frac{1}{y}$, ktorá je rovnocenná s predchádzajúcou použitou substitúciou. Jej objavenie však vyžaduje viac skúseností. Použitie tejto substitúcie vedie k rovnici

$$y^3 - 3y - 2 = 0.$$

Danú rovnicu bolo možné vyriešiť aj bez použitia substitúcie. Substitúcia však úlohu rozdelila na niekoľko čiastkových úloh: riešenie algebrickej rovnice tretieho stupňa, delenie polynómu polynómom, riešenie kvadratickej rovnice, riešenie jednoduchých iracionálnych rovníc pri návrate k pôvodnej premennej.

Zaradenie takejto úlohy je vhodné aj pri príprave maturantov. Vyžaduje tvorivejší prístup k riešeniu a zároveň vytvára prepojenie viacerých častí matematiky a napomáha tak k chápaniu matematiky ako jedného celku. V neposlednom rade poskytuje priestor na preopakovanie si poznatkov z viacerých oblastí. V záverečnej diskusii sa môže poukázať na výhody využívania metódy substitúcie. Jednou z vážnych výhod je vyhnutie sa zdĺhavým úpravám pri použití bežného postupu. No najväčším prínosom je nahradenie automatického (naučeného) spôsobu výpočtu tvorbou inej cesty k vyriešeniu zadanej rovnice.

2. Základné prvky substitučného myslenia

Domnievame sa, že žiak sa veľa naučí, ak učiteľ pri riešení rozmýšľa „nahlas“. Práve takáto situácia dovolí nahliadnuť do matematického myslenia a učí žiakov, ako rozmýšľať pri riešení matematických úloh. Nie je cieľom naučiť žiakov nejaké postupy, ale naučiť ich hľadať efektívne spôsoby riešenia, nové postupy. Musíme ich naučiť počas riešenia premýšľať ako ďalej. Nedovoliť, aby počítali automaticky, „memorujúc“ naučený postup. Je vhodné naučiť ich vidieť dopredu, vedieť si predstaviť, ako sa bude vyvíjať riešenie úlohy, ak urobím ten či onen krok. Často sa stretávame s tým, že žiaci uvažujú o tom, ako sa takáto úloha riešila na hodine a aký bol postup.

Tvorivý prístup k matematike, a nie len k matematike, spočíva v hľadaní odpovedí na otázky. Pričom tie otázky by nemali smerovať do minulosti ale predovšetkým do budúcnosti. Pokúsime sa načrtnúť jednu z možností ako postupovať pri analýze matematickej úlohy.

V prvom rade je potrebné úlohu zaradiť do príslušnej oblasti matematiky a pripomenúť si základné poznatky. Potom je veľmi dôležité stanoviť cieľ: „K čomu sa máme riešením úlohy dopracovať?“ Napríklad pri rovnici je cieľom vyjadrenie neznámej. Musíme poznamenať, že častým problémom žiakov je, že počítajú úlohu a ani nevedia k čomu sa majú „prepočítať“. Nie raz sú prekvapení, keď im učiteľ oznámi, že úlohu už majú vyriešenú. Najdôležitejšou časťou úvodných úvah nad úlohou je nájsť najvhodnejší postup na dosiahnutie cieľa. Táto časť vyžaduje najviac tvorivosti. Mali by sme žiakov učiť premýšľať nad pokračovaním úlohy neustále, po každej vykonanej úprave, pri dosiahnutí každého medzivýsledku. Postup ilustrujeme na nasledujúcom príklade.

Príklad 2. Na množine ***R*** riešte rovnicu

$$\left(2x+\sqrt{x-1}\right)\left(2x+\sqrt{x-1}-8\right)-2\left(2x+\sqrt{x-1}\right)-24=0.$$

Riešenie: Najskôr stanovíme podmienky vyplývajúce z definície odmocniny v obore ***R***. Pre každý koreň x danej iracionálnej rovnice musí platiť $x \geq 1$. Študentom pripomenieme, stanovenie podmienok ich nezbavuje povinnosti vykonať skúšku správnosti dosadením, pri použití dôsledkových úprav rovnice.

Teraz nasleduje diskusia o možnostiach spôsobu riešenia. Bežným spôsobom je roznásobením odstrániť zátvorky. Nie je správne túto možnosť hneď zamietnuť, skôr treba poukázať na jej neefektívnosť a zdĺhavosť. Tu je namieste skôr otázka, ako by to dopadlo keby sme sa vybrali touto cestou riešenia? Po niekoľkých úpravách výrazu na ľavej strane dostaneme rovnicu

$$4x^2 + 6x\sqrt{x-1} - 8\sqrt{x-1} - 11x - 25 = 0.$$

Túto rovnicu je ešte náročnejšie riešiť, lebo ku lineárnemu a iracionálnemu členu nám pribudol kvadratický člen.

Nápoveďou k hľadaniu vhodnej substitúcie je otázka: „Ktorý člen rovnice je pre nás najhorší?" Samozrejmou odpoveďou je: „$\sqrt{x-1}$". Nasleduje otázka: „Je možné sa ho zbaviť?" A spoločne objavíme substitúciu $y = \sqrt{x-1}$ a pripomenieme, že po substitúcii musí byť nahradená pôvodná premenná novou. Teda $x = y^2 + 1$. Pomocou takejto substitúci sa rovnica zmení na tvar

$$(2y^2 + y + 2)(2y^2 + y - 6) - 2(2y^2 + y - 1) - 24 = 0.$$

Ďalším roznásobením by sme dostali rovnicu štvrtého stupňa, ktorej riešenie je zdĺhavé. Preto by bolo lepšie použiť ďalšiu substitúciu $a = 2y^2 + y$, čím rovnicu transformujeme na kvadratickú. Pokúsme sa však nájsť efektívnejšie a predovšetkým menej zdĺhavé riešenie. Ak zavedieme substitúciu

$$y = 2x + \sqrt{x-1},$$

rovnicu transformujeme na kvadratickú rovnicu $y(y - 8) - 2y - 24 = 0$ a po úprave dostaneme $y^2 - 10y - 24 = 0$. Koreňmi kvadratickej rovnice sú čísla $y_1 = -2$ a $y_2 = 12$. Dosadením do substitučnej rovnice máme dvojicu iracionálnych rovníc

$$2x + \sqrt{x-1} = -2 \quad \text{a} \quad 2x + \sqrt{x-1} = 12.$$

Po úprave na tvar $\sqrt{x-1} = -2 - 2x$ a $\sqrt{x-1} = 12 - 2x$ stanovíme doplnkové podmienky, aby umocňovanie oboch strán rovnice bolo ekvivalentnou úpravou. Pre každé riešenie prvej rovnice platí: $(x - 1 \geq 0 \wedge -2 - 2x \geq 0) \Leftrightarrow (x \geq 1 \wedge x \leq -1)$. Túto podmienku však nespĺňa žiadne reálne číslo, preto množina riešení prvej substitučnej rovnice je $\boldsymbol{K_1} = \emptyset$. Pre každé riešenie druhej rovnice platí:

$$(x - 1 \geq 0 \wedge 12 - 2x \geq 0) \Leftrightarrow (x \geq 1 \wedge x \leq 6).$$

Túto podmienku spĺňajú reálne čísla z intervalu $x \in \langle 1;\ 6\rangle$. Potom druhú rovnicu umocníme a upravíme na tvar $4x^2 - 49x + 145 = 0$. Koreňmi tejto kvadratickej rovnice sú čísla

$x_1 = 5$, $x_2 = \frac{58}{8}$. Vzhľadom na doplňujúcu podmienku množina koreňov druhej substitučnej rovnice $\boldsymbol{K_2} = \{5\} = \boldsymbol{K}$.

Poznámka: Pri riešení tejto rovnice je potrebné poukázať na výhodnosť určovania doplnkových podmienok pri iracionálnych rovniciach a to nie len pri pôvodnej rovnici ale aj pri novovzniknutých substitučných rovniciach. Pri prvej substitučnej rovnici nám určenie doplnkových podmienok ušetrilo „zbytočné" riešenie kvadratickej rovnice.

Záver

Oplatí sa investovať čas a poukázať, aspoň v náznakoch, kam vedú jednotlivé možnosti riešenia úlohy. Ak žiaci vidia rôznu efektivitu jednotlivých možností, budú ochotnejšie hľadať jednotlivé možnosti riešení. Učiteľ by nemal byť ten, ktorý určí spôsob riešenia, ale má napomáhať k jej hľadaniu. Mal by byť moderátor tvorby matematiky. Ak učiteľ povie: „Túto úlohu vyriešime takto....“ , vytvára u žiakov dojem, že každá úloha má len jeden spôsob riešenia. A ešte horším výsledkom je, keď si žiaci myslia, že všetky podobné úlohy sa riešia rovnako. Poznamenajme, že žiaci si do zošitov zapíšu postup riešenia. Najdôležitejšie, a to spôsob premýšľania, sa do zošita nedostane. Preto ich musíme učiť klásť si tie správne otázky, ktoré ich budú smerovať správnym smerom pri riešení nie len matematických úloh.

Vzhľadom na to, že substitúcia nie je pre žiakov jednoduchá metóda riešenia úloh, je potrebné venovať sa jej vyučovaniu systematicky, s dôrazom na správnu voľbu príkladov a úloh. Ak sa nám však podarí rozvinúť u žiakov substitučné myslenie, tak im umožníme celkom iný pohľad na matematiku. Uvidia, že matematiky je jeden súvislý celok, kde je možné vedomosti z jednej oblasti efektívne využívať pri riešení úloh z inej oblasti. S rozvojom substitučného myslenia je spojený i rozvoj tvorivosti, a tak budú pripravení aj na zvládanie rôznych životných situácií.

Literatúra

Fischer, R. - Malle, G. (1992): Človek a matematika. SPN, Bratislava, ISBN 80-08-01309-5.

Fulier, J.; Šedivý, O. (2001): Motivácia a tvorivosť vo vyučovaní matematiky. Prírodovedec. Nitra: FPV UKF, ISBN 80-8050-418-0.

Fulier, J. (2004): Funkcie a funkčné myslenie vo vyučovaní matematickej analýzy. Prírodovedec č.78. Nitra: FPV UKF, ISBN 80-8050-700-7.

Gábor, O. a kol. (1989): Teória vyučovania matematiky 1. SPN. Bratislava

Gavora, P. (1999): Úvod do pedagogického výskumu. Bratislava: UK, ISBN 80-223-1342-4.

Hejný, M. a kol. (1989): Teória vyučovania matematiky 2. SPN, Bratislava

Hejný, M. Kuřina, F. (1993): Konstruktivní přístupy k vyučování matematiky. Matematika-Fyzika-Informatika. Prometeus, Praha

Lengyelfalusy, T. (2005): Tvorivosť vo vyučovaní matematiky. In: XXIII. mezinárodní kolokvium o řízení osvojovacího procesu. Zborník abstraktov a elektronických verzií príspevkov na CD-ROMe. Univerzita obrany, Brno. ISBN 80-85960- 92-3

Vankúš, P.; Kubicová, E. (2010): Postoje žiakov 5. a 9. ročníka ZŠ k matematike. ACTA MATHEMATICA 13, Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, Nitra. ISBN 978-80-8094-781-1

Kontakt

PaedDr. Dalibor Gonda, PhD.
Katedra pedagogických štúdií, Fakulta humanitných vied, Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
daliborgonda@gmail.com

The causes of misconceptions of basic geometric figures in primary school

Príčiny miskoncepcií základných geometrických útvarov u žiakov na prvom stupni základných škôl

Ján GUNČAGA; Štefan TKAČIK

Abstract

The process of basic identification and sorting of planar geometric figures is a prerequisite for the further development of pupils in the process of acquiring additional knowledge about them and their properties (see Musser, Burger, Peterson, 2001). The aim of this article is based on research within the VEGA project no. 1/0440/15 point to misconceptions about the circle, square, triangle and rectangle of preschool and pupils in the last grade of primary school. We try to identify the causes and formulate recommendations for teachers.

Keywords

geometry; misconception; basic geometric figures; pre-school students; primary school pupils

Abstrakt

Proces základnej identifikácie a triedenia rovinných geometrických útvarov tvoria nevyhnutné predpoklady ďalšieho rozvoja žiakov v procese nadobúdania ďalších vedomostí o nich a ich vlastnostiach (pozri Musser, Burger, Peterson, 2001). Cieľom tohto článku je na základe výskumu v rámci projektu VEGA č. 1/0440/15 poukázať na mylné geometrické predstavy o kruhu, štvorci, trojuholníku a obdĺžniku predškolákmi a žiakmi v poslednom ročníku I. stupňa základnej školy. Snažíme sa identifikovať príčiny a formulujeme odporúčania pre učiteľov.

Klíčová slova

geometria; miskoncepcie; základné geometrické útvary; predškoláci; žiaci I. stupňa ZŠ

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-7*

Úvod

V rámci rozvíjania teórie výchovy a vzdelávania detí predškolského a žiakov školského veku skúmajú sa, plánujú a realizujú činnosti, ktorých cieľom je aj rozvíjanie matematických predstáv. Poznávací proces v matematike je členený do niekoľkých, exaktne pomenovaných a charakterizovaných, etáp. Tieto etapy sú štruktúrované viacerými spôsobmi. Jedným z nich sú etapy poznávacieho procesu podľa Hejného (see Hejný et all, 2006). Špeciálnu pozornosť v našom príspevku je však venovaná skúmaniu procesu osvojovania si poznatkov z geometrie. Tieto poznatky sa budú identifikovať podľa poznávacej úrovne žiakov primárneho vzdelávania podľa teórie holandského učiteľa matematiky Van Hiela, najmä v oblastiach identifikácie a triedenia rovinných geometrických útvarov, zmapovanie a charakteristiky etáp procesu nadobúdania vedomostí o geometrických útvaroch a ich vlastnostiach. Každá z 5-tich hladín poznávacieho procesu je charakterizovaná niekoľkými význačnými atribútmi, na základe ktorých vieme diagnostikovať poznatkovú úroveň skúmaného subjektu a rozpoznať spôsob jeho vnímania elementárnych geometrických pojmov.

Metódy výskumu

Realizovali sme výskum u detí predškolského veku a žiakov 4. ročníka primary level. Výskum u predškolákov bol uskutočnený formou videonahrávok s deťmi a dotýkal sa najmä porozumenia geometrických pojmov u týchto detí v rámci prvej van Hiele hladiny. Cieľom výskumu bolo 53 videí moderovaných a natočených študentmi magisterského študijného programu Učiteľstvo primárneho vzdelávania v období od novembra 2015 do januára 2016. Cieľovou skupinou boli deti v predškolskom veku 4,5 roka až 6 rokov. Otázky boli kladené v rámci 7 okruhov.

Prvý okruh manipulácia s útvarmi sa týkal rozpoznávania 4 základných geometrických útvarov kruh, trojuholník, štvorec, obdĺžnik z každého po desať. Boli to papierové alebo drevené modely daných útvarov (pozri Obrázok 1). Druhý okruh otázok bolo pomenovanie daných geometrických útvarov, zobrazených na obrázku. Okrem geometrických útvarov (kruh, trojuholník, štvorec, obdĺžnik), o ktorých sa predpokladalo, že dieťa ich vie samo pomenovať, boli aj útvary lichobežník, kosoštvorec, ktoré nemuselo vedieť správne pomenovať, ale ani nezaradilo medzi uvedené geometrické útvary. Tretím okruhom otázok bolo identifikovanie daných geometrických útvarov podľa názvu. Štvrtým okruhom otázok bolo zistenie modelov a ne-modelov štvorca a ich vzájomné rozlíšenie. Štvorce boli v rôznych veľkostiach a rôzne otočené. Piatym okruhom otázok bolo zistenie modelov a ne-modelov trojuholníka a ich vzájomné rozlíšenie. Šiestym okruhom otázok bolo zistenie modelov a ne-modelov obdĺžnika a ich vzájomné rozlíšenie. Siedmym okruhom otázok bolo zistenie modelov a ne-modelov kruhu a ich vzájomné rozlíšenie. Kruhy boli zobrazené s rôznymi polomermi.

Obrázok 1

Na Slovensku sa matematika v na I. stupni ZŠ vyučuje podľa Štátneho vzdelávacieho programu ISCED1. Tento program obsahuje aj geometriu. Z jej tém pre potreby nášho výskumu v štvrtom ročníku základnej školy uvádzame nasledovné témy:

Geometrické tvary a útvary – kreslenie. Manipulácia s niektorými priestorovými a rovinnými geometrickými útvarmi. Rysovanie rovinných útvarov v štvorcovej sieti. Rysovanie štvorca a obdĺžnika v štvorcovej sieti, pomenovanie vrcholov a strán, dvojíc susedných strán. Obvod štvorca (obdĺžnika) - (len ako súčet veľkosti strán, propedeutika).

Výskum v štvrtom ročníku sa uskutočnil formou testu na vzorke 80 žiakov Základnej školy Zákamenné. Budeme sa venovať vybraným úlohám z tohto testu, ktoré sa dotýkajú jednak tém z hore spomínaného Štátneho vzdelávacieho programu, ako aj prvej a druhej Van Hieleho hladiny.

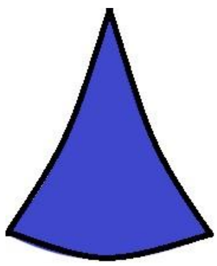
Rozpoznávanie geometrických útvarov deťmi predškolského veku

Pri rozpoznávaní základných geometrických útvarov sme analyzovali 53 videí pomocou 6 predlôh. Deti odpovedali samostatne na otázky, ktoré boli predkladané podľa dopredu pripraveného scenára. Analyzujeme odpovede postupne podľa jednotlivých geometrických útvarov – kruh, trojuholník, štvorec a obdĺžnik.

Kruh je geometrický útvar, ktorý je pre deti ľahko identifikovateľný. Jeho rozpoznanie nezáviselo ani na veľkosti, ani na farbe. Pri manipulácií s ne-modelmi však dochádzalo často, skoro u 40% detí ku mylnej predstave a pomenovaniu elipsy ako kruhu. Problémy nastali i pri pravidelnom 12-uholníku, kde 39% detí nesprávne zaradilo daný útvar medzi kruh.

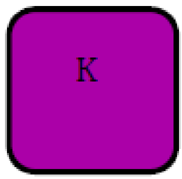
Trojuholník je geometrický útvar, v ktorom pri jeho identifikácií veľmi záviselo na jeho umiestnení a tvare. Najúspešnejšie takmer 97% úspešnosť bola pri rovnostrannom a pravouhlom trojuholníku, s troche horšími výsledkami na úrovni 89% bolo rozpoznanie rovnoramenného trojuholníka. Najhoršie dopadol ne-model trojuholníka (pozri Obrázok 2). Až 63% detí ho identifikovalo ako trojuholník. Zaujímavosťou je, že aj u ďalších ne-modelov deti dosť často pripúšťali možnosť, aby strana nebola úsečkou, ale oblúkom.

Obrázok 2



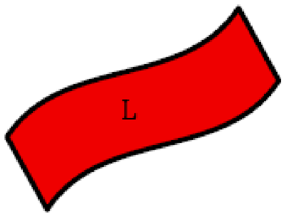
Štvorec je geometrický útvar, ktorý je len o troche ťažšie identifikovaný ako kruh. Úspešnosť identifikácie štvorca bola pri rôznych otočeniach, veľkostiach a farbách vždy nad 85%. Problém však nastal pri kosoštvorci, ktoré deti až v 70% prípadov nesprávne identifikovali ako štvorec. Podobne ako sme sa zmieňovali u trojuholníka problémy nastali pri ne-modeloch štvorca, ktorého strany boli časti oblúka. V týchto prípadoch správne identifikovali len 54% (hrana vypuklá von), resp. 46% (hrana vypuklá dnu). Najhoršie však dopadol ne-model štvorca (pozri Obrázok 3), až 83% detí tento útvar pomenovalo ako štvorec.

Obrázok 3



Obdĺžnik je útvar, v ktorom deti mali striedavú úspešnosť v identifikovaní. Poloha a otočenie nemalo zásadný vplyv na správnu identifikáciu obdĺžnika. Najväčší vplyv na identifikáciu obdĺžníka mali rozmery. V prípade, že bol veľký pomer medzi jeho dĺžkou strán, tak až v 50% dieťa nezaradilo daný útvar medzi obdĺžniky. Podobne ako pri štvorcoch až 72% detí identifikovali kosodĺžnik ako obdĺžnik. Malá úspešnosť bola aj v správnej identifikácií ne-modelu obdĺžnika s oblými stranami. Najviac vypuklý bol útvar na obrázku (pozri Obrázok 4), 61% detí ho identifikovalo ako obdĺžnik.

Obrázok 4

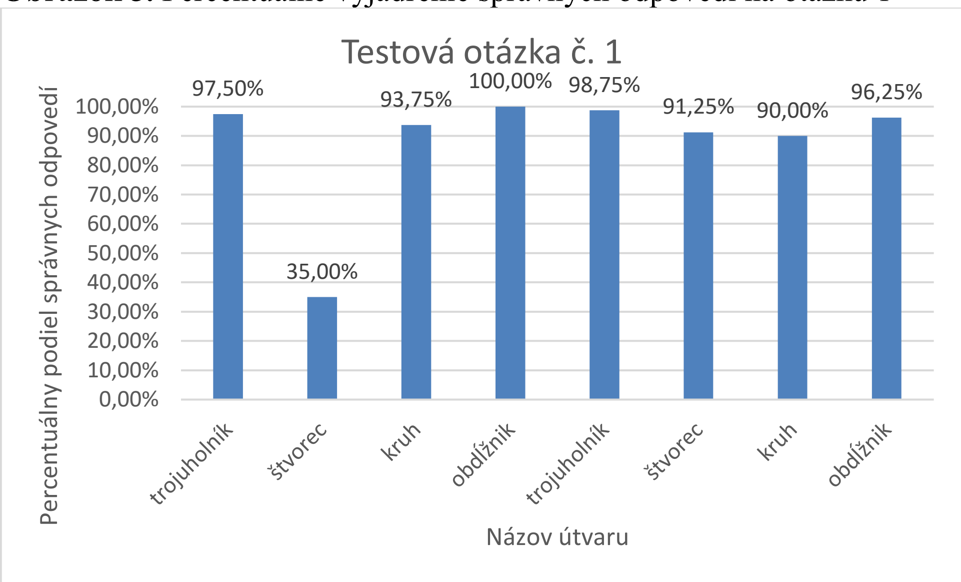


Výsledky testu v geometrií pre žiakov štvrtej triedy I. stupňa ZŠ

Otázky v teste sme hodnotili jednak z hľadiska percentuálneho podielu správnych odpovedí pri jednotlivých čiastkových otázkach a jednak pomocou koeficientu korelácie a implikatívneho grafu pomocou štatistického programu C. H. I. C. Tento graf umožňuje nájsť implikatívne logické vzťahy medzi jednotlivými čiastkovými odpoveďami, pričom miera intenzity tohto vzťahu je vyjadrená farbou šípky v grafe.

Percentuálny podiel správnych odpovedí žiakov štvrtého ročníka hore spomínanej základnej školy pri prvej úlohe sú na nasledujúcom obrázku:

Obrázok 5. Percentuálne vyjadrenie správnych odpovedí na otázku 1



Najmenej správnych odpovedí je pri čiastkovej otázke B. Príčinou mohlo byť to, že strany zadaného štvorca neboli v polohe ako pri otázke F. Štvorec B je otočený o uhol 45° oproti štvorcu F, preto mali žiaci problém ho identifikovať. Najviac správnych odpovedí je v čiastkovej úlohe D, pretože strany obdĺžnika mali výrazne rozdielnu dĺžku.

Koeficienty korelácie boli nasledovné:

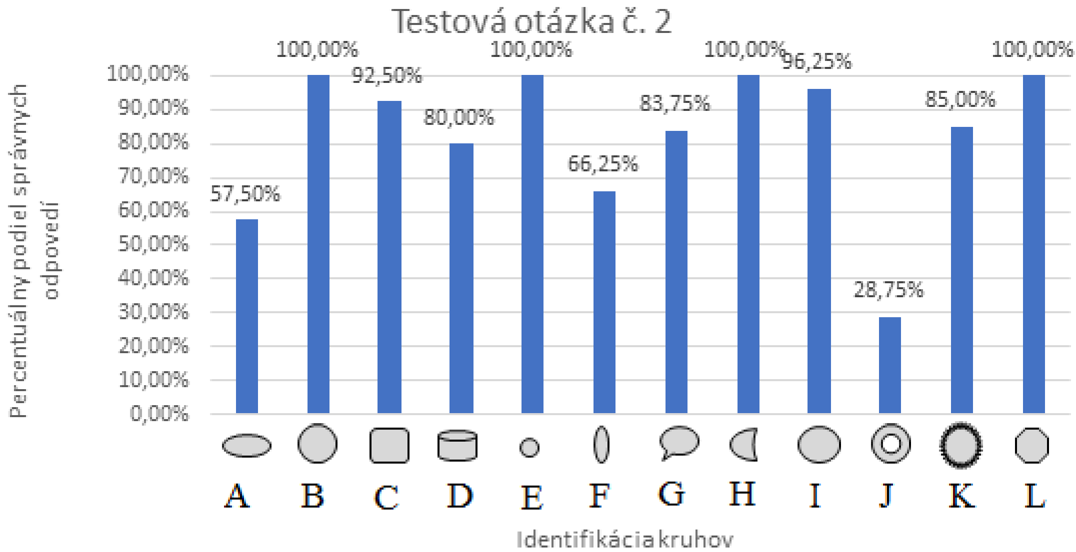
Tabuľka 1: Koeficienty korelácie čiastkových otázok v úlohe 1

	B	C	D	E	F	G	H
A	0,12	- 0,04	0,00	- 0,02	- 0,05	- 0,05	- 0,03
B		- 0,14	0,00	0,08	- 0,05	0,07	- 0,13
C			0,00	- 0,03	0,10	0,43	- 0,05
D				0,00	0,00	0,00	0,00
E					- 0,03	- 0,04	- 0,02
F						- 0,10	- 0,06
G							-0,07

Vytvorili sme implikatívny graf, z ktorého vyplýva, že pokiaľ žiak vedel odpovedať na otázku B, tak vedel správne odpovedať aj na otázku A. Podobný vzťah je medzi odpoveďami G a C. To znamená, že ak žiak vedel identifikovať malý kruh, tak vedel identifikovať aj veľký kruh. Tieto čiastkové úlohy vykazovali aj silnejšiu koreláciu 0,43.

Percentuálny podiel správnych odpovedí žiakov pri druhej úlohe sú na nasledujúcom obrázku:

Obrázok 6. Percentuálne vyjadrenie správnych odpovedí na otázku 2



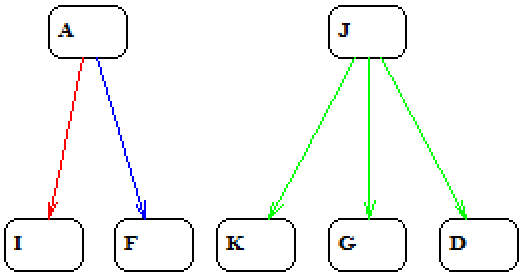
Najmenej správnych odpovedí je pri čiastkových úlohách A, F a J. Príčinou je predstava u mnohých detí, že kruh je „oblý útvar“. Podobne ako v prvej úlohe veľa žiakov správne identifikovalo malý a veľký kruh (B a E). Podobne najviac správnych odpovedí bolo v čiastkových úlohách H a L, lebo tieto útvary majú viac vrcholov.

Koeficienty korelácie a implikatívny graf boli nasledovné:

Tabuľka 2: Koeficienty korelácie čiastkových otázok v úlohe 2

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0,00	0,04	0,14	0,00	0,46	0,10	0,00	0,23	- 0,01	0,06	0,00
B		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C			- 0,14	0,00	0,00	0,13	0,00	0,19	- 0,03	0,01	0,00
D				0,00	0,24	- 0,05	0,00	0,07	0,11	0,05	0,00
E					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F						0,04	0,00	0,00	- 0,01	- 0,08	0,00
G							0,00	- 0,09	0,13	0,38	0,00
H								0,00	0,00	0,00	0,00
I									- 0,02	- 0,08	0,00
J										0,11	0,00
K											0,00

Obrázok 7: Implikatívny graf čiastkových otázok v úlohe 2 - sila implikácie: šípky červené 90 percent, modré 80 percent, zelené 70 percent

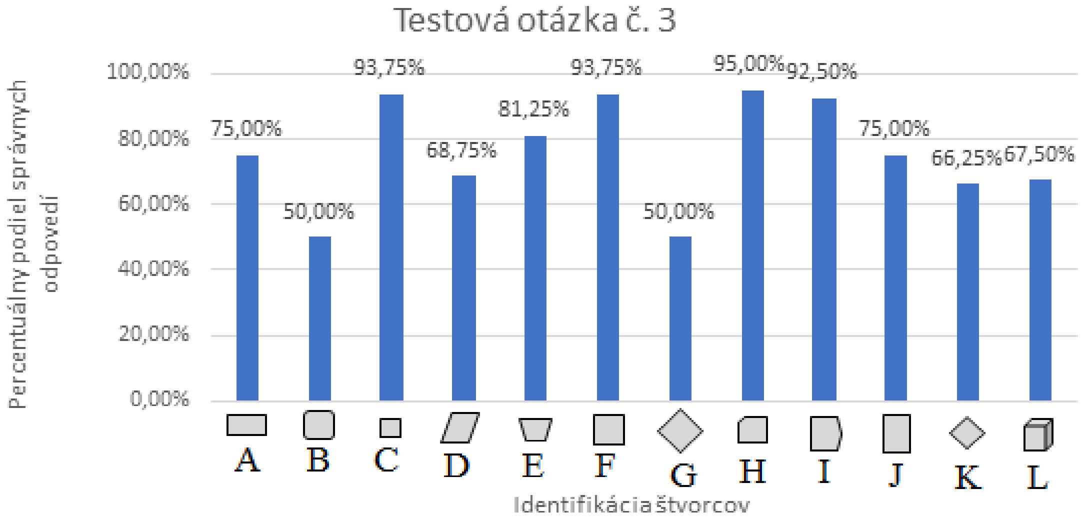


Z implikatívneho grafu vyplýva, že pokiaľ žiak vedel odpovedať na otázku A, tak vedel správne odpovedať aj na otázky I a F. Tu je vidieť dôležitosť správneho rozlíšenia elipsy a kruhu, ako aj poznatku, že elipsa nie je kruh. Podobný vzťah je medzi čiastkovými otázkami J a skupinou otázok K, G a D. Útvary J, K, G a D nie sú kruhy, tu sa ukazuje dôležitosť práce učiteľa s modelmi a ne-modelmi kruhov, aby žiaci poznali ich vlastnosti a vedeli ich rozlišovať.

Z hľadiska hodnôt korelačných koeficientov silnejšiu koreláciu 0,46 vykazujú čiastkové otázky A a F. Podobne je to aj pri dvojici otázok G a K. Otázky A a F sú podobné v tom, že daná elipsa F je otočením elipsy A o 90°. Otázky G a K sú podobné v tom, útvar G má jeden a K viacero vrcholov a žiaci ich považovali za útvary, ktoré nemajú „oblý tvar“.

Percentuálny podiel správnych odpovedí žiakov pri tretej úlohe sú na nasledujúcom obrázku:

Obrázok 8. Percentuálne vyjadrenie správnych odpovedí na otázku 3



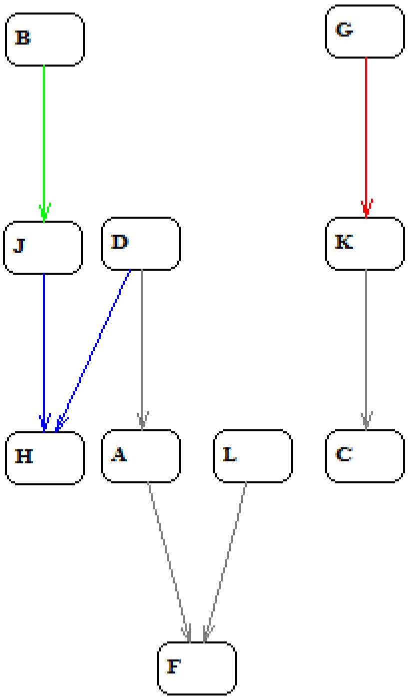
Najmenej správnych odpovedí je pri čiastkových úlohách B, G a K. V úlohe B bola príčinou predstava u mnohých detí, že štvorec je útvar, ktorý má štyri vrcholy -„štvorcový tvar“, pričom nebrali do úvahy, že daný útvar nemá vrcholy a nie je mnohouholník. V úlohách G a K podobne ako v úlohe 1 štvorce G a K boli otočené o uhol 45° oproti štvorcom C a F, preto mali žiaci problém ich identifikovať. Veľa žiakov správne identifikovalo malý a veľký štvorec (C a F). Podobne veľa správnych odpovedí bolo v čiastkových úlohách H a I, lebo tieto útvary majú viac vrcholov ako štyri.

Koeficienty korelácie a implikatívny graf boli nasledovné:

Tabuľka 3: Koeficienty korelácie čiastkových otázok v úlohe 3

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	- 0,12	- 0,03	0,30	0,24	0,21	- 0,17	0,13	0,16	0,27	- 0,11	- 0,03
B		- 0,15	0,03	- 0,03	- 0,05	0,00	0,11	- 0,09	0,17	0,08	0,00
C			0,05	0,01	0,15	0,15	- 0,06	- 0,07	- 0,03	0,14	- 0,18
D				0,09	- 0,06	- 0,13	0,22	0,12	0,05	0,15	- 0,01
E					0,01	- 0,22	0,18	0,11	0,17	- 0,14	- 0,06
F						- 0,05	- 0,06	- 0,07	0,09	- 0,08	0,15
G							-0,23	0,00	-0,23	0,45	0,05
H								0,37	0,26	0,08	0,09
I									0,05	0,00	0,01
J										- 0,05	0,03
K											- 0,04

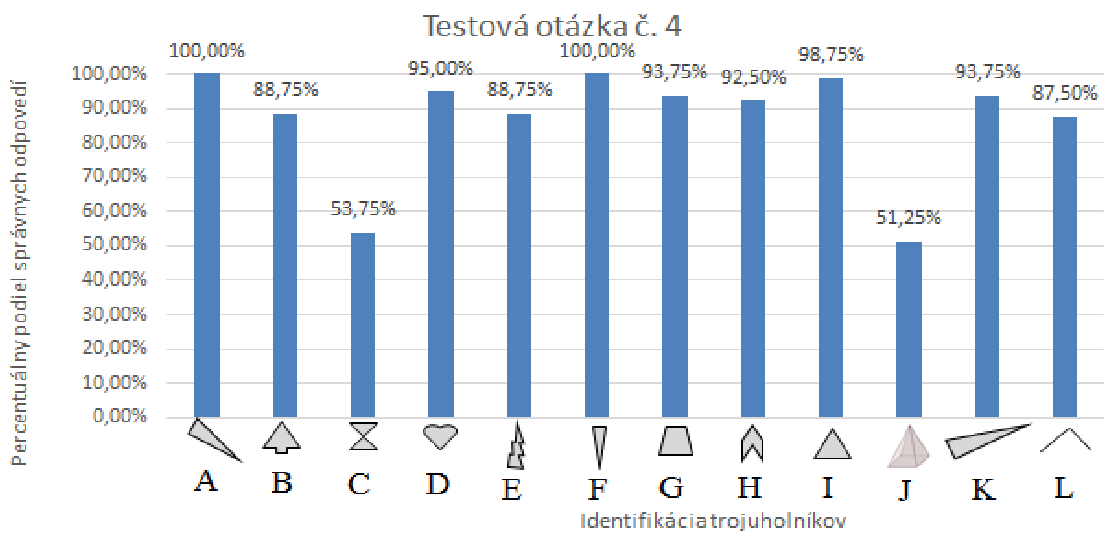
Obrázok 9: Implikatívny graf čiastkových otázok v úlohe 3 - sila implikácie: šípky červené 80 percent, modré 70 percent, zelené 60 percent, sivé 50 percent



Z implikatívneho grafu vyplýva, že pokiaľ žiak vedel odpovedať na otázku G, tak vedel správne odpovedať aj na otázku K. Útvary G a K sú podobné, líšia sa len veľkosťou. Podobný vzťah je medzi skupinou odpovedí D, J a odpoveďou H. Tu sa ukazuje dôležitosť poznania základných vlastností štvorca, aby žiak vedel rozlíšiť, ktorý útvar je alebo nie je štvorec.
Z hľadiska hodnôt korelačných koeficientov silnejšiu koreláciu 0,45 vykazujú odpovede G a K (veľký a malý štvorec). Podobne je to aj pri dvojici H a I (0,37). Tieto útvary nie sú štvorce, ale päťuholníky.

Percentuálny podiel správnych odpovedí žiakov pri štvrtej úlohe sú na nasledujúcom obrázku:

Obrázok 10. Percentuálne vyjadrenie správnych odpovedí na otázku 4



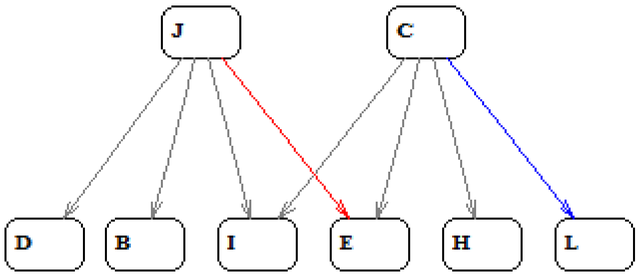
Najmenej správnych odpovedí je pri čiastkových úlohách C a J. V úlohe B bola príčinou predstava u mnohých detí, že trojuholník je útvar, ktorý má „trojuholníkový tvar“, pričom nebrali do úvahy, že daný útvar nemá tri vrcholy a nie je trojuholník. V čiastkovej úlohe J bol problém zámena rovinných a priestorových útvarov. Útvar J je ihlan, aj keď má bočné steny, ktoré sú trojuholníkmi. Veľa žiakov správne identifikovalo trojuholníky v čiastkových úlohách A, F a I. Podobne veľa správnych odpovedí bolo v čiastkovej úlohe D, lebo tento útvar má len jeden vrchol.

Koeficienty korelácie a implikatívny graf boli nasledovné:

Tabuľka 4: Koeficienty korelácie čiastkových otázok v úlohe 4

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B		0,07	0,10	0,25	0,00	- 0,09	0,35	- 0,04	0,13	- 0,09	0,22
C			0,02	0,15	0,00	- 0,14	0,12	0,12	0,20	- 0,14	0,26
D				0,10	0,00	0,18	0,37	- 0,03	0,12	- 0,06	- 0,09
E					0,00	- 0,09	0,20	- 0,04	0,29	- 0,09	- 0,01
F						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G							0,12	0,03	- 0,05	0,15	- 0,10
H								- 0,03	0,01	- 0,07	0,04
I									0,12	- 0,03	- 0,04
J										- 0,05	0,01
K											- 0,10

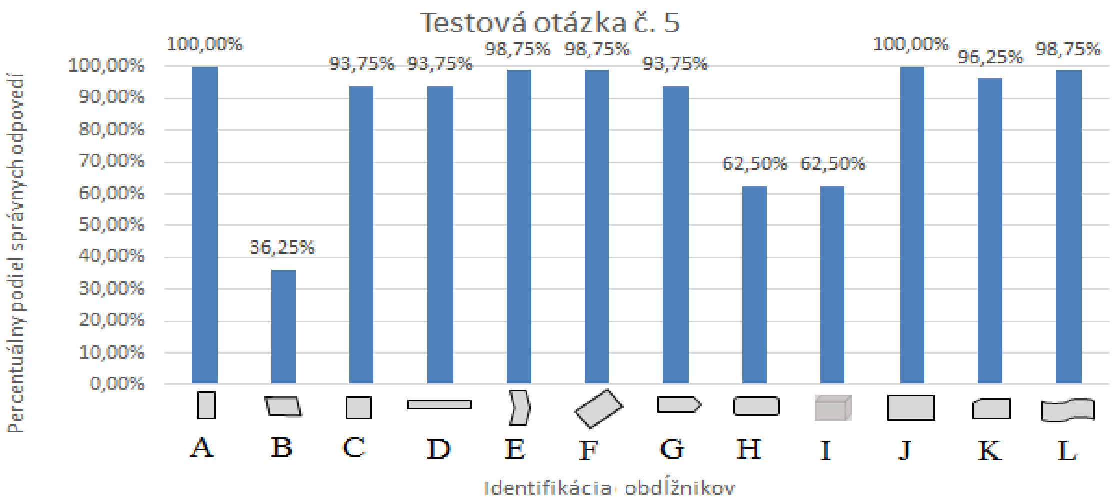
Obrázok 11: Implikatívny graf čiastkových otázok v úlohe 4 - sila implikácie: šípky červené 90 percent, modré 80 percent, sivé 60 percent



Z implikatívneho grafu vyplýva, že pokiaľ žiak vedel odpovedať na otázku J, tak vedel správne odpovedať aj na otázku E. Podobný vzťah je medzi odpoveďou C a odpoveďou L. Tu sa ukazuje dôležitosť identifikácie trojuholníka ako rovinného geometrického útvaru - mnohouholníka, ktorý má tri strany. Žiaci potrebujú vedieť rozlíšiť rovinné a priestorové útvary, ako aj mnohouholníky, ktoré sú a nie sú trojuholníkmi. Z hľadiska hodnôt korelačných koeficientov silnejšiu koreláciu 0,37 vykazujú odpovede D a H. Podobne je to aj pri dvojici B a H (0,35). Útvary B a H sú mnohouholníkmi, ktoré nie sú trojuholníkmi a útvar D nie je ani mnohouholník.

Percentuálny podiel správnych odpovedí žiakov pri piatej úlohe sú na nasledujúcom obrázku:

Obrázok 12. Percentuálne vyjadrenie správnych odpovedí na otázku 5



Najmenej správnych odpovedí je pri čiastkovej úlohe B. V úlohe B bola príčinou predstava u mnohých detí, že obdĺžnik je útvar, ktorý má štyri vrcholy. Nebrali do úvahy, že daný útvar nemá vnútorné uhly pravé. Menej správnych odpovedí bolo aj v čiastkových úlohách H a I. V čiastkovej úlohe I bol problém zámena rovinných a priestorových útvarov. Útvar I je kváder, aj keď má bočné steny, ktoré sú obdĺžnikmi. V úlohe H bola príčinou predstava u mnohých detí, že obdĺžnik je útvar, ktorý má štyri vrcholy -„obdĺžnikový tvar“, pričom nebrali do úvahy, že daný útvar nemá vrcholy a nie je mnohouholník.

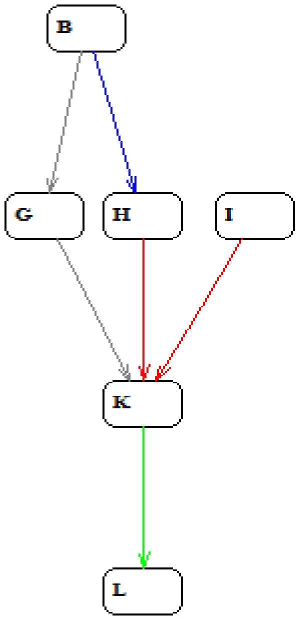
Veľa žiakov správne identifikovalo obdĺžniky v čiastkových úlohách A, F a J. Podobne veľa správnych odpovedí bolo v čiastkovej úlohe E, lebo tento útvar má šesť vrcholov.

Koeficienty korelácie a implikatívny graf boli nasledovné:

Tabuľka 5: Koeficienty korelácie čiastkových otázok v úlohe 5

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B		- 0,02	- 0,02	0,08	0,08	0,09	0,37	0,05	0,00	0,01	0,08
C			0,15	- 0,03	- 0,03	- 0,07	0,12	- 0,20	0,00	- 0,05	- 0,03
D				- 0,03	- 0,03	- 0,07	- 0,09	- 0,09	0,00	- 0,05	- 0,03
E					- 0,01	- 0,03	- 0,09	- 0,09	0,00	- 0,02	- 0,01
F						- 0,03	- 0,09	- 0,09	0,00	- 0,02	- 0,01
G							0,12	0,01	0,00	0,49	0,44
H								0,09	0,00	0,25	0,15
I									0,00	0,25	0,15
J										0,00	0,00
K											0,57

Obrázok 13: Implikatívny graf čiastkových otázok v úlohe 5 - sila implikácie: šípky červené 90 percent, modré 80 percent, zelené 70 percent, sivé 60 percent



Z implikatívneho grafu vyplýva, že pokiaľ žiak vedel odpovedať na dvojicu otázok H a I, tak vedel správne odpovedať aj na otázku K. Podobný vzťah je medzi odpoveďou B a odpoveďou H. Tieto útvary nie sú obdĺžnikmi, tu sa ukazuje dôležitosť poznania vlastností obdĺžnika, že je to rovinný útvar – mnohouholník, ktorý má štyri vrcholy a štyri strany. Z hľadiska hodnôt korelačných koeficientov silnejšiu koreláciu 0,57 vykazujú odpovede K a L. Podobne je to aj pri dvojici G a K (0,49). Tieto rovinné útvary nie sú obdĺžnikmi.

Závěr

Výsledky testovania žiakov štvrtých ročníkov ukázali, že pri identifikácii rovinných útvarov je častou chybou zámena rovinného a priestorového útvaru. Uvedený jav sme si všimli aj pri testovaní detí predškolského veku, nielen u nich ale aj v študentoch učiteľského štúdia, ktorí deťom kládli otázky. Príkladmi sú dvojice kocka – štvorec, trojuholník – ihlan, obdĺžnik – kváder. Pri identifikácii kruhu bola častou chybou zámena kruhu s elipsou alebo iným útvarom, ktorý mal „oválny“ tvar. Tieto časté miskoncepcie pretrváva z predškolského veku a vôbec nie sú eliminované. Navrhujeme práve pri kruhoch klásť dôraz na základnú vlastnosť kruhu „vzdialenosť bodov kruhu od daného stredu je menšia alebo rovná ako polomer“. To možno docieliť rysovaním pomocou kružidla. Ďalším problémom je identifikovať trojuholníky, štvorce a obdĺžniky ako mnohouholníky. Ak útvar nemá vrcholy a miesto nich sú „zaoblené“ časti útvaru, u časti žiakov to môže vyvolať nesprávne odpovede. Ako vidieť aj z porovnania žiaci 4. ročníka a predškoláci, tento jav pretrváva a nevenuje sa mu dostatočná pozornosť. Navrhujeme práve v týchto prípadoch konštrukciu trojuholníkov, štvorcov a obdĺžnikov vykonávať pomocou úsečiek. Týmto si žiaci uvedomia, že mnohouholníky nemôžu mať zaoblené hrany alebo časti pri vrcholoch. Pri štvorci a obdĺžniku sa prejavilo aj nedostatočné poznanie základnej vlastností týchto útvarov a to kolmosť priľahlých strán. Táto vlastnosť sa už tak markantne neprejavila u žiakov štvrtého ročníka.

U týchto útvarov bol problémom u menšej časti žiakov aj otočenie daných útvarov – štvorec alebo obdĺžnik, ktorý nemá strany vo vodorovnej a v zvislej polohe.

Príčinou týchto nedostatkov je malé využívanie modelov týchto útvarov, málo času sa venuje základným vlastnostiam rovinných útvarov. Nie je dostatočné, ak žiak vie len pomenovať rovinný útvar, musí poznať a pomenovať aj jeho základné vlastnosti, aby ho vedel odlíšiť od iných rovinných útvarov. Užitočné je venovať pozornosť aj modelom a ne-modelom jednotlivých rovinných útvarov z bežného života. Napríklad dopravná značka „Daj prednosť v jazde“ nemusí byť dobrý príklad pre trojuholník. Ak je to útvar, ktorý nemá vrcholy, lebo ich má „zaoblené“, tak sa v skutočnosti jedná o ne-model trojuholníka. Je to v súlade aj s výkonovým štandardom pre primárne vzdelávanie na Slovensku, ktorý uvádza, že žiak vie „Rozlišovať rovinné geometrické tvary: trojuholník, kruh, štvorec, obdĺžnik.“

Ak chceme odstrániť tieto nedostatky vo vyučovacom procese na pre-primárnom a primárnom stupni, je potrebné venovať osobitnú pozornosť príprave budúcich učiteľov (see Cọntay, Duatepe Paksu, 2012, Fujita, Jones, 2006, Marchis, 2012).

Poděkování

Tento článok bol napísaný vďaka projektu VEGA č. 1/0440/15 *Geometrické koncepcie a miskoncepcie detí predškolského a školského veku*.

Literatura

Hejný M. et all. (2006). *Creative Teaching in Mathematics.* Prague: Charles University.

Marchis, I. (2012). Preservice Primary School Teachers’ Elementary Geometry Knowledge. Acta Didactica Napocensia. Volume 5, Number 2, 33 - 40.

Musser, G. L., Burger, W. F.; Peterson, B. E. (2001). *Mathematics for Elementary Teachers*. New York: John Wiley

Žilková, K. (2013). Teória a prax geometrických manipulácií v primárnom vzdelávaní, Praha, Powerprint, ISBN 978-80-87415-84-9.

Kontakt

Doc. PaedDr. Ján Gunčaga, PhD.
Katedra matematiky, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita v Ružomberku
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok, Slovenská republika
jan.guncaga@ku.sk

RNDr. Štefan Tkačik, PhD.
Katedra matematiky, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita v Ružomberku
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok, Slovenská republika
stefan. tkacik@ku.sk

Basic mathematical rules as the essence of learning financial literacy

Elementarné matematické zakonitosti ako podstata edukácie finančnej gramotnosti

Lívia HASAJOVÁ

Abstract

Among the new trends in developing financial literacy in economic subjects, we include activating forms of teaching. These stimulate interest, support pupils' learning experience, develop autonomy, flexibility and creative thinking. By applying activation methods, we teach the learner to understand the problem solved more clearly and require students to apply problem solving, analysis, synthesis, and creative thinking.

Keywords

financial literacy; activating forms; experiential learning; flexibility; creative thinking; problem solving; analysis, synthesis

Abstrakt

Medzi nové trendy v rozvíjaní finančnej gramotnosti v ekonomických predmetoch zaraďujeme aktivizujúce formy výučby. Tieto podnecujú záujem, podporujú u žiakov zážitkové učenie, rozvíjajú samostatnosť, flexibilitu a kreatívne myslenie. Aplikovaním aktivizujúcich metód privádzame učiaceho sa k jasnejšiemu pochopeniu riešenej problematiky a vyžadujeme od žiakov aplikáciu riešenia problémov, analýzy, syntézy a tvorivého myslenia.

Klíčová slova

finančná gramotnosť; aktivizujúce formy; zážitkové učenie; flexibilita; kreatívne myslenie; riešenie problémov; analýza, syntéza

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-8*

Úvod

V spoločnosti sme za posledných desať rokov svedkami obrovských zmien, ktoré sa dotýkajú všetkých oblastí. Ak sa majú v školách rozvíjať u žiakov nové vedomosti, musia tiež inovovať a skvalitňovať edukačný proces. Vzdelávacie systémy boli dlhé obdobie odolné voči väčšine nových inovácií. Tento trend však nie je dlho udržateľný. Vzdelávanie musí výrazne napredovať s rýchlosťou, ako sa mení spoločnosť a nie zaostávať. Dnes už vieme s istotou, že finančné vzdelávanie je nutné pre všetkých a to bez rozdielu. Každý jeden absolvent po skončení školy nastúpi do zamestnania a peniaze, ktoré zarobil, bude chcieť vedieť adekvátne využívať. Už teraz sme svedkami, že mnohé rodiny sa ocitli na hranici chudoby a to nie v dôsledku nezamestnanosti, ale na základe svojich zlých finančných rozhodnutí. Tieto zmeny v spoločnosti a enormná potreba ekonomického vzdelávania nás utvrdzujú o opodstatnení edukácie v oblasti finančnej gramotnosti.

Digitálne technológie obohacujú a majú dopad na životy ľudí a spoločnosti na celom svete. IKT v školstve môže hrať do budúcna dôležitú úlohu pri premene, obnove a udržaní kvalitného vzdelávania. Technológie zaručujú žiakom vyťažiť z výučby maximum, a tak sa môcť pripraviť na moderné a novo vznikajúce technológie, ktoré budú utvárať svet v budúcnosti. V súčasnosti sme svedkami paradoxnej situácie, že školy majú učiť žiakov a pripravovať ich na povolania, ktoré ešte ani neexistujú. Preto prepájanie každého typu vzdelávania s IKT je tá správna cesta, ako zabezpečiť digitálne gramotných žiakov. Z daného dôvodu sa v práci nezameriavame iba na finančnú gramotnosť, ale snažíme sa o priblíženie výučby využívajúcej IKT.

Matematik v novodobej edukácií finančnej gramotnosti

„Kvalita vzdelávania nemôže byť vyššia ako kvalita učiteľov, ktorí ho poskytujú“ (Barber, 2007, s.7)

V pedeutologických odborných knihách nachádzame mnoho definícií, ktoré sa pokúšajú vystihnúť podstatu učiteľského povolania. Duchovičová et al. (2012, s.199) uvádza, že: „*Učiteľ je jeden zo základných činiteľov výchovno-vzdelávacieho procesu, profesionálne kvalifikovaný pedagogický pracovník spoluzodpovedný za prípravu, riadenie, organizáciu a výsledky tohto procesu*“. V medzinárodnom dokumente organizácie OECD s názvom Education at a Glance sa uvádza, že: „učitelia sú osoby, ktorých profesijná aktivita zahrňuje odovzdávanie poznatkov, postojov a zručností špecifikovaných vo formálnych kurikulárnych programoch pre žiakov a študentov zapísaných do vzdelávacích inštitúcií“ (OECD, 2001, s.309).

Učiteľ bol v minulosti ten, ktorý vyučovanie riadil a kontroloval, terajšie nové smery v edukácii posúvajú rolu učiteľa do pozície radcu a toho kto vyučovanie usmerňuje. *„Vyučovať znamená odovzdávať žiakom, študentom poznatky, oboznamovať ich s pracovnými spôsobmi a postupmi, teda usmerňovať vyučovanie aj kontrolovať už osvojené poznatky, zručnosti a návyky“* (Malacká, 2014, s.99). V súčasnosti sú s učiteľskou profesiou veľmi často skloňované kompetencie. Ak chce učiteľ efektívne vyučovať, potrebuje disponovať viacerými kľúčovými kompetenciami. Duchovičová et al. (2012) vymedzuje hlavne tieto kompetencie:

Profesionalizmus	•pracovné nasadenie
	•sebadôvera
	•spoľahlivosť
	•rešpekt
Myslenie	•analytické myslenie
	•koncepčné myslenie
Očakávania	•snaha o zlepšenie
	•neustále hľadanie informácií

Vodcovstvo	•iniciatíva •flexibilita •zodpovednosť •zanietenosť pre učenie (Husárova, 2011, s.18-19)

V rámci profesie učiteľa si Komplotová (2011, s.69) kladie tieto otázky: *„Aké bude postavenie učiteľa v škole a v spoločnosti? Zmení sa jeho nedôstojné postavenie v súčasnosti? Ako sa budú meniť nároky na neho kladené? Ako sa zmení vzdelávanie učiteľov?"* To všetko sú veľmi vhodne kladené otázky, ktoré výstižne odrážajú rýchlo meniacu sa spoločnosť. Ekonomika v priebehu pár desaťročí zmenila úplne svoju pôvodnú štruktúru. Ekonomické vzdelávanie je veľmi úzko prepojené s praxou, učitelia ekonomických predmetov to vôbec nemajú ľahké a sú nútení sa neustále vzdelávať. Učitelia sú pod enormným tlakom a menia dlho zaužívané metódy a formy vzdelávania tak povediac za pochodu. Prudké zmeny v spoločnosti nútia aj samotných učiteľov, ktorí chcú svojim žiakom podávať adekvátne informácie, sa cielene vzdelávať.

„Nech by bolo vzdelávanie budúcich učiteľov akokoľvek dokonalé, nemôžeme očakávať, že ich pripraví na všetky výzvy, ktoré pred nich postaví ich povolanie. Školské systémy sa z toho dôvodu usilujú poskytnúť učiteľom ďalšie vzdelávanie (celoživotné vzdelávanie učiteľov) – pre udržanie kvalifikovanosti učiteľov a kvality vyučovania" (OECD, 2009, s.49).

Priority a špecifické formy ekonomického vzdelávania

„Povedz mi a ja to zabudnem, ukáž mi a ja si spomeniem, nechaj ma to urobiť a ja porozumiem" (Konfucius, 551-479 p.n.l.).

V tejto podkapitole chceme upriamiť pozornosť na špecifické formy ekonomického vzdelávania, ktoré sa v edukačnej praxi objavujú veľmi sporadicky. Orbánová (2005, s.55) uvádza, že: *„Organizačná forma vyučovania znamená organizačné usporiadanie podmienok na realizovanie obsahu učiva, pri uplatnení jednej alebo viacerých vyučovacích metód, vhodných vyučovacích prostriedkov a pri rešpektovaní didaktických zásad"*.

Medzi aktivizujúce formy výučby ekonomických predmetov, ktoré sa využívajú menej často, určite patria ekonomické hry. Pri aktivizujúcich metódach vzdelávania (Sandanusová, 2002, s.149) uvádza, že: *„podnecujú záujem o uvedomené učenie, podporujú u žiakov zážitkové učenie, rozvíjajú samostatnosť, flexibilitu a kreatívne myslenie"*. Aplikovaním aktivizujúcich metód privádzame učiaceho sa k jasnejšiemu pochopeniu riešenej problematiky a vyžadujeme od žiakov aplikáciu riešenia problémov, analýzy, syntézy a tvorivého myslenia (Orbánová, 2008).

Na stredných školách s ekonomickým zameraním sa veľmi málo aplikujú do vyučovacieho procesu ekonomické hry, pričom sú vhodným motivačným nástrojom učiteľa. Už predškoláci sú v učení sa nového veľmi šikovní a napredujú míľovými krokmi. Je to hlavne z dôvodu aktivít, akými sa učia. Najjednoduchším spôsobom, ako dieťa niečo naučiť, je sprostredkovať mu to hrou. Z psychologického hľadiska si totiž dieťa ani neuvedomuje, že prijíma nové poznatky a zručnosti. Ak totiž žiakov niečo baví a zaujíma, učia sa to oveľa rýchlejšie a nadobudnuté vedomosti si aj dlhšie uchovávajú (Bajtoš, 2007).

Ekonomické hry by sa na stredných školách mali využívať až v posledných ročníkoch, kedy už majú žiaci konkrétne vedomosti a disponujú základným pojmovým aparátom z oblasti ekonomiky. Takéto hry sú aktívne moduly, pri ktorých si žiaci sami musia získavať informácie a analyzovať komplexne celý problém. Šlosár (2012, s. 63) uvádza, že: *„Použitie ekonomických hier vyžaduje od učiteľa dokonalú prípravu, kvalifikovanú réžiu a v niektorých prípadoch aj náročnú výpočtovú techniku. Pre žiakov sú veľkým prínosom, pretože zvládnutím a vyriešením problémov sú lepšie pripravení na prax“.*

Pre žiakov ekonomických predmetov sú ekonomické hry ukážkou hospodárskej praxe. V hrách si žiaci osvojujú nielen teoretické vedomosti, ale aj praktické zručnosti. Prostredníctvom kooperácie si žiaci vyskúšajú reálne konkurenčné prostredie (Mužík, 2004). Veľmi podstatná pri ekonomických hrách je úloha učiteľa. Hra musí totiž obsahovať viaceré varianty, vzbudzovať u žiakov napätie a tak ich motivovať. Učiteľ musí vymedziť a vymyslieť presné pravidlá, ktoré by neobmedzovali slobodné rozhodovanie žiakov. Hra samotná musí byť zostavená tak, aby vykresľovala reálnu hospodársku situáciu (Kalhous, 2003).

Ako sme už v predchádzajúcej časti práce poznamenali moderné technológie a digitalizácia učiva sa postupne začleňujú do vyučovacieho procesu. V oblasti hier začlenených do edukačného procesu sa v súčasnosti začínajú využívať didaktické počítačové hry. Dostál (2009, s.130) uvádza, že: *„didaktická počítačová hra je software umožňujúci zábavnou formou navodzovať činnosti zamerané na rozvoj osobnosti jedinca“.* V zahraničnej odbornej literatúre sa v oblasti vzdelávania a prepojenia počítačových hier stretávame s termínom „vážne hry“ (z angl. Serious Games), ktorých prvoradou úlohou je vzdelávať. Prostredníctvom takýchto hier sa stimulujú skutočné situácie a proces nielen z oblasti ekonomiky (Suslo, 2013).

Hra stavia žiaka do úlohy akéhosi prieskumníka a to tak, že neposkytuje žiakovi žiadne hotové informácie o budúcom priebehu hry a ani o výsledkoch. Drží žiaka v nevedomosti, čo bude v hre nasledovať, a tak ho núti analyzovať, pozorovať, uvažovať a testovať rôzne alternatívne herné situácie. Žiak tak samostatnou činnosťou a vyvodením adekvátnej stratégie dokáže hrať hru úspešne až do konca a tak sa aj vzdelávať. Pri hre sa nezabúda ani na individualitu a schopnosti každého žiaka. Prostredníctvom záťaže v hre sa vie zapojiť každý žiak a dosiahnuť pozitívny výsledok (Dostál, 2009). Na druhom mieste sa umiestnil rozvrh hodín, ktorý je dosť striktne obmedzený učebnými osnovami a bohatou škálou učiva, ktoré je niekedy aj nadbytočné. Ostatné položky boli menej významné.

Študijný potenciál digitálnych hier je v centre záujmu aj vo Veľkej Británii. Výsledkom mnohých už aplikovaných štúdií je následné zavádzanie hier aj do domáceho prostredia žiaka. Hry tak dokážu vzdelávať žiakov aj v domácom prostredí, a tak v nich nevedome vytvárať nové vedomosti mimo školy. Decentralizovaná a flexibilná povaha holandského vzdelávacieho systému dáva školám široké možnosti zahrnúť do výučby digitálne hry. Kennisnet odhaduje, že až 20% odborných škôl zaraďuje digitálne hry do výučby. V oblasti ekonomického vzdelávania je v Holandsku ekonomicky orientovaná hra Plaza Challenge a to v oblasti manažmentu, ktorú vydalo Game Basics už v roku 2005 (Byronová, 2008). Nesmierny potenciál digitálnych hier je vidieť na žiakoch, ktorý počas svojho mimoškolského času trávia oveľa viac času pri on-line hrách ako pri domácich úlohách. Ak by sa vyvíjali hry, ktoré by mohli efektívne ukázať finančný trh, hospodárenie a s tým spojené zvyšovanie finančnej gramotnosti, bola by to skvelá cesta k prepojeniu učenia a zábavy žiakov. Nielen pri digitálnych ekonomických hrách, ale aj celkovo v edukácii je veľmi dôležité dbať na kvalitu.

Finančná gramotnosť ako súčasť ekonomického vzdelávania

„Pre Váš život, vzťahy, šťastie a budúcnosť je nevyhnutné porozumieť peniazom. Naučiť sa, ako ich zarábať a udržať.“ (Robert G. Allen)

Dynamický a rýchlo meniaci sa vývoj v oblasti finančných trhov, spolu s globálnym dosahom hospodárskych kríz v posledných rokoch, činí finančné rozhodnutia spotrebiteľov a manažment osobných financií ako veľmi dôležitý. Ukazuje sa, že čím sú finančné trhy komplikovanejšie tým je aj väčší zmätok na strane spotrebiteľa. Spotrebitelia tak nedokážu adekvátne reagovať a detekovať hrozby a príležitosti, ktoré finančný trh ponúka. Čoraz častejšie sme svedkami v spoločnosti, že spotrebiteľ sa stáva obeťou bezprávia a to hlavne dôsledkom nízkej úrovne ekonomickej gramotnosti (Hilgert et al., 2003).

Zlá, alebo skôr nepostačujúca úroveň ekonomického vzdelávania, má nedozerne následky v budúcom živote žiakov stredných škôl. Vedie k negatívnemu správaniu sa v oblasti nielen v zamestnaní, ale hlavne vo sfére spravovania svojich častokrát ťažko zarobených osobných financií. Trhy sú presýtené rôznorodými pôžičkami a úvermi a jedna nesprávna voľba spotrebiteľa môže viesť aj k celoživotnej zadlženosti (Stang a Zinman, 2009). Vysoká úroveň finančnej gramotnosti umožňuje spotrebiteľovi vhodné plánované akumulovanie svojich peňazí. Tak si dokáže vopred vytvárať rezervy a v rámci vhodného finančného plánovania sa pripraviť na odchod do dôchodku (Lusardi, 2007).

Vplyv ekonomickej gramotnosti žiakov je veľmi rozsiahly a dotýka sa všetkých sfér života. Súčasťou ekonomickej gramotnosti je finančná gramotnosť, ktorú Národný štandard finančnej gramotnosti (2014, s.3) definuje nasledovne: *„Finančná gramotnosť je schopnosť využívať poznatky, zručnosti a skúsenosti na efektívne riedenie vlastných finančných zdrojov s cieľom zaistiť celoživotné finančné zabezpečenie seba a svojej domácnosti“.*

Obšírnejšie je finančná gramotnosť definovaná v Národnej stratégii finančného vzdelávania, ústrednom dokumente pre finančné vzdelávanie v Českej republike. Úvodná časť je skoro totožná s definíciou NŠFG, ale následne pokračuje: *„Finančne gramotný občan sa orientuje v problematike peňazí a cien a je schopný zodpovedne spravovať osobný/rodinný rozpočet, vrátane správy finančných aktív a finančných záväzkov s ohľadom na meniace sa životné situácie“*(Altmanová, 2011, s. 64).

Aktualizovaný NŠFG vymedzuje šírku poznatkov, zručností a skúseností v oblasti finančného vzdelávania a manažmentu osobných financií, z ktorého vyplýva, že absolvent strednej školy (vyššieho sekundárneho vzdelávania) by mal byť schopný:

- „nájsť, vyhodnotiť a použiť finančné informácie,
- poznať základné pravidlá riadenia vlastných financií,
- rozoznávať riziká v riadení vlastných financií,
- stanoviť si finančné ciele a naplánovať si ich dosiahnutie,
- rozvinúť potenciál získania vlastného príjmu a schopnosť sporiť,
- efektívne používať finančné záväzky,
- zveľaďovať a chrániť svoj majetok,
- porozumieť a orientovať sa v zabezpečovaní základných ľudských a ekonomických potrieb jednotlivca a rodiny,
- hodnotiť úspešnosť vlastnej sebarealizácie, inšpirovať sa príkladmi úspešných osobností,
- porozumieť základným pojmom v oblasti finančníctva a sveta peňazí,

- orientovať sa v oblasti finančných inštitúcií (NBS, komerčné banky, poisťovne a ostatné finančné inštitúcie,
- orientovať sa v problematike ochrany práv spotrebiteľa a byť schopný tieto práva uplatňovať“ (NŠFG, 2014, s. 2-3).

Hoci ekonomická gramotnosť má oveľa širší rozsah informácií z oblasti ekonomického vzdelávania z NŠFG vyplýva, že pre budúci život žiakov je nutné zamerať sa v rámci ekonomickej gramotnosti na jej zložku a to finančnú gramotnosť.

Podľa Jakubekovej a Kovalčikovej (2013) je potreba ekonomického vzdelávania nutná na každej úrovni vzdelávania a aj type školy. Uvádzajú komplexný pohľad na ľudské potreby, ktoré vypracoval A. H. Maslow. Rozdelil ich do piatich skupín a to na fyziologické potreby, potreby bezpečia, sociálne potreby, potreby úcty a sebarealizácie a podľa dôležitosti pre človeka ich zoradil vo forme pyramídy. Na obrázku 6 je možné vidieť usporiadanie daných potrieb v kontexte osobných financií. Súčasný mladý človek potrebuje pre svoj nasledujúci život nadobudnúť nemalé vedomosti v oblasti ekonomického vzdelávania, aby dokázal dané potreby využívať vo svoj prospech. Prax však ukazuje, že bežní spotrebitelia hospodária s financiami bez ohľadu na pyramídu potrieb.

Záver

Mnohokrát sa v súčasnosti v rámci výučby stretávame s porovnávaní výsledkov žiakov podľa rodinného zázemia, alebo sociálnoekonomických statusov. V rámci ekonomického vzdelávania, kedy deti už od malička vidia vzor u svojich rodičov a veľa sa o financiách dozvedajú z domova, je vplyv sociálnoekonomických pomerov rodiny dosť významný (Možný, 2006). Aj výskum PISA sa zameral na porovnávanie výsledkov jednotlivých gramotností v súvislosti s rodinným zázemím, vzdelaním rodičov a finančnou situáciou v rodinách. Podľa zistení z roku 2012 má na Slovensku nepriaznivé sociálne zázemie žiakov jeden z najvýraznejších vplyvov na výsledky zo všetkých testovaných krajín v OECD (Šiškovič, 2014). Bomba (2011) poukazuje nato, že školská úspešnosť je mnohokrát závislá od aktuálnej úrovne jednotlivých kognitívnych funkcií, ale jej významným determinantom je sociálno-kultúrny kontext.

Novodobým pojmom v ponímaní gramotnosti, ktorá bola dlhé roky považovaná za schopnosť čítať a písať, je „funkčná gramotnosť“. Tá v sebe zahŕňa v rámci čítania a písania aj prácu s informáciami nachádzajúcimi sa v texte. V rámci gramotnosti Gavora (2010) poukazuje aj na gramotnosť ako sociálno-kultúrny jav, ktorý sme už bližšie popísali. Následne pridáva aj e-gramotnosť ako nový fenomén digitálnej doby. A v neposlednom rade sleduje aj numerickú (matematickú) gramotnosť, v ktorej je zakotvená schopnosť využívať matematické operácie nielen v škole, ale hlavne aj v reálnom živote. Dá sa povedať, že aspektom vplývajúcim vo výraznej miere na FG je funkčná gramotnosť a jej súčasti.

Literatura

Alexovičová, T. (2007). Alternatívne školstvo v kocke – 2. časť. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum v Prešove. 2007. 36 s. ISBN 978-80-8045-439-5.

Almášiová, J. (2014). Etika podnikania. 1. vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave. 2014. 28 s. ISBN 978-80-565-0008-8.

Bačová, D.; Ducká Novák, Ľ.; Onušková, M. (2014). Projektové vyučovanie v edukačnom procese. 1. vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave. 2014. 66 s. ISBN 978-80-565-0643-1.

Bajtoš, J. (1997). Úvod do didaktiky odborného výcviku. 1. vydanie. Bratislava : Metodické centrum mesta Bratislavy. 1997. 52 s. ISBN 80-7164-180-4.

Čejková, Z. (2006). Projekt výuky učebního dne v odborném výcviku. Bakalárska práca. Brno : Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta. Katedra didaktických technologií. 2006. s. 68 .

Čistá, L.; Novotný, M. (2015). Jak připravit žáky na reálné pracovní prostředí. Návrh metodiky odborného výcviku. Praha : Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávaní pedagogických pracovníků. 2015. 31 s. ISBN 978-80-7481-119-7 .

Empson, S. (2009). CCNA Autorizovaný výukový průvodce. Brno : Computer Press, a.s., 2009. ISBN 978-80-251-2286-0.

Feč, K.; Feč, R. (2013). Teória a didaktika športového tréningu. 1. vydanie. Košice : Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Ústav telesnej výchovy a športu. Monografia. 2013. 264 s. ISBN 978-80-8152-087-07.

Fryková, E. (2012). Tvorba tematických výchovno-vzdelávacích plánov pre biológiu v rámci školského vzdelávacieho programu. 1. Vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2012. 57 s. ISBN 978-80-8052-440-1.

Harausová, H. (2007). Didaktika vyučovacieho predmetu odborný výcvik. 1. Vydanie. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum v Prešove, 2007. 46 s. ISBN 978-80-8045-460-9.

Heldová, D.; Kašiarová, N.; Tomengová, A. (2011). Metakognitívne stratégie rozvíjajúce procesy učenia sa žiakov. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2011. 66 s. ISBN 978-80-8052-372-5.

Jakubová, G.; a kol. (2011). Metodika tvorby školských vzdelávacích programov pre stredné odborné školy. 1. Vydanie. Bratislava : Štátny inštitút odborného vzdelávania, 2011. 195 s. ISBN 978-80-89247-16-5.

Kačala, P. (2016). Didaktické prostriedky ako indikátor efektívnej výučby pri odbornom výcviku. Bakalárska práca. Dubnica nad Váhom : Dubnický technologický inštitút v Dubnici nad Váhom. 2016. s. 46.

Kačalová, D. (2015). Využitie jazykového laboratória vo vyučovaní anglického jazyka. Atestačná práca. Košice : Metodicko-poradenské centrum v Košiciach. 2015. s. 89.

Kánovská, R. (2010). Efektívny manažér. Bakalárska práca. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci. Filozofická fakulta. 2010. s. 73.

Kasíková, H.; Vališová, A. (2011). Pedagogika pro učitele. 2. Rozšířené a aktualizované vydání. Praha : Grada Publishing, a.s. 456 s. Některé kapitoly vznikly v rámci projektů: GAČR č. 407/10/0796, GAČR 406/08/0258, MŠMT 0021620862. 2011. ISBN 978-80-247-3357-9.

Kramárová, J. (2012). Analýza uplatnenia sa absolventov stredných a vysokých škôl v bankovom sektore. Bakalárska práca. Praha : Bankovní institut vysoká škola Praha. Zahraničná vysoká škola Banská Bystrica. Katedra bankovníctva a poisťovníctva. 2012. 48 s.

Krušpán, I.; Modranský, Ľ, (2010). Didaktika odborného výcviku. [online]. Bratislava : Štátny inštitút odborného vzdelávania 2010. [cit. 19.4.2016]. Dostupné na internete: www9.siov.sk/ext_dok-didaktika_odborneho_vycviku/16353c ISBN 80-8867-72-11.

Labuda, P. (2010). Kľúčové kompetencie majstra odborného výcviku na dopravnej akadémii v Žiline. Bakalárska práca. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave. Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave. MTF-10648-38450. 2010. s. 69 .

Martinčeková, I.; Tóblová, E. (2013). Didaktika odborného výcviku. 1 vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2013. 68 s. ISBN 978-80-8052-465-4.

Mihalčinová, M. (2014). Aktivizujúce metódy a formy práce pri tvorbe úloh pre odborný výcvik. Osvedčená pedagogická skúsenosť edukačnej praxe. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum , Ševčenkova 11, 85001 Bratislava. 2014. S. 28.

Mitterpach, B. (2013). Implementácia proxy riešenia ústavu. Diplomová práca. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave. Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. 2013. s. 83.

Paulová, I. (2009). Prístupy k manažérstvu kvality vo vzdelávacích inštitúciách / školách. 1. vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2009. 75 s. ISBN 978-80-8052-346-6.

Šon, R. (2011). Přípravy učitele odborného výcviku na odborný výcvik. Bakalárska práca. Brno : Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta. 2011. s. 73 .

Tináková, K. (2009). Didaktika odborného výcviku. 1. vydanie. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2009. 93 s. ISBN 978-80-8096-099-5.

Tomeček, S. (2010). Metodika výuky základů společenských věd na středních školách z pohledu pedagogické praxe – náměty pro začínajícího učitele. 1. vydanie. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě. 2010. 113 s. ISBN 978-80-7368-880-6.

Turek, I. (2014a). Kvalita vzdelávania. 2. prepracovanie a doplnené vydanie. Bratislava : Wolters Kluwer, s.r.o.. Edícia Škola. 2014. ISBN 978-80-8168-037-3.

Turek, I. (2014b). Didaktika. 3 prepracované a doplnené vydanie. Bratislava : Wolters Kluwer, s.r.o. 2014. 620 s. ISBN 978-80-8168-004-5.

Turek, I. (2015). Kvalita školy. 1. vydanie. Bratislava : Wolters Kluwer, s.r.o.. Edícia Škola. 2015. ISBN 978-80-8168-221-6.

UNESCO. (2011). International Standard Classification of Education ISCED 2011. Montreal Canada : UNESCO Institute for Statistics. 2012. [cit. 21.4.2016]. ISBN 978-92-9189-123-8.

Valent, M. (2013). Inovácie v riadení odborného výcviku. 1. vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2013. 64 s. ISBN 978-80-8052-475-3.

Vankúš, P. (2014). Zisťovanie efektívnosti vyučovacích metód. Bratislava : KEC FMFI UK Bratislava, 2014. ISBN 978-80-8147-024-0.

Vincejová, E. (2013). Plánovanie edukačných procesov. 1. vydanie. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2013. 64 s. ISBN 978-80-8052-527-9.

Vitek, M. (2010). Hodnotenie žiakov na SOŠ. Diplomová práca. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave. Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave. MTF-10649-57463. 2010. s. 75 .

Kontakt

PaedDr. Lívia Hasajová, PhD.
Vysoká škola DTI
Sládkovičova 533/20, 018 41 Dubnica nad Váhom, Slovenská republika
hasajova@dti.sk

The need of the teaching mathematics with an emphasis on interdisciplinarity

O vyučovaní matematiky s dôrazom na interdisciplinaritu

Lýdia KONTROVA

Abstract

Mathematics occupies a very important position in the Modern World. It may be remarked that Mathematics plays a vital role in technical professions and latest researches. Years ago, people believed that Mathematics is a classroom discipline. Now we realize Mathematics is a tool, rather than a discipline. This argument comes because; Mathematics is now the main 'ingredient' of any Applied Sciences. The paper emphasizes a growing need to develop such teacher`s skills which enable him/her to perceive and subsequently present a discussed issue in a broader context, and implement facts and knowledge from various scientific fields into science teaching. A teacher's didactic mastery lies in his/her ability to see and point out the possibilities of interdisciplinary connections in teaching-learning process.

Keywords

interdisciplinary connections; dynamic mathematical models; population growth model

Abstrakt

Nikto nepochybuje, že matematika zohráva dôležitú úlohu v technických profesiách a pri všetkých najnovších výskumoch. V minulosti bola matematika vnímaná skôr ako abstraktná, teoretická veda, ktorá patrí predovšetkým do tried a posluchární.. Dnes si však uvedomujeme, že matematika je skôr nástroj než disciplína. Tento argument súvisí s tým, že matematika sa stala v posledných desaťročiach hlavnou zložkou všetkých aplikovaných vied. Príspevok zdôrazňuje rastúcu potrebu rozvíjať také schopnosti učiteľov, ktoré im umožnia vnímať a následne prezentovať diskutovanú problematiku v širšom kontexte a implementovať fakty a poznatky z rôznych vedeckých oblastí do matematiky a naopak. Didaktické majstrovstvo učiteľa dnes spočíva predovšetkým v jeho schopnosti vidieť a poukázať na možnosti interdisciplinárneho prepojenia poznatkov vo vyučovacom procese.

Kľúčové slová

interdisciplinárne prepojenie; dynamický matematický model; model rastu populácie

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-9*

Úvod

Napriek tomu, že matematika zaujíma veľmi dôležitú úlohu v modernom svete, je stále pre väčšinu študentom nudným, nezáživným a nezaujímavým predmetom. Študenti buď matematiku nenávidia, alebo sa jej obávajú. Vina za túto situáciu je čiastočne na strane učiteľov a čiastočne na strane učebných osnov. Študenti neprejavujú žiaden ozajstný záujem o štúdium matematiky, pretože neraz ani učitelia, ani študijná literatúra nepoužíva dostatok vhodných a inšpiratívnych príkladov použitia preberaných matematických pojmov. Právu tu sa dostávame k nevyhnutnosti prepájať štúdium matematiky s ďalšími disciplínami. Pri výučbe matematiky je dnes nevyhnutnosťou interdisciplinárny prístup. Medzi odborníkmi a pedagógmi sa uskutočnilo mnoho pokusov na vytvorenie prepojení medzi štúdiom matematiky a ďalšími vednými disciplínami z väčším, či menším úspechom. Každodenná prax ponúka bohatú škálu podnetov pre matematické spracovanie. Pri vyučovaní matematiky je treba klásť veľký dôraz predovšetkým na tie myšlienky a pojmy, ktoré pomáhajú študentom pochopiť, že matematika je spoločným jazykom mnohých vedných disciplín. Je nevyhnutné vždy spájať matematické vzdelávanie s vhodným reálnym kontextom.

V tomto článku chceme diskutovať, ako matematiku spojiť s niektorými vednými oblasťami, konkrétne s biológiou a informatikou, aby bola matematika využitá plodným a zaujímavým spôsobom, a aby si študenti mohli jej štúdium „vychutnať“.

Matematické modely v biológii

Často panuje chybné presvedčenie, že biológia sa dá študovať bez matematiky. V skutočnosti však moderná biológia potrebuje matematiku v naozaj širokom rozsahu. Biologické javy sú také zložité, a ich požadovaná analýza sú tak náročné, že nie je možné dosiahnuť relevantné výsledky bez použitia matematických výpočtov. Štúdium živých buniek, zloženie krvi, vek a kategórie rastlín, otázky dedičnosti, výživy, rast organizmov a ich rozmnožovanie, nie je možné skúmať bez použitia matematiky.

Matematický model je abstraktný model, ktorý využíva matematický aparát (číselný, množinový, vektorový, geometrický, atď.) na opísanie správania sa istej sústavy (systému). Matematické dynamické modely sa používajú pre vyjadrenie evolúcie opisovaného systému prebiehajúcej v čase na základe a priori definovaného pravidla. Stretávame sa s nimi najmä v prírodných vedách a inžinierskych disciplínach (fyzike, biológii a elektrotechnike), ale tiež aj v sociálnych vedách (ekonómia, sociológia a politické vedy). Častým predmetom záujmu matematikov sú simulácie biologických procesov, vytváranie modelov rastu a vzájomných vzťahov populácií rôznych druhov organizmov. Neodmysliteľnú úlohu tu zohrávajú počítačové technológie, ktoré svojím nesmiernym potenciálom participujú pri realizácii výskumov v tejto oblasti.

Modely rastu a vzájomných vzťahov rôznych populácií sú dnes využívané nielen vo všeobecnej biológii, mikrobiológii, ekológii, a ekonomike ale slúžia tiež na:

- ✓ určovanie maximálnej úrody v poľnohospodárstve,
- ✓ pochopenie dynamiky biologických invázií,
- ✓ porozumenie dôsledkov pri ochrane životného prostredia,
- ✓ prognózovanie šírenia parazitov, vírusov a ochorení a ďalšie aplikácie.

Najpoužívanejšie a najrozšírenejšie sú **spojité modely rastu populácie**, ktoré využívajú aparát matematickej analýzy a jazyk diferenciálnych rovníc. V prípade jednoduchých rastových modelov vystačíme s diferenciálnymi rovnicami 1. rádu.

V najjednoduchších modeloch sa populácia charakterizuje svojou veľkosťou, ktorú je možné vyjadriť buď počtom jedincov daného druhu alebo ich celkovou biomasou. Z hľadiska teórie systémov populácia predstavuje modelovaný systém. Stavovou premennou tohto systému je hustota populácie, ktorá je spojitou funkciou času *t*, označujeme ju $x(t)$ a vyjadruje len približný počet jedincov v čase *t*.
Pri modeloch rastu živých organizmov predpokladáme, že špecifická miera rastu μ nie je konštantná, ale závisí od množstva dostupného substrátu. Pri malej veľkosti populácie vystačíme s tzv. **Malthusovým modelom** (Kalas, Pospíšil, 2001) ktorý nepredpokladá závislosť špecifickej miery rastu μ na veľkosti populácie, čo vyjadruje ***Malthusova rovnica***

$$x'(t) = r.\, x(t) \qquad (1)$$

kde $x'(t)$ predstavuje rýchlosť rozmnožovania organizmov v čase t a r je konštantou úmernosti, čo je relatívna rýchlosť rozmnožovania (špecifická rastová rýchlosť). Rýchlosť rozmnožovania je v tomto prípade priamo úmerná hustote populácie. Každé riešenie tejto rovnice má tvar

$$x(t) = x(0)e^{rt}. \qquad (2)$$

Pre $x(0) \neq 0$ a $r > 0$ hustota populácie s časom *t* exponenciálne rastie, pre $r = 0$ zostáva konštantná a pre $r < 0$ klesá exponenciálne k nule a populácia vymiera [5].

Problémom takýchto klasických (spojitých) dynamických modelov je, že pri ich konštruovaní sa prijímajú pomerne zjednodušené predpoklady. Populácia sa chápe globálne, „*makroskopicky*“, ako celok, pričom sa nereflektujú viaceré faktory, ako napríklad rozmnožovanie a smrť jedincov, priestorové rozloženie, či lokálne zmeny populácie. Lokálne rozdiely v populácii sa jednoducho „spriemerujú“. Určite pri mnohých úlohách je to správna intuícia, ľahko však nájdeme príklady, kde takýto prístup vedie k nesprávnym záverom. Napríklad podmienka spojitosti funkcie (1) je splnená len pre populácie dostatočne početné, v ktorých sa jednotlivé generácie prekrývajú (t.j. populácia obsahuje jedincov rôznych generácií). Toto však neplatí pre mnohé jednoduché organizmy s krátkou dĺžkou života.

Najjednoduchším alternatívnym riešením je *„mikroskopické“* modelovania rastu populácie, ktoré berie do úvahy ako priestorové rozloženie jedincov, tak podmienky zrodu, prežitia a smrti subjektov. Takéto modelovanie rastu populácie môžeme uskutočniť prostredníctvom tzv. **celulárnych automatov (CA)**. Matematický základ pre konštrukciu CA tvorí moderná algebra, teória algebrických štruktúr (grúp) a operácií realizovanými nad týmito štruktúrami. V tomto momente registrujeme zásadný vstup počítačových technológií do oblasti matematického modelovania biologických procesov a teda *interdisciplinárne prepojenie matematiky, informatiky a biológie,* (prípadne i ďalších vedných disciplín, v ktorých je možné aplikovať spomínaný model rastu populácie).

Celulárne automaty ako modely rastu populácií

Problematikou celulárnych automatov sa ako prví zaoberali J.V. Neumann a S. Ulam, ale k ich najväčšiemu rozmachu prispel až rozvoj počítačových technológií koncom 20. storočia. V tomto období rozhodujúci podiel pri popularizácii celulárnych automatov zohral Stephen Wolfram (1959-) a jeho publikácia *A New Kind in Science* (2002), v ktorej skladá hold tejto fascinujúcej štruktúre, a považuje ju za akýsi „základný princíp“ mnohých javov vo svete.

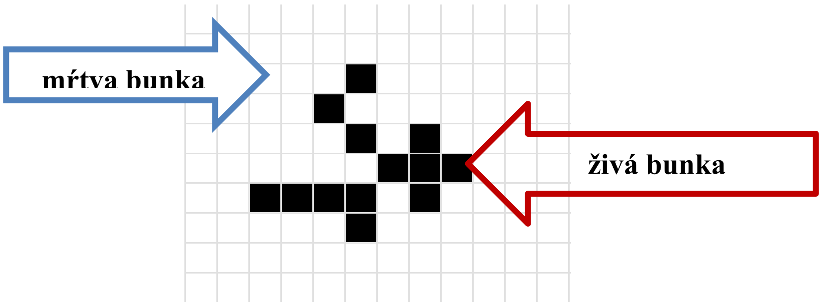
Celulárny automat (CA) (angl. cellular automaton) je dynamický systém a matematický model, ktorý stvárňuje evolúciu živého systému. Vo všeobecnosti ho môžeme charakterizovať pomocou troch základných parametrov:

- ✓ štruktúrou siete, prostredníctvom ktorej simulujeme zvolené javy,špecifikáciou subjektov, ktoré „žijú“ na tejto sieti,
- ✓ množinou pravidiel, podľa ktorých sa riadi evolúcia subjektov siete.

Celulárny automat:

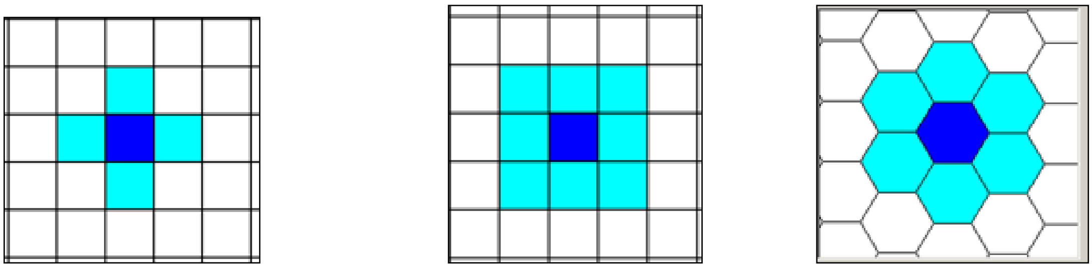
- ✓ pracuje v diskrétnom čase a priestore,
- ✓ je tvorený bunkami (cell),
- ✓ bunky môžu buď usporiadané do tvaru:
  - priamky – hovoríme o lineárnych jednorozmerných (označenie 1D CA),
  - pravidelnej mriežky (najčastejšie) – hovoríme o dvojrozmerných 2D CA,
  - trojrozmernej štruktúry (označenie 3D CA).
- ✓ každá bunka môže nadobúdať najčastejšie dva stavy (binárny CA);
  - jeden stav označuje plné pole ⇔ živá bunka (1),
  - druhý stav označuje prázdne pole ⇔ mŕtva bunka (0) (obr.1).

Obr.1. Interpretácia celulárneho automatu



- ✓ hodnoty stavov buniek sú určené prechodovou funkciou. Argumentom tejto funkcie sú aktuálne hodnoty stavu bunky a stavov buniek z jej okolia, teda bunka mení svoj stav podľa zadefinovaného pravidla,
- ✓ každá bunka má informáciu o sebe samej, ako aj o svojom okolí (lokálne informácie) a na základe toho koná a rozhoduje sa, čo urobí v ďalšom kroku (cykle, generácii),
- ✓ bunka má tiež okolie, ktoré vplýva na jej rozhodovanie o zmene jej stavu:
  - pre 1D CA je okolie definované ako počet susedných buniek po oboch stranách bunky,
  - pre 2D CA existujú tzv.:
    - ➢ Neumannovské okolie (4 susedia),
    - ➢ Moorovské okolie (8 susedov),
    - ➢ Šesťuholníkové okolie (6 susedov).[1]

Obr.2. Neumannovské okolie, Moorovské okolie, Šesťuholníkové okolie



Hra na život – najznámejší celulárny automat

Ďalšou významnou osobnosťou spojenou s celulárnymi automatmi je anglický matematik John Horton Conway (1937-). V roku 1970 Martin Gardner, redaktor časopisu Scientific American, zaoberajúceho sa teóriou matematických hier, popularizoval fenomenálnu Conwayovu myšlienku a publikoval návrh hry s názvom *The Game of Life.* V zapätí s rozvojom IKT sa hra stala azda najznámejším celulárnym automatom na svete. Fascinácia touto hrou má korene v jednoduchosti pravidiel, ktorými sa riadi, ktoré však následne indikujú nepredvídateľne zložité, rôznorodé a zaujímavé riešenia. The Game of Life je na jednej strane jednoduchým, no súčasne úžasne flexibilným modelom zrodu, evolúcie a vymierania kolónií živých organizmov.

Conway dlho experimentoval, testoval rôzne pravidlá rozvoja kolónií baktérií. Nakoniec určil princípy, ktoré zaručujú veľmi zaujímavý a súčasne nepredvídateľný rozvoj kolónií organizmov. Posolstvo tejto hry je predovšetkým v nasledujúcom:
„*Aj jednoduché pravidlá môžu viesť k zložitým a komplexným riešeniam*.“
Pravidlá hry špecifikujú, za akých podmienok:

- ✓ baktérie prežívajú do ďalšej generácie,
- ✓ na mieste mŕtvej baktérie sa rodí nová baktéria,
- ✓ živá baktéria umiera.

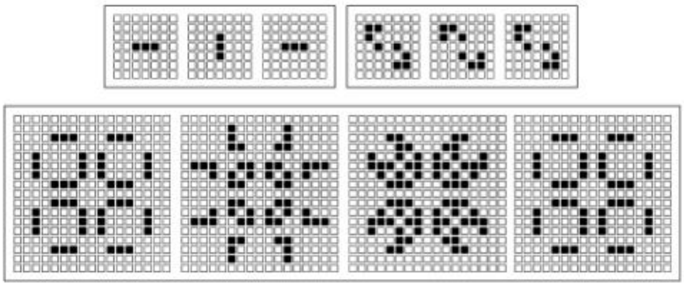
To, ktorá z uvedených situácii nastane sa riadi počtom žijúcich susedov danej bunky (baktérie). Hra využíva Moorovské okolie bunky a tieto postuláty:

- pre živé bunky: ak má bunka okolo seba menej než 2 bunky, potom umiera na osamelosť,
- pre živú bunku: ak má bunka okolo seba viac ako 3 bunky, potom umiera z „presýtenia“, „premnoženia“,
- pre živú bunku: ak má okolo seba 2 alebo tri bunky, potom bunka prežije do nasledujúcej generácie,
- pre mŕtvu bunku: ak má bunka v svojom okolí práve 3 bunky, potom príde k zrodu bunky (trojpohlavné rozmnožovanie), inak zostáva mŕtva.

Prvá generácia (krok, cyklus) sa realizuje pre začiatočnú konfiguráciu buniek podľa vyššie uvedených pravidiel, pričom pravidlá sa aplikujú súčasne na každú bunku. Ďalším aplikovaním pravidiel vznikajú ďalšie generácie buniek. Začiatočné obrazce, tvorené ľubovoľne zvoleným počtom živých buniek, smerujú po niekoľkých generáciách k jednej z nasledujúcich situácií:

- štruktúra po X generáciách zanikne,
- vzniká stabilná štruktúra,
- vzniká cyklicky sa opakujúci obrazec (obr.3).

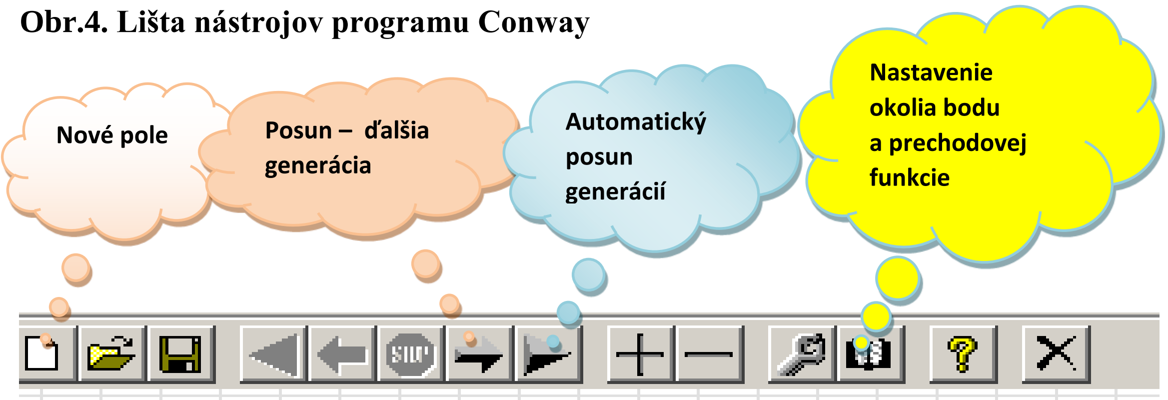
Obr.3. Periodické konfigurácie



Program Conway

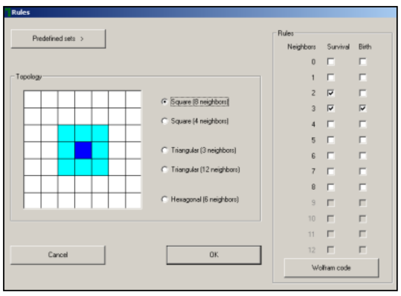
Hru na život môžeme modelovať na obyčajnom štvorčekovom papieri, no s rozvojom počítačových technológií vzniklo množstvo počítačových programov, ktoré hru simulujú a sú voľne dostupné na internete. K takým patrí aj program **Conway**, ktorý sme použili pri koncipovaní tohto článku, a pomocou ktorého môžeme pozorovať evolúciu nami zvolenej konfigurácie buniek na obrazovke počítača. Program tiež umožňuje určovať si vlastné podmienky (postuláty) pre rast populácie, vybrať vhodné okolie bunky (sieť).
Popíšeme v krátkosti manuál programu Conway. Po spustení sa otvorí *Hlavné okno* programu na ktorom registrujeme *Lištu nástrojov* (obr.4), ktorá nám umožňuje nastaviť postuláty pre ľubovoľný celulárny automat
ľubovoľný celulárny automat

Obr.4. Lišta nástrojov programu Conway



Napríklad nastavenie postulátov pre Game of Life realizujeme prostredníctvom nástroja *Edit Rules*  a dialógového okna (obr.5) takto:

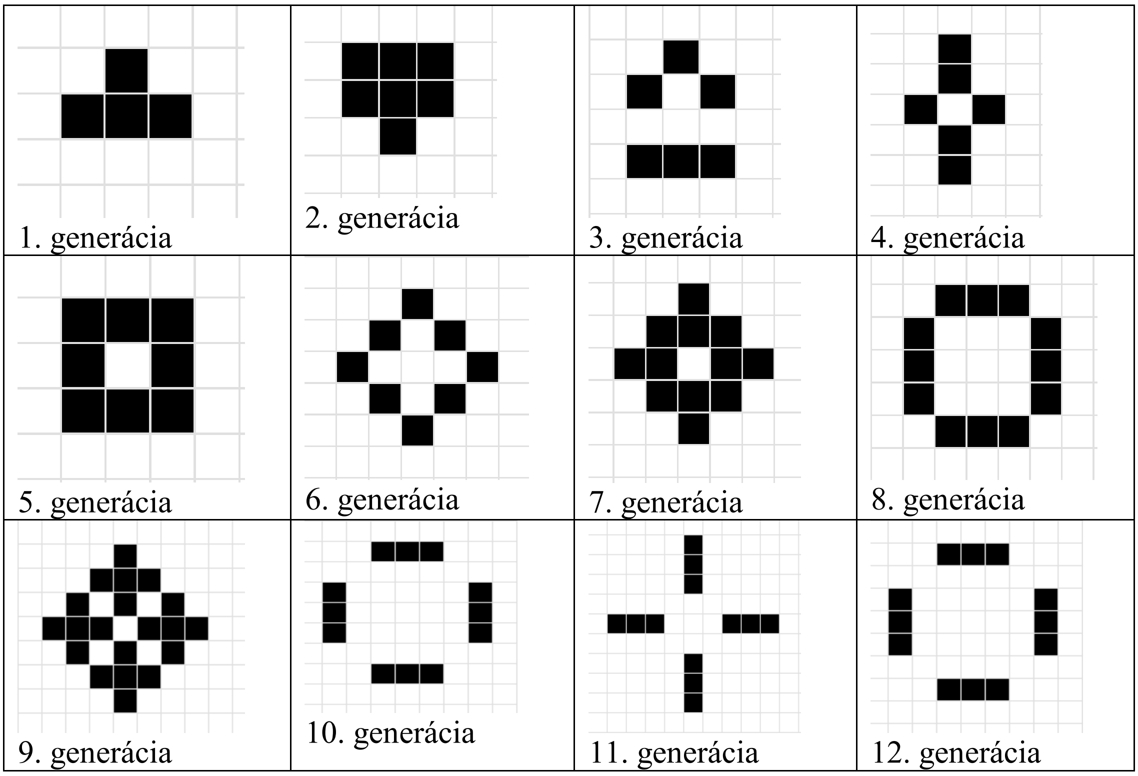
Obr.5. Dialógové okno *Rules*



Uvedieme tri konkrétne príklady. [2]

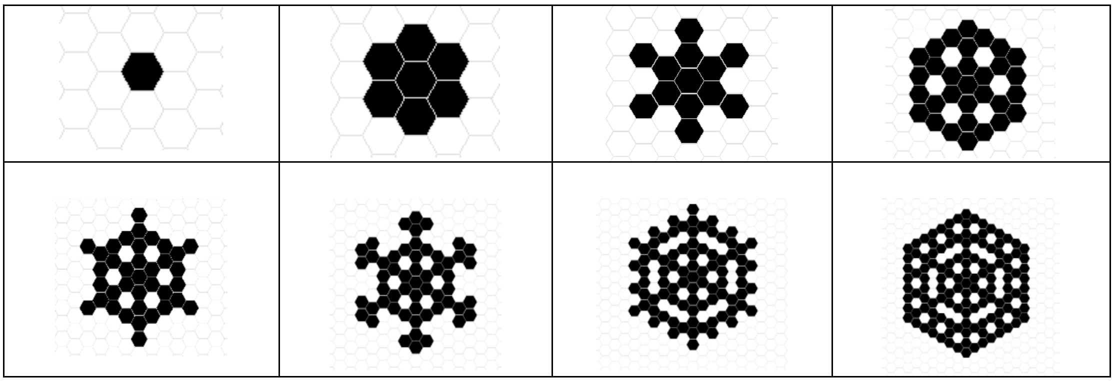
Príklad 1. Podmienky Hry na život aplikujeme na jednoduchú začiatočnú konfiguráciu na Moorovskom okolí buniek (obr.6). Následne simulujeme jej evolúciu a registrujeme vznik. obrazcov, predstavujúcich ďalšie generácie. Ako vidieť po jedenástich generáciách vzniká v tomto prípade stabilná oscilujúca štruktúra.

Obr.6. Evolúcia jednoduchej populácie - ***The Game of Life***



Príklad 2. *Snehová vločka.* Pozrieme sa teraz na celulárny automat, ktorý elementárnym spôsobom modeluje rast snehovej vločky. Vznik snehovej vločky je špeciálnym prípadom rastu kryštálov. Kryštál začína rásť od prvopočiatočnej bunky a generuje sa okolo nej podľa presne stanovených pravidiel. Pre vznik snehovej vločky môže by „zárodkom" napríklad zrnko prachu vznášajúce sa v povetrí, či tiež jednoduchá baktéria. Vzhľadom na vrodenú hexagonalitu kryštálov ľadu, ktorá je podmienená symetriou molekúl vody, rast snehovej vločky budeme modelovať na šesťuholíkovej sieti (sieť ako plást medu). Pravidlo evolúcie snehovej vločky bude jednoduché: ***Nový fragment kryštálu ľadu vznikne len v tej bunke, ktorá má práve jednu susednú bunku obsadenú kryštálikom ľadu.*** Na obrázku 7 vidíme celulárny automat a niekoľko začiatočných konfigurácií rastu kryštálu ľadu.

Obr.7. Evolúcia snehovej vločky



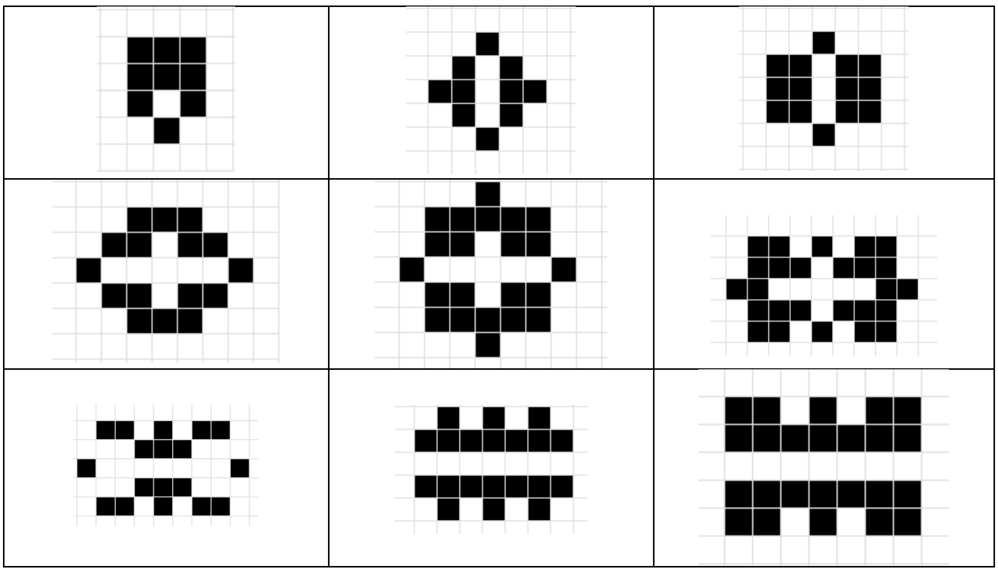
Príklad 3. *Realistický model osídľovania časti územia.* Uvažujme teraz o celulárnom automate, ako nástroji simulácie optimálneho osídľovanie územia organizmami. Vieme, že príliš veľká hustota osídlenia na istom území je negatívnym faktorom vzhľadom na množstvo potravinových zdrojov, ktoré sa takto rýchlo vyčerpajú a populácia hynie alebo si musí hľadať nový životný priestor. Na druhej strane, ak je kolónia organizmov málo početná a príliš osamotená (malý počet susedov) má to tiež negatívny vplyv na jej rozmach. Stanovili sme preto takéto postuláty pre simuláciu optimálneho rozvoja kolónie:

- bunka reprezentujúca organizmus „prežije“ v prípade, že má dvoch, troch alebo štyroch susedov,
- nová bunka vznikne, (zmení sa zo stavu neživá na živá) iba v prípade, že má práve troch susedov.

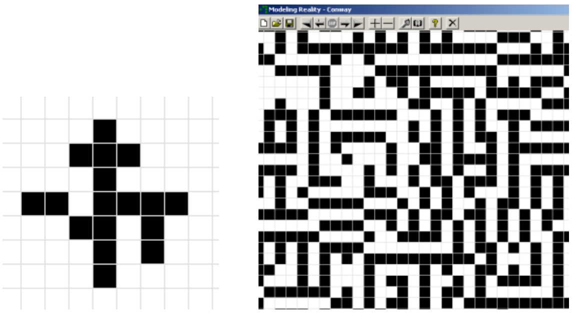
Programom Conway simulujeme tieto podmienky pre rôzne počiatočné konfigurácie organizmov čo do počtu a rozmiestnenia v rovine a zisťujeme že:

- Samotne existujúci jedinci, alebo samotné páry jedincov umierajú,
- Malé kolónie jedincov (párov) sa rýchlo stabilizujú v tvare geometrických konfigurácií, ktoré už ďalej nerastú (obr.8).
- Početnejšie skupiny jedincov, sa po mnohých generáciách stabilizujú v tvare náhodných labyrintov, ktoré pokrývajú celú vymedzenú časť roviny (obr.9).

Obr.8. Simulácia rastu malej kolónie organizmov



Obr.9. Simulácia rastu početnejšej kolónie organizmov



Záver

Interdisciplinarita vo vyučovaní je, dovolíme si tvrdiť, cestou do budúcnosti, ktorá napomáha prekonávaniu izolácie jednotlivých matematických disciplín a tiež prekonávaniu izolácie jednotlivých vyučovacích predmetov. Umožňuje predstaviť matematiku (vnímanú ako abstraktný predmet s malými predpokladmi pre vnútornú motiváciu študentov), ako účinný nástroj popisu zákonitostí a riešenia problémov v iných vyučovacích predmetoch (ako napríklad popis zákonitostí pomocou funkcií vo fyzike alebo chémii, v zemepise, spracovanie rôznych prehľadov, diagramov, tabuliek a grafov napríklad aj v dejepise, či psychológii a sociológii). Nezanedbateľný prínos prvkov interdisciplinarity vo vyučovaní je aj v oblasti získavania celostného pohľadu na skúmanú problematiku či riešenie problémov praxe.

Literatura

Bialynicki – Birula, I. (2010). Modelowanie rzeczywistosci. PWN Warszawa.

Kalas, J.; Pospišil, Z. (2001). Spojité modely v biologii, Masarykova univerzita, Brno, 265s., ISBN 80-210-2626-X .

Pelánek, R. Buněčné automaty. Přednáška. Přístup z internetu: URL: http://www.fi.muni.cz/~xpelanek/IV109/slidy/ca.pdf.

Smítalová, K., Šujan, Š. (1989). Dynamické modely biologických spoločenstiev, Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 160s. ISBN 80-224-0033-5.

A Life. Celulárne automaty: Základné typy štruktúr. Přístup z internetu: URL: http://alife.tuke.sk/index.php?clanok=2264.

Kontakt

PaedDr. Lýdia Kontrová, PhD
Katedra technických vied a informatiky, FBI ŽU v Žiline
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
lydia.kontrova@fbi.uniza.sk

The impact of a positive teacher-student relationship on the efficacy of teaching secondary school mathematics

Vplyv dobrého vzťahu učiteľa matematiky a žiaka na úspěšnost vyučovania matematiky na stredných školách

Tomáš LENGYELFALUSY ; Marcela PJATKOVÁ

Abstract

In the contribution we discuss the significance of Mathematics teacher's personality, their relationship with students and the impact of positive Maths teacher relationship with their students on their success in learning mathematics. In this short article, we attempted to integrate our personal experience with the latest principals in pedagogy and teaching mathematics, as well as to offer a complex overview of the presented topic.

Keywords

personality of Maths teacher; teacher-student relationship; teaching mathematics; efficacy in teaching mathematics

Abstrakt

V tomto príspevku sa zamýšľame nad významom osobnosti učiteľa matematiky, jeho vzťahom so žiakmi a nad vplyvom pozitívneho vzťahu učiteľa matematiky so svojimi žiakmi na ich výsledky v matematickom vzdelávaní. Pokúsime sa v tomto krátkom článku integrovať naše osobné skúsenosti a najnovšie poznatky pedagogiky a didaktiky matematiky a podať komplexný prehľad o skúmanej problematike.

Klíčová slova

osobnosť učiteľa matematiky; vzťah učitel žiak; vyučovanie matematiky; výsledky matematického vzdelávania

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-10*

Úvod

V tomto príspevku poukážeme na vzťah učiteľa (nie len) matematiky a žiaka v triede. Na základe našich dlhoročných osobných skúseností z priameho pedagogického procesu v rámci vyučovania matematiky môžeme jednoznačne tvrdiť, že jeho vplyv na výsledky v matematickom vzdelávaní sú veľmi významné.

Vo vyučovacom procese nastáva interakcia medzi učiteľom a žiakom. Je všeobecne známe, že kvalita vzťahov medzi učiteľmi a žiakmi veľmi vplýva na ich vzdelávanie, správanie, výchovu a takisto aj na to, ako učiteľ vplýva (dokáže vplývať) na žiakov. Ak sú tieto vzťahy bezkonfliktné, ak je medzi nimi vzájomná úcta, rešpekt a pomoc, je predpoklad, že budú kladne ovplyvňovať celú klímu triedy a učiteľ bude pozitívne vplývať na žiakov. V takejto atmosfére je príjemná nálada, optimistický duch, radosť, čo sa prejaví i na výkone žiakov. Naopak, vzťahy, ktoré sú poznačené konfliktami, napätím, neochotou a intrigami, záporne nalaďujú celkový duševný stav, či už učiteľa alebo žiaka. Takýto negatívny stav ovplyvňuje ich duševné zdravie a prejaví sa aj na činnosti žiakov a aj učiteľa.

„Pedagogická interakcia znamená vzájomne sa ovplyvňujúcu činnosť učiteľa a žiakov ako základ moderne chápaného výchovno-vzdelávacieho procesu“ (Gavora, 1988).

„Na psychiku žiaka je vplyv medzi učiteľom a žiakom ešte silnejší než vplyv vzťahov medzi dospelými, predovšetkým preto, že psychika žiaka sa stále mení, vyvíja a formuje, a tiež preto, že pre žiaka i učiteľa má povahu vzťahu bezprostredný vplyv na výsledky ich práce a spolupráce“ (Kačáni a kol., 1999, s. 136).

Podľa Linhartovej (2006) si učiteľ utvára vzťah k jednotlivým žiakom a vzťah k triede ako celku. Obidva vzťahy sú nevyhnutné na zabezpečenie učiteľovho vplyvu na žiaka, obidva sa navzájom prelínajú a dopĺňajú. Ani jeden nie je možné nadraďovať druhému alebo odsúvať do pozadia. Učiteľ si vytvára vzťah k žiakovi spravidla postupne podľa toho, ako žiaka poznáva. Ukazuje sa však, že u mnohých učiteľov hrá významnú úlohu tzv. prvý dojem alebo i ďalšie chyby pri poznávaní druhých ľudí. Utvorený vzťah môže prejsť i zmenami, či už v zmysle zlepšenia alebo zhoršenia. Zmeny spôsobujú zmeny v osobnosti žiaka, v jeho konaní a chovaní alebo prehĺbení poznania žiaka učiteľom.

„Vo výchovno-vzdelávacom procese má kvalita vzťahu medzi učiteľom a žiakom významnú úlohu. Je to výchovný činiteľ, ktorého priame výchovné účinky možno zistiť vo výsledkoch vyučovania, v prispôsobovaní sa životným podmienkam i vo formovaní osobnosti žiaka“ (Kačáni a kol., 1999, s. 136).

Pre učiteľa a žiaka je veľmi dôležité utvárať také vzťahy, ktoré umožňujú vytvárať v triede priaznivú, pomáhajúcu a tolerantnú atmosféru, aby v triede bola harmónia, pokoj a pohoda. Vyučovanie sa prevažne uskutočňuje prostredníctvom sociálnej interakcie, ktorú vytvára učiteľ so žiakmi, žiaci s učiteľom i žiaci navzájom.

„Vzťah medzi učiteľom a žiakom vyplýva z podstaty výchovno-vzdelávacieho procesu v škole. Vyplýva najmä z toho, že žiak sa aktívne podieľa na procese výchovy a vzdelávania, ktoré riadi, koordinuje a usmerňuje učiteľ“ (Kačáni. a kol., 1999, s.137).

Ako citový, hodnotiaci a prežívaný postoj sa všeobecne nazýva vzťah medzi učiteľom a žiakom, kde učiteľ hodnotí osobnosť žiaka. Postoje, ktoré učiteľ hodnotí, sú predovšetkým tie vlastnosti a prejavy žiaka, ktoré sa prejavujú v škole, vo výchovnovzdelávacom procese, ale aj mimo školy, kde hodnotí osobné vlastnosti. Učiteľ pritom môže uplatňovať aj viac či menej citovú zložku. Prvým dojmom je, bohužiaľ, často ovplyvňovaný vzťah učiteľa a žiaka. Preto je veľmi dôležité, aby učitelia prvý úsudok o žiakovi nezobrali veľmi vážne a korigovali ho ďalšími zážitkami a informáciami so žiakom.

I Gillernová (2003, s. 89 – 92) kladie dôraz na to, že práve správne budovanie a rozvíjanie sociálnych vzťahov a zručností, je predpokladom efektívnosti edukačného procesu. Sociálne zručnosti považuje autorka za dôležitú súčasť profesijnej kompetencie učiteľa. Zaraďuje medzi ne napr.: rozvoj dôvery a spolupráce, empatiu, umenie počúvať a pochváliť, akceptovanie osobnosti žiakov, neverbálnu komunikáciu, sebakontrolu a sebareguláciu.

1 Vzťahy medzi žiakmi v triede

Školská trieda je základnou skupinou, prostredníctvom ktorej sa realizuje výchovnovzdelávací proces. Školská trieda je nezvyklý sociálny útvar, v mnohom odlišný od iných skupín. Aj keď jej členovia trávia väčšinu dňa spolu a rozvíjajú vzťahy, nie je to primárna skupina. Svojím vznikom je to skupina sekundárna. Školskej triede však chýba charakter výberovosti, spolužiakov dieťa získava a nemôže si ich vybrať. Spolužiaci nie sú autoritou, ktorú pre dieťa predstavuje učiteľ, ale rovnocennými partnermi. Z hľadiska role žiaka je trieda referenčnou skupinou, s ktorou je porovnávaný výkon dieťaťa a kde sa môže uplatňovať potreba úspechu, sebapresadenia (Vágnerová, 1997).

Školskú triedu môžeme označiť i termínom formálna, na rozdiel od skupiny neformálnej, utvorenej spontánne. Jej formálnosť je daná najmä normami, ktorými sa riadi činnosť učiteľa a žiaka a pre ich správanie je predpísané. Vyučovanie je časovo ohraničené rozvrhom hodín. Ak chce učiteľ mať na žiakov vplyv musí používať určité slová, gestá, mimiku, rozvíjať určité formy myslenia, cítenia a konania tak, aby na žiakov zapôsobil, ale aj tak, ako to predpisujú učebné osnovy a školský poriadok. Podobne aj žiak sa podrobuje školskému poriadku a mal by sa k svojmu učiteľovi správať tak, aby sa aj učiteľ v triede cítil spokojne. Školská trieda je tiež pracovná skupina, vykonáva úlohy, ktoré zadáva a riadi učiteľ. Je to skupina, v ktorej sa uplatňuje autorita učiteľa. Učiteľ disponuje aj trestami, ktoré môže používať (samozrejme s citom) v rôznej miere.

„Zvláštnosťou školskej triedy ako skupiny je jej polarita. Učiteľ má nad žiakmi prevahu svojím vzdelaním, informovanosťou a celou svojou osobnosťou. Žiak má podriadené postavenie, a to i v tých prípadoch, keď je úroveň jeho vzdelania v niektorých smeroch vysoká. Polaritou sa vyznačuje aj zvláštna forma spolupráce medzi učiteľom a žiakmi. Učiteľova práca spočíva vo vyučovaní, vštepovaní určitých vedomostí, zručností, návykov. Žiakovou hlavnou činnosťou v škole je učenie. Je to aktívna činnosť, ktorú učiteľ motivuje a riadi. Spolupráca učiteľa a žiaka je tým účinnejšia, čím väčšiu aktivitu žiak prejavuje. Učiteľ je zároveň osobnosťou, ktorá pôsobí na žiakov výchovne, stáva sa im príkladom a vzorom“ (Kačáni a kol., 1999).

„V školskej triede ako sociálnej skupine sa rozlišujú dva druhy vzťahov:

*1. **formálne vzťahy (funkčné)** – dané organizáciou triedy, určuje ich školský poriadok a predpisy,*

*2. **vzťahy osobne výberové** – prebiehajú jednak na úrovni žiak – žiak, jednak na úrovni učiteľ – žiak. Sú výrazom sympatií a blízkosti“* (Šeďová, 2012, s. 182).

Formálne vzťahy, do ktorých sa žiak dostane, pôsobia na jeho psychiku ako tlak, z ktorého niet úniku, ktorému sa musí podriadiť, prispôsobiť. Čím skôr sa žiak prispôsobí, tým skôr a lepšie plní ciele, ktoré mu vytyčuje učiteľ. Tento tlak môže byť u žiaka sprevádzaný aj negatívnymi zážitkami, žiak sa môže dostávať pri ich plnení do frustračných situácií (Verbovská, 2006).

„Každá školská trieda prejavuje väčšiu alebo menšiu súdržnosť, zomknutosť, ktorú žiaci prežívajú ako pocit prináležitosti, a ktorá sa navonok prejavuje v podobnom správaní a prežívaní žiakov. Súdržnosť je vlastne súhrn síl, ktoré spôsobujú, že skupina sa udržuje. Príslušnosť k súdržnej, zomknutej triede uspokojuje potreby a záujmy žiakov, vedie k splneniu cieľov, ktoré má školská trieda. V škole existujú i situácie, keď súdržnosť školskej triedy je prekážkou riešenia napr. niektorých konfliktov s učiteľom. Vedomie toho, že skupina ako celok predstavuje určitú silu, niekedy aj väčšiu ako autorita učiteľa, posilňuje odpor. V krajných prípadoch dochádza k „vzbure“ žiakov, ktorá sa prejavuje

odopieraním poslušnosti, vyrušovaním atď. Aj prejavy falošnej solidarity, zatajovanie priestupkov žiakov sú častejšie v triedach s veľkou súdržnosťou" (Kačáni a kol., 1999).

V školskej triede uľahčujú plnenie cieľov a prispôsobovanie sa formálnym vzťahom aj osobno-výberové vzťahy, ktoré vznikajú súbežne s formálnymi vzťahmi. Umožňujú vznik neformálnych podskupín v rámci školskej triedy ako formálnej skupiny. V každej formálnej skupine, teda aj v školskej triede, vznikajú po istom čase osobné vzájomné vzťahy, ktoré tvoria zložitú sieť. Môžeme sa o nich dozvedieť použitím sociometrie. Ich vznik je žiaduci vtedy, ak tieto podskupiny plnia spoločné ciele a nie sú zamerané proti platným formálnym vzťahom. Vznik neformálnych vzťahov, vzťahov priateľstva má veľký význam pre súdržnosť a integráciu školskej triedy ako skupiny detí. Aj plnenie úloh, ktoré prideľuje učiteľ, je do istej miery závislé nielen od formálnych vzťahov, ale aj neformálnych zväzkov, neformálnej štruktúry školskej triedy. Každá školská trieda prejavuje väčšiu alebo menšiu súdržnosť, zomknutosť, ktorú žiaci prežívajú ako pocit prináležitosti, a ktorá sa navonok prejavuje v podobnom správaní a prežívaní žiakov. Súdržnosť je vlastne súhrn síl, ktoré spôsobujú, že skupina sa udržuje. Príslušnosť k súdržnej, zomknutej triede uspokojuje potreby a záujmy žiakov, vedie k splneniu cieľov, ktoré má školská trieda.

„Súdržnosť školskej triedy sa dá skúmať tromi spôsobmi.

***1.** Pozorovaním a hodnotením tých výkonov triedy, ktoré presahujú možnosti a schopnosti jednotlivca (napr. zborový spev, ktorý je produktom celej skupiny a môže sa stať meradlom toho ako trieda spolupracuje).*

***2.** Priemernou frekvenciou prejavov súdržnosti, ako je napr. používanie zámena my, naša trieda.*

***3.** Štúdiom postojov, ktoré má skupina v dôležitých a pre ňu životných otázkach. Čím je skupina súdržnejšia, a to platí aj pre školskú triedu, tým väčšia je zhoda v postojoch jej členov. Zhoda v postojoch sa prejavuje tak, že k niektorým hodnotám majú všetci žiaci rovnako kladný alebo záporný postoj."* (Šeďová, 2012, s. 183).

V každej triede sa z času na čas objaví situácia, kedy sa žiaci vzbúria. Sú však žiaci, ktorí sú nedisciplinovaní stále. Na takéto chovanie môže mať vplyv rodina, ale aj učiteľ.

Obst (Kaloust, Obst a kol. 2002, s. 389 – 391) si kladie otázku, ktoré „príčiny" nedisciplinovanosti môže učiteľ ovplyvniť. Je jasné, že zďaleka nie všetky faktory podieľajúce sa na neporiadnom správaní žiaka má učiteľ vo svojej moci, môže ich odstraňovať, eliminovať, modifikovať. Na niektoré „príčiny" nedisciplinovanosti má učiteľ veľký vplyv, tzv. nudný výklad, preťažovanie žiakov, prehliadanie nevhodného chovania, vlastná nedochvílnosť sú zlým príkladom pre žiakov. Jedným zo spôsobov, ako predchádzať nedisciplinovanosti alebo ako nedisciplinovanosť odstraňovať, je umožniť žiakom, aby sa podieľali na riešení problémov s chovaním v škole. Koľkokrát má väčší vplyv na žiakov ich spolužiak, od ktorého „pripomienky" ku svojmu chovaniu berú, než od učiteľa, jeho „rady" a „pripomienky" chápu skôr ako nátlak zvonku a každodenné moralizovanie. V princípe ide o to, zapojiť žiakov, najmä tých, ktorí sú kladne posudzovaní a prijímaní rovesníkmi, do vedúcich rolí v činnostiach, ktoré odrádzajú od problémového chovania. To ukáže ostatným spolužiakom, že ich rovesníci nesúhlasia napríklad s agresívnym chovaním, užívaním návykových látok alebo vandalizmom.

„V školskej triede dochádza k mnohým interakciám žiakov medzi sebou navzájom a interakciám medzi učiteľom a žiakom. Môžeme ich rozdeliť do troch skupín:

***a) Kooperatívne interakcie** – realizujú sa na základe spolupráce medzi účastníkmi. Účastníci prijímajú jednotný, spoločný cieľ a dosiahnutie tohto cieľa sa realizuje na základe vzájomne zladených činností účastníkov (napr. učiteľ matematiky a žiaci majú spoločný cieľ – naučiť sa matematiku – a tomu podriaďujú svoju činnosť).*

***b) Kompetetívne interakcie** – ide o súťaženie medzi účastníkmi. Účastníci majú spoločný cieľ, ak ho však dosiahne jeden z nich, zvíťazí a znemožní druhému, aby ho tiež dosiahol. Cieľom je zvíťaziť nad súperom.*

***c) Konfliktné interakcie** – sú to situácie, v ktorých účastníci sledujú odlišné ciele a úspech jedného vylučuje úspech druhého"* (Šeďová, 2012, s. 183).

Podľa Křivohlavého (1980) treba pozornosť venovať sociálnej interakcii typu pomoc druhému človeku, ktorý sa dostal do ťažkostí. Ide o pomoc učiteľa žiakom alebo vzájomnú pomoc žiakov. Aký typ interakcie sa uplatní, závisí aj od osobnostných vlastností účastníkov interakcie (napr. ku kooperatívnej interakcii neprispieva autoritatívnosť, sebeckosť, bezohľadnosť atď.), veku, pohlavia, fyzikálnych faktorov. Vo vyučovaní sú ideálne kooperatívne interakcie, pretože kompetetívne alebo konfliktné sú zdrojom konfliktov a napätí.

Verbovská (2006) hovorí že, vytvorenie atmosféry v školskej triede nezávisí len od učiteľa, ale aj od žiakov, od toho, aké potreby u žiakov prevládajú – či potreba pozitívnych vzťahov, alebo potreba prestíže. Učiteľ môže v triede vytvárať také podmienky, že buď podporuje kooperáciu, alebo kompetetívnosť, a tým podporuje uspokojenie potrieb jednotlivých žiakov.

„Aby žiak získal priaznivé postavenie medzi rovesníkmi, musí mať viaceré kladné črty. Na to, aby bol neobľúbeným a izolovaným, často stačí, ak má jednu až dve výrazné záporné črty" (Hvozdík, 1986, s. 162).

2 Vplyv učiteľa na vzťahy v žiackom kolektíve

Každý (triedny) učiteľ je vzorom pre svojich žiakov, žiaci prejavujú sklon napodobňovať učiteľa a brať si z neho príklad. Svojou osobnosťou výchovne vplýva na žiakov, preto by mal pedagóg stelesňovať predovšetkým pozitívne vlastnosti. Nemal by byť ľahostajný k obrazu svojej osobnosti. Jeho správanie v škole a mimo školy by malo byť také, aby bolo stále kladným vzorom pre žiakov. Učiteľ predstavuje pre žiaka akýsi sociálny model, s ktorým sa žiak identifikuje, a tak ľahšie prechádza socializačným procesom. Neustále rozvíjanie sociálnych vzťahov v školskom prostredí zvyšuje efektivitu výchovno-vzdelávacieho procesu. Správanie učiteľa k žiakom sa má niesť v znamení úcty k žiakovej osobnosti pri dodržiavaní pravidiel slušnosti (napríklad nehrešiť, nepoužívať vulgárne výrazy, neurážať žiakov).

Chceli by sme nadviazať na stanovisko Gillernovej (2003, s. 83 – 89), ktorá vidí problémy súčasnej školy v narúšaní sociálnych vzťahov v rámci školy. Autorka chápe pôdu školy ako jedinečné a špecifické sociálne prostredie s komplikovanou spleťou vzťahov. Podľa jej názoru učiteľ vstupuje do interakcií s inými na rôznej úrovni. Mylné je však domnievať sa, že vzťahy v škole sa redukujú len na vzťahy učitelia – žiaci. Hoci tie by sme mohli označiť za najdôležitejšie pre správny rozvoj dieťaťa, predovšetkým v osobnostnej dimenzii. Do tejto zložitej spleti vstupujú aj rodičia a iní dospelí, ktorí svojím pôsobením zasahujú do edukačného procesu, a tým aj do formovania osobnosti dieťaťa v morálnej rovine. Obaja (učiteľ i rodič) sú rovnocennými partnermi vo výchove dieťaťa.

Pozitívny vzťah učiteľa a žiaka založený na empatii, láskavosti, trpezlivosti a pomoci výrazne ovplyvňuje účinnosť výchovy, lebo je orientovaný na druhých, vzbudzuje u žiaka dôveru k druhým osobám. A práve dôvera je najspoľahlivejším spôsobom ako rozvíjať u žiaka potenciálne pozitívne črty a morálne hodnoty. Jedine cez pozitívny postoj k iným sme schopní rozvíjať samých seba. Učiteľ a jeho správanie môže pre žiaka predstavovať pozitívny vzor, na základe ktorého si vytvorí kladný postoj k nemu a vzdelaniu vôbec, ale môže to byť i naopak.

Učitelia, aj keď si to vždy neuvedomujú, môžu slúžiť aj ako vzory pre rolu dospelého. Dobrý učiteľ („dobrý" z hľadiska vzdelávacieho i spoločenského správania) poskytuje žiakom príklad dospelého, akým sa môže stať. Žiaci totiž veľmi citlivo vnímajú správanie učiteľa nielen k nim, ale aj k ich rodičom, kolegom. Všímajú si, ako učiteľ reaguje na úspechy a neúspechy, radosti a starosti.

Tak ako je dôležité mať kladné vzťahy učiteľ – žiak, tak je veľmi dôležité mať kladné vzťahy žiak – žiak. Ak v školskej triede nevládnu dobré vzťahy medzi žiakmi, veľmi to narúša pozitívnu klímu triedy. Pre pozitívnu klímu v triede je dôležitá komunikácia verbálna alebo neverbálna, či už je to komunikácia medzi žiakmi, ale aj medzi žiakmi a učiteľom.

Komunikácia učiteľ – žiak

Najčastejšia komunikácia medzi učiteľom a žiakom nastáva na vyučovacej hodine.

- komunikačne dominuje učiteľ, svojimi verbálnymi aktivitami vyplní tri štvrtiny času z vyučovacej hodiny,
- väčšina komunikačných výmen sa začína otázkou učiteľa, pokračuje odpoveďou žiaka a končí spätnou väzbou učiteľa,
- učiteľ žiakom kladie predovšetkým uzatvorené otázky s nízkou kognitívnou náročnosťou, v zásade sa pýtajú na fakty, ktoré si žiaci majú osvojiť,
- učiteľ má veľký záujem o rozvíjanie dialógu zo žiakmi, ide o optimálnu metódu, ako zaistiť efektivitu vyučovania,
- prostredníctvom komunikácie učiteľ riadi svoje vzťahy so žiakmi (Šeďová, 2012).

Aby mal učiteľ na žiakov v triede kladný vplyv, mal by byť dobrým učiteľom.

Charakteristika dobrého učiteľa je predovšetkým:

- aby ovládal učivo predmetu, ktorý vyučuje,
- aby efektívne využíval vyučovací čas,
- aby vytváral priaznivú atmosféru,
- aby bol čestný a spravodlivý,
- aby bol dobrým a chápavým poslucháčom,
- aby mal pozitívne myslenie,
- aby mal zmysel pre humor,
- aby bol trpezlivý, priateľský a flexibilný,
- aby jeho charakteristickou črtou bol entuziazmus,
- aby optimálne organizoval štruktúru vyučovacej hodiny,
- aby mal dobrý vzťah k žiakom, vedel sa vžiť do ich postavenia, zaujímať sa o nich,
- aby komunikoval so žiakmi aj mimo výučby,
- aby dokázal dávať žiakom návody, čo a ako študovať,
- aby udržiaval vysoký záujem a angažovanosť žiakov vo vyučovacom procese,
- aby aktivizoval všetkých žiakov (nie iba dobrovoľníkov),
- aby učivo vysvetľoval jasne a zrozumiteľne,

- aby učivo vyberal a didakticky transformoval tak, aby si ho žiaci osvojovali úspešne a pritom v rýchlom tempe,
- aby zaisťoval žiakom dostatok času na osvojovanie zručností,
- aby motivoval, povzbudzoval, inšpiroval žiakov,
- aby zadával žiakom úlohy zamerané na všetky úrovne učenia a dával im dostatok času na riešenie úlohy,
- aby obmieňal spôsoby práce žiakov,
- aby dokázal vzbudiť u žiakov zodpovednosť za učenie,
- aby sa k žiakom správal s rešpektom, ohľaduplne a dôveroval im,
- aby bol zapálený pre svoj predmet a vyučovanie,
- aby zabezpečoval pravidelnú spätnú väzbu, aby sledoval pokroky každého žiaka,
- aby spolupracoval s ostatnými učiteľmi (M. P. Sadker, – D. M. Sadker, 1991, Black – Howard-Jones, 2000).

Na to, aby sa učiteľ stal dobrým, kvalitným učiteľom a aby mal pozitívny vplyv na žiakov v školskej triede sú potrebné najmä tieto **podmienky**:

1. Učiteľ musí chcieť stať sa lepším a vyvíjať v tomto smere úsilie.
2. Škola, na ktorej učiteľ pôsobí, musí stimulovať a podporovať kvalitu práce učiteľov.
3. Školská politika v oblasti výchovy a vzdelávania musí byť zameraná na stimuláciu a podporu zefektívňovania kvality práce učiteľov.

Tak ako má učiteľ dobrý vplyv na žiakov v triede a pôsobí na nich kladným dojmom, tak môže na kolektív pôsobiť aj práve naopak, a to zlým dojmom, môže mať na žiakov negatívny vplyv (Hopkins - Stern, 1996).

Takéto situácie môžu nastať ak:

- je učiteľ sarkastický, zosmiešňuje žiakov, zastrašuje ich,
- učiteľ sa nezaujíma o problémy žiakov, nerešpektuje ich,
- učiteľ je veľmi prísny, vytvára atmosféru strachu, napätia,
- učiteľ odmieta názory iných, považuje sa za najmúdrejšieho, musí mať vždy vo všetkom pravdu,
- učiteľ má negatívne myslenie, je arogantný,
- učiteľ robí protekcie, má svojich obľúbencov,
- v prípade potreby učiteľ žiakom nepomôže,
- učiteľ je rasista alebo sexista,
- učiteľ je nečestný, nespravodlivý,
- učiteľ nedokáže žiakov pochváliť, povzbudiť,
- učiteľ ako metódu výučby používa iba monológ,
- učiteľ neupozorňuje žiakov na dôležité, podstatné veci v učive,
- učiteľ nedostatočne spája teóriu s praxou, učivo nespája s reálnymi životnými situáciami, neuspokojivo ho aplikuje (Black – Howard - Jones, 2000).

Ak učiteľ nemá dobrý vplyv na žiakov, prejavuje sa to predovšetkým aj na disciplíne žiakov a má to silný vplyv na ich učenie. Podľa názorov žiakov z prieskumu, zle na nich vplýva, keď učiteľ neumožní žiakovi zlepšiť si známku, ak nespravodlivo známkuje, zle hodnotí učebné výsledky žiaka, známkuje „Podľa nálady". Pedagogicky netaktné je, keď učiteľ svojím správaním pri skúšaní, či už zámerne alebo nechtiac, prehlbuje psychické napätie, strach a trému odpovedajúceho žiaka, a to najmä tým, že sa odpovedajúcemu posmieva, nadáva mu, vyhráža sa mu, trestá ho, kritizuje jeho zovňajšok, neoprávnene mu vyčíta nepripravenosť na vyučovanie, je škodoradostný pri neúspechu odpovedajúceho a pod. Ak sa takto učiteľ správa k svojim žiakom v triede je viac ako isté, že žiaci učiteľa nebudú tolerovať, budú nedisciplinovaní a učiteľ pred žiakmi stratí autoritu.

3 Pozitívne vplývanie učiteľa na žiacky kolektív

„Dobré vzťahy so žiakmi sú nesmierne dôležité. Nie preto, že je príjemné byť ako učiteľ medzi žiakmi obľúbený. Dôležité sú najmä preto, že podstatne zvyšujú šance učiteľov naplniť výchovné a vzdelávacie ciele, ktoré si v škole kladú. Chcete žiakov zaujať a čo najviac ich zo svojho predmetu naučiť? Ak máte so žiakmi dobré vzťahy, je omnoho pravdepodobnejšie, že sa vám to podarí. Je vaším cieľom výchovne na žiakov pôsobiť, byť pre nich vzorom, usmerňovať ich, radiť im v konkrétnych životných situáciách? V tom prípade sú dobré vzťahy so žiakmi nielen užitočným pomocníkom, ale priam nevyhnutnosťou. Ak vás žiaci neuznávajú, nerešpektujú a necítia sa vo vašej spoločnosti príjemne, vaše výchovné rady im pôjdu jedným uchom dnu a druhým von. Ako múdro skonštatoval americký básnik Ezra Pound: "Nijaký učiteľ nestroskotal na svojej nevedomosti. Mohol stroskotať iba vtedy, keď nevychádzal s triedou" (Burjan, 2011. www.burjanoskole.sk).

V nasledujúcich riadkoch uvádzame niekoľko základných pravidiel podľa Burjana (2011, www.burjanoskole.sk) ako môže učiteľ zabezpečiť dobrú komunikáciu so žiakmi a vytvoriť a udržať si s nimi pozitívny vzťah.

1. Zaujímajte sa o svojich žiakov

Učiteľ by sa nemal báť nadviazať so žiakmi osobnejší kontakt. Pre žiakov je veľmi pozitívne, ak si ich mená čo najrýchlejšie zapamätá. Na žiakov pozitívne vplýva, ak vedia, že sa o nich učiteľ zaujíma, o ich mimoškolské aktivity, o ich súkromie a o ich mimoškolský život. (Radíme nebyť pritom však prehnane zvedavý či dotieravý.) Ak učiteľ vie, čomu sa žiaci venujú, čo ich baví, lepšie ich dokáže na hodine zaujať, ale aj pochopiť ich správanie. Dôležité je pýtať sa v rôznych situáciách na ich názor a brať vážne, čo hovoria.

2. Odkryte pred žiakmi aj trochu vlastného súkromia

Prílišný odstup je na škodu. Ak žiaci trochu bližšie spoznajú svojho učiteľa, budú mať k učiteľovi lepší vzťah a väčšiu dôveru. Učiteľ by mal byť voči žiakom úprimný a otvorený, nemal by sa pred žiakmi „schovávať", ak pred žiakmi učiteľ nie je otvorený, ťažko si žiaci k učiteľovi hľadajú cestu a dôverujú mu. Učiteľ by sa nemal báť hovoriť pred žiakmi aj o svojich pocitoch. Pozor však na umelé, kŕčovité predstieranie „mladistvého ducha" v snahe priblížiť sa žiakom. Mladí ľudia učiteľa rýchlo odhalia a môžu sa obrátiť proti nemu. Žiaci v učiteľovi nepotrebujú ďalšieho „pubertiaka", ale rozumného dospelého partnera, ktorý bude mať na žiakov dobrý vplyv.

3. Buďte ľudskí a tolerantní

Učiteľ by mal mať neustále na pamäti, že aj žiaci majú svoje vlastné problémy a trápenia. Preto by učiteľ nemal byť prehnane vzťahovačný a nemal by si brať ich prejavy voči sebe príliš osobne. Mal by sa snažiť žiakov pochopiť, nie odsúdiť. Neprimerané a rušivé správanie žiakov je často volaním o pomoc. Keď majú žiaci pocit, že by najradšej kričali, bili či utiekli, poraďte im, nech sa radšej pozrú nachvíľu z okna a zhlboka dýchajú. Ak žiaci budú vidieť, že sa im učiteľ snaží pomôcť a nie je k žiakom ľahostajný, žiaci svojho triedneho učiteľa budú brať ako vzor a budú mu plne dôverovať. Ak učiteľa žiaci

„vytočia“, nikdy by nemal jednať v afekte. Nikdy by žiakov nemal zosmiešňovať, urážať a ponižovať. Ak sa učiteľ takto začne správať k svojim žiakom, stratí autoritu a vplyv.

4. Pestujte si zmysel pre humor a využívajte ho na hodinách
Vhodný humor môže byť výborným výchovným prostriedkom. Dobrý učiteľ sa preto vie so žiakmi zahrať aj zasmiať. Učiteľ by sa mal snažiť vchádzať do triedy s úsmevom a vytvárať na hodinách uvoľnenú, pozitívnu atmosféru. Nemal by byť škrobený suchár, mal by so žiakmi sem-tam vtipkovať, mal sa zasmiať na niečom, čo mu povedia žiaci. Je to dobrý začiatok k tomu, ako sa medzi žiakmi a ich (triednym) učiteľom začne dôveryhodný vzťah.

5. Klaďte na žiakov primerané nároky
Učiteľ by nemal byť ani príliš prísny, ani príliš benevolentný. Ak budú učiteľove nároky príliš nízke, žiaci ho nebudú brať vážne. Nie je však dobré ani „príliš tlačiť na pílu“. Možno by učiteľ dosiahol excelentné výkony, ale ak to bude spojené s množstvom stresu, strachu či hnevu, odnesú si to vzťahy medzi žiakmi a učiteľom.

6. Premyslite si svoj systém hodnotenia
Učiteľ by si mal vytvoriť jasný a transparentný systém hodnotenia. Podrobne ho žiakom (aj rodičom) vysvetliť, a potom ho dôsledne dodržiavať. Mal by si u žiakov všímať nielen známky, body či percentá, ale aj ten najmenší pokrok a primerane ho oceňovať. Na žiakov nesmierne pozitívne vplýva, ak si jeho učiteľ všimne aj maličký pokrok, žiaci sa tak omnoho viac učiteľa vážia a dajú na jeho rady.

7. Nebojte sa priznať si chybu
Učiteľ by sa pred žiakmi nemal nikdy tváriť ako neomylný. Aj učiteľ má právo mýliť sa a niekedy by to mal (z metodických a výchovných dôvodov) dokonca zámerne robiť, aby žiaci videli že, „mýliť sa je ľudské“. Ak žiaci učiteľa upozornia na chybu, bez problémov si ju má učiteľ priznať.

8. Nebuďte náladoví a nevypočítateľní
Na žiakov zle pôsobí, ak si svoje nálady a problémy prináša učiteľ so sebou do triedy. Učiteľ by sa ku žiakom mal správať konzistentne a vypočítateľne. Je dôležité, aby žiaci od učiteľa dostávali spätnú väzbu, ktorej rozumejú. Ak niečo povie či sľúbi, mal by to dodržať. Žiaci musia vedieť, že sa na slovo (triedneho) učiteľa môžu spoľahnúť.

9. Buďte spravodliví
Učiteľ by mal byť maximálne spravodlivý. Nič tak nenaruší vzťah žiakov k učiteľovi ako pocit krivdy. Učiteľ by nemal hádzať všetkých žiakov do jedného vreca. Nikdy by nemal stresovať celú triedu za niečo, čo spôsobil jednotlivec. Nemusí to mať dobrý vplyv na žiakov a môže tým narobiť viac zla ako úžitku.

10. Robte svoju prácu dobre, profesionálne a s nadšením
Málokde je osobný príklad taký dôležitý ako v škole. Ak je učiteľ unavený, vyhorený, bez energie a cítiť z neho, že učenie sa mu stalo povinnosťou, rutinou či len spôsobom obživy, vzťahy žiakov voči nemu budú pravdepodobne chladné. Ak však naopak bude učiteľ na hodiny prinášať zápal a nadšenie, skôr či neskôr si tým žiakov získa, žiaci budú hodiny s takýmto učiteľom milovať a budú sa na ne tešiť.

Záver

V tomto krátkom príspevku sme sa snažili podať komplexný pohľad na osobnosť učiteľa (nie len) matematiky a na význam jeho dobrého vzťahu so žiakmi na strednej škole. Pozorný čitateľ si zrejme všimol, že celý príspevok je koncipovaný tak, že nikde nehovoríme vyslovene o učiteľovi matematiky, nakoľko sme presvedčení o tom, že mnohé, ak nie všetky požiadavky, rovnako platia (mali by platiť) pre učiteľov všetkých vyučovacích predmetov na základných a stredných školách. Príspevok má byť inšpiráciou pre praktizujúcich učiteľov na hľadanie svojich rezerv vo vytváraní optimálneho vzťahu so svojimi žiakmi a vo vzťahu k samotnému vyučovaciemu predmetu. Azda nemusíme zdôrazniť, že to, čo vo všeobecnosti platí v skúmanej oblasti, je nevyhnutné aplikovať vo vyučovaní matematiky, jedného z najkrajších predmetov v rámci stredoškolského štúdia našej mládeže v záujme dosiahnutia čo najlepších výsledkov v matematickom vzdelávaní a v neposlednom rade vo vytváraní pozitívneho vzťahu k samotnej matematike ako vyučovaciemu predmetu.

Poďakovanie

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 006DTI-4/2016 Model hodnotenia a zlepšovania kvality výchovno-vzdelávacieho procesu na stredných odborných školách.

Literatúra

Black, R. S.; Howard-Jones, A. (2000). Reflecitons on Best and Worst Teachers: An Experiental Perspective of Teaching. In *Journal of Rescarch and Development in Education.* roč. 34., 2000. č.1. s. 1 – 13.

Burjan, V. (2011). *10 typov, ako si vytvoriť a udržať dobré vzťahy so žiakmi.* [online] Bratislava: 2011. [cit 2017-05-05] Dostupné na internete: www.burjanoskole.sk.

Gavora, P. a kol. (1988). *Pedagogická komunikácia v základnej škole.* Bratislava: Veda, 1988.

Gillernová, I. (2003). Sociální dovednosti jako součást profesní kompetence učitele. In: *Pedagogická orientace,* 2003, roč. 14, č. 2, ISSN 1211-4669.

Hopkins, D.; Stern, D. (1996). Quality Teachers, Quality Schools: International Perspectives and Policy Implications. In *Teacher & Teacher Education,* 1996. s. 517

Hvozdík, J. (1986). *Základy školskej psychológie 1 vydanie.* Bratislava: SPN, 1986. 360 s. ISBN 67-006-86.

Kačáni, V. a kol. (1999). *Základy učiteľskej psychológie 1. vydanie.* Bratislava: SPN, 1999. 214 s. ISBN 80-08-02830-0.

Křivohlavý, J. (1980). *Komunikace ve škole.* Brno: Masarykova univerzita, 1980. 210 s. ISBN 80-210-1070-3.

Obst, O. (2002). *Kážeň ve vyuce*. In KALOUS, Z. OBST, O. a kol. Školní didaktika. Praha: Portál, 2002. 402 s.

Sadker, M. P.; Sadker, D. M. (1991). *Teachers, Schools and Society 2 nd.* ed. New York: McGrace – Hill, 1991.

Šedová, K. (2012). *Komunikace ve školní třídě.* Praha: Portál, 2012. 293 s. ISBN 978-802-6200-857.

Vágnerová, M. (1997). *Psychologie problémového dítěte školního věku 1. vyd.* Praha: Karolinum, 1997. 170 s. ISBN 80-7184-488-8.
Verbovská, J. (2006). *Vybrané problémy aplikovanej sociálnej psychológie.* Prešov: Medoticko-pedagogické centrum v Prešove, 2006. 35 s. ISBN 8080454272.

Kontakt

Doc. PaedDr. Tomáš Lengyelfalusy, PhD.
Katedra školskej didaktiky, Vysoká škola DTI
Sládkovičova 533/20, 018 41 Dubnica nad Váhom, Slovenská republika
lengyelfalusy@dti.sk

PaedDr. Marcela Pjatková
Katedra matematiky, Fakulta prírodných vied, UKF v Nitre
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovenská republika
mpjatkova@gmail.com

Methodological roots of didactical problems in economic subjects' education

Metodologické kořeny didaktických problému ve vzdělávání ekonomicky zaměřených předmětů

Peter MARINIČ

Abstract

There are common accepted idea in focus on education of pupils in the field of economic subject and their importance and influence in the context of general education and general literacy of the population. However, the more important question is the methods of this education and its implementation to the education process, especially in the primary and secondary level of education. Those didactical problems are consequences of the methodological approach of the economics as a science itself, especially in comparison with the nature sciences. In this context, there are roots of this problems as the methodological problems of the economics itself analysed in the article.

Keyword

economics, economic methodology, didactics, education

Abstrakt

Ve vzdělávání žáků existuje všeobecně přijatelná podoba zaměření na vzdělávání v oblasti ekonomických předmětů a jejich důležitosti v kontextu všeobecné vzdělanosti a gramotnosti. Avšak v tomto kontextu je důležitější otázka způsobu koncepce tohoto vzdělávání a její implementace do výukového procesu zejména na základních a středních školách, která se potýká s mnoha problémy. Tyto problémy vyplývají ze samotného metodologického zaměření ekonomie jako vědy, zejména pokud ji budeme srovnávat s jinými přírodními vědami. V tomto kontextu přináší článek pohled na původ těchto didaktických problémů v samotné metodologii ekonomie jako vědy.

Klíčová slova

ekonomie, metodologie ekonomie, didaktika, vzdělávání

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-11*

Úvod

V dnešní době již nikdo nepochybuje, že gramotnost již nepostihuje jenom problematiku čtení a počtů, ale je šířeji koncipována. A její samozřejmou součástí je taky finanční gramotnost. Ta se ovšem neobjeví a neformuje sama od sebe, ale souvisí se vzdělávacím procesem, který musí být alespoň rámcově ukotven ve vzdělávacích postupech na všech vzdělávacích stupních. Vzdělávání v oblasti finanční gramotnosti obsahuje jako samozřejmost schopnost jednotlivců chápat a využívat jednotlivé oblasti obsažené v rámci dané oblasti gramotnosti, které spočívají v propojení několika oblastí společenských i přírodních věd. Tato problematika sama o sobě spojuje jak schopnosti a dovednosti z oblasti matematiky, práva, informatiky, tak zejména z oblasti ekonomie. (MFČR, 2007, 2010) Její samozřejmostí, je schopnost pochopení a aplikace patřičných znalostí a dovednosti z ekonomické oblasti. To si vyžaduje vzdělávání v oblasti ekonomických předmětů.

Avšak vzdělávání v oblasti ekonomických předmětů sebou nese problémy, které jsou specifické pro společenské vědy, resp. humanitní vědy. Ve všech vědách, v rámci kterých je zkoumáno chování a působení člověka je ve srovnání s vědami o přírodě, několik rozdílů. Z tohoto množství rozdílů bychom mohli zdůraznit zejména rozdíl spočívající v aktivní úloze člověka, který je středobodem zkoumání těchto věd, ale zároveň přispívá ke změnám náhledů těchto věd na problém zkoumání. Vývojem člověka a jeho chování, resp. postavení ve společnosti a rozmanitosti vztahů či už vůči jiným lidem nebo přírodě, komplikuje situaci přístupu těchto věd, a to jak po metodologické stránce, tak taky po stránce didaktického přístupu ve výuce žáků na základních a středních školách. Dochází tak ke změnám metodologického přístupu ke zkoumání definovaných problémů, ke změnám zkoumaných problému samotných, s následnou nutnosti adaptace v rámci didaktického přístupu ve vzdělávání, které vyplývají ze změny člověka a jeho postavení vůči svému okolí.

Pokud bychom chtěli konkretizovat tento pohled, mohli bychom dospět k závěrům, že člověk je prvek velice proměnlivý a tedy komplikuje samotné zkoumání v rámci věd, které se jeho činností zabývají. Nakolik i žáci tvoří tento předmět zkoumání, lze v mnoha aplikacích společenských věd vidět komplikace v tom smyslu, že se oblast zkoumání a poznání vztahuje přímo k žákům, a tedy se jich osobně dotýká. Nedochází tak k „odosobnění“ jako je tomu u přírodních věd. Žáci tak ani v teoretické rovině nemohou přistupovat k vzdělávacímu procesu odosobněně, tedy že se daná problematika vzdělávání netýká jich, ale „nějaké abstraktní substance“. To přináší do procesu vzdělávání nutnost přijetí žáků jako součásti vzdělávacího procesu ve větší míře a pracovat přímo s jejich osobním zainteresováním.

Vypukleji je daný problém možno vnímat právě ve výuce ekonomických předmětů. A to komplikuje situaci z několika pohledů. Na jedné straně je potřeba individualizace výuky a přístupu ke každému žákovi s ohledem na jeho specifika. Na druhé straně je potřeba upravit vzdělávání ekonomických předmětů s ohledem na žáky a jejich potřeby. Je potřeba zdůraznit aplikovatelnost ekonomie jako vědy do jejich praktického života, a to bez ztráty „vědeckosti“ daného přístupu. To vůbec není lehký úkol, který zatím nemá definitivní řešení.

Vymezení ekonomie a možnosti přístupů k vzdělávání v ekonomických předmětech

Ekonomie je společenskou vědou, humanitní vědou, měkkou vědou, vědou zkoumající lidské konání a jeho dopady na hospodářství.

Pokud si dovolíme drobné odbočení do historie, lze ekonomii charakterizovat jako vědu o ekonomických procesech, které kolem nás probíhají, tudíž jako vědu zkoumající ekonomiku. Již v této jednoduché a obecné definici lze spatřovat prvotní potíž s ekonomii jako oblasti vzdělávání. Ekonomické aktivity, jako součást lidského jednání tady probíhali daleko dříve, než se ekonomie zformovala jako věda. Pokud bychom přijali všeobecně známý konsenzus, že ekonomii jako vědu lze chápat od Adama Smitha (1776), pak lze ekonomii považovat za docela „mladou vědu", která se ovšem svým zkoumáním dívá na problematiku, která je zde přítomná od nepaměti.

V tomto kontextu bychom mohli využít srovnání s přírodními vědami, třeba s fyzikou, která je mnohem „starší" vědou. Mnoho poznatků, které se vážou k fyzice, je známo již od antiky, pokud ne ještě dřív. Z toho vyplývá mnohem propracovanější metodologie fyziky jako vědy ve srovnání s ekonomii, a také mnohem větší aplikační schopnosti fyziky než ekonomie. Pokud budeme přínos vědy jako takové posuzovat z pohledu její schopnosti přispívat k objasňování dějů kolem nás, co možno považovat za výrazný prvek z pohledu hodnocení jednotlivých předmětů žáky, pak fyzika vychází z takového srovnání lépe. A to prozatím nebereme v potaz „vědeckost" takového aplikačního pohledu na děje kolem nás, které poskytuje fyzika ve srovnání s ekonomii. Mnoho ekonomických dějů, které se ekonomie snaží popsat a ojasnit, totiž lze (a to zejména z pohledu žáků) charakterizovat jako poznání uskutečněné „selským rozumem". Naproti tomu u fyziky jsou i jednoduché děje popisovány prostřednictvím modelů, praktického jednoduchého znázornění, které vzbuzuje, pokud nic jiného, tak alespoň zdání, vědeckého přístupu. U ekonomie tento přístup vědeckosti poněkud absentuje, a to zejména z důvodu absence základních jednoduchých modelů pro aplikaci.

Není to způsobeno tím, že by ekonomie nepracovala s modely, jako zjednodušením reality. Spíše naopak. Ekonomie pracuje s modely! Modely, které jsou využívány pro vysvětlení běžně se vyskytujících jevů kolem nás, jsou však natolik zjednodušené, že pro mnoho žáků (a studentů vysokých škol zrovna tak), představují až příliš abstraktní modely, které v praxi nefungují.

Pokud bychom to srovnali s fyzikou, kterou jsme již využili jako příklad přírodních věd, alespoň pro potřeby tohoto článku, tak lze konstatovat, že demonstrace jednotlivých modelů ve fyzice, i těch nejjednodušších, nepostrádá praktickou aplikovatelnost. Zejména z důvodu reálných předpokladů i těch „nejprimitivnějších" modelů ve fyzice. Naproti tomu zejména jednoduché ekonomické modely vycházejí z předpokladů, které v praktickém životě nelze aplikovat, a tedy jsou brány z pohledu žáků jako nereálné, a v praxi neaplikovatelné. Učitel pak naráží na adekvátní kritiku, k čemu lze takové modely využít. A to hlavně pokud se budeme bavit o ekonomických předmětech a jejich výuce s ohledem na praktické využití nabytích znalostí.

I v obecné rovině lze nahlížet na jednotlivé vědní obory a jejich opodstatněnost dle množství jimi vytvářenými teoriemi. Pro tyto teorie je požadováno, aby jednak vhodným způsobem objasňovali fungování dějů kolem nás, a současně aby byli schopné produkovat předpovědi (hypotézy), které lze ověřit opakovaným pokusem. To je docela snadné ve fyzice, zejména newtonovské fyzice vycházející z determinizmu, i když možná méně v kvantové fyzice postavené na neurčitosti a pravděpodobnosti. V ekonomii se však i zjednodušené modely postaveny na nereálných předpokladech vyznačují problémy s adekvátním popsáním skutečnosti o predikční schopnosti ani nemluvě.

Z těchto nereálných předpokladů, na kterých je soudobá ekonomie vystavěna, a na kterých je budováno soudobé poznání ekonomických dějů a jsou vyžadovány i pro pokračující studium daného oboru, lze zmínit několik příkladů. Mezi tyto příklady lze uvést koncept *homo economicus, koncept racionality, koncept maximalizace zisku podniku, či koncept dokonalé konkurence*. A to se omezujeme jenom na základní koncepty s nejširším uplatněním v rámci ekonomické vědy.

K jednotlivým konceptům lze souhrnně uvést jejich velice silné předpoklady k chování ekonomických subjektů, v rámci kterých dominuje jednotlivec, jako hlavní protagonista utvářející vzájemné vztahy v modelech, ve kterých se tyto koncepty uplatňují. Hlavní problém s těmito koncepty lze vidět v předpokladech, které ve značné míře zjednodušují realitu světa kolem nás a omezují možnosti rozhodování ekonomických subjektů, zejména jednotlivců. To samo o sobě není problémem ekonomie jako vědy, ale stává se problémem v momentu snahy o praktickou aplikaci do výukového procesu, kdy si každý žák je schopen představit, nebo je dokonce učitelem vyzván k tomu, aby si to představil, že je tím zmiňovaným jednotlivcem, s kterým daný koncept a následně i model pracuje. V tomto momentu nastává problém u žáků samotných, a to v konkrétním rozporu jejich přístupů k reálnému životu a reálným životním situacím a konceptům, s kterými jsou seznamování ve vzdělávacím procesu.

Ku příkladu koncept *homo economicus* pracuje s člověkem jako racionálním ekonomicky jednajícím strojem, který maximalizuje uspokojování svých potřeb. Avšak nakolik jsou potřeby neomezené, a v mnoha případech nelze ani dodržet předpoklad možnosti jejich uspořádání, o jejich vzájemném poměřování ani nemluvě, je daný předpoklad těžko pochopitelný pro žáky. U konceptu podniku maximalizujícího zisk se zase abstrahuje od jiných cílů, které může podnik sledovat, a v dnešní době taky podniky v reálnem světě sledují. Koncept pak vytváří dojem nereálnosti a tento pocit se přenáší i na další modely na něm založené – třeba trhy dokonalé konkurence, které v reálnem světe neexistují vůbec.

Návrh možností přístupu k vzdělávání ekonomických předmětů

Další stránkou, kterou je potřeba se zabývat, pokud se dostáváme k problematice didaktiky ekonomických předmětů, tedy praktické aplikace vzdělávacího procesu zejména na úrovni žáků základních a středních škol, je volba vhodné koncepce jednotlivých ekonomických jevů s možností jejich aplikace prostřednictvím modelů do praxe tak, aby byla problematika ekonomie pokryta komplexně, pochopitelně a v propojení na praxi. (Tomčík, 2015) Mezi základní znalosti ekonomie tak lze zařadit zejména mikroekonomii (obsahující i analýzu jednotlivce a domácností, ne jenom firem a tržních struktur), makroekonomii (tedy hlavně monetární, fiskální, daňovou problematiku a problematiku mezinárodního obchodu), i fungování finančního a bankovního sektoru. (Pospíchalová, 2001)

Šíře takového záběru s možností výkladu základních pojmů a souvislostí předurčuje potřebný rozsah vzdělávání v ekonomických předmětů. Obávám se ale, že tento rozsah není v aktuální koncepci vzdělávání patřičně doceněn.

Lze namítat, že mnoho základních souvislosti spadajících do procesu vzdělávání ekonomických předmětů je již zahrnuto v jiných „multioborových“ předmětech. Že není potřeba specifikovat vzdělávání ekonomie do samostatných ekonomických předmětů. Že tomuto vzdělávání se zejména v České republice a na Slovensku věnuje dostatek prostoru. Ukazuje se však, že daný přístup nevede nutně k cíli zvyšování znalostí a dovedností v oblasti ekonomie, ve zvyšování finanční gramotnosti. (PISA, 2012, 2016)

Připusťme, že by ekonomie byla již na úrovni základních a středních škol, zaváděná v podobě samostatných předmětů s dostatečným prostorem pro výuku jednotlivých ekonomických oblastí. Jak by měla být výuka koncipována, abychom minimalizovali výše uvedené výhrady? Obecně lze přijmout představu nutnosti budování znalostí a dovedností od jednoduchých modelů k složitějším koncepcím, od ekonomických aktivit spojených s jednotlivci, tedy i žáky samotnými, k větším celkům – podnikům, státu i globální ekonomice. Tady se dostáváme spět k problému nereálnosti modelů a jejich předpokladům.

Specifikujme tedy nejprve obsahovou stránku vzdělávání v oblasti ekonomických předmětů. Abychom respektovali uvedenou tezi o přístupnosti a praktické aplikovatelnosti sdělovaných znalostí a dovedností, pak se jeví jako nejlepší vstup do ekonomie na úrovni žáků základních škol prostřednictvím problematiky nakládání s penězi formou přiblížení problematiky kapesného, domácího rozpočtu, půjčování a splácení dluhů, s propojováním na problematiku potřeb a jejich uspokojování. Po zvládnutí těchto základních tematických oblastí následně přesunout pozornost, a to hlavně na úrovni středních škol, na problematiku trhu práce a mezd, čím by se otevřel prostor pro objasňování fungování a řízení podniku, a to jak po věcné stránce, tak po finanční stránce z pohledů na náklady a výnosy. Komplexnost problematiky a vzájemného působení subjektů by pak umožňovalo využití konceptů a modelů trhu. Od těchto mikroekonomických základů je pak možno zahrnutím státu, jako subjektu působícího a ovlivňujícího trh, se dostaneme až k makroekonomii a následně mezinárodnímu obchodu a globální ekonomice.

Po stránce didaktického přístupu pak možno u uvedených ekonomických oblastí uvažovat o využívání různých nástrojů. Jako vhodné se jeví využití jednoduchých početních příkladů, s prezentací vybraných problému za účelem rozvedení jednoduchých příkladů a možnosti jejich individuálního a komplexního pojetí – a to zejména v oblasti kapesného, domácího rozpočtu, půjčování a splácení dluhů. U složitějších konceptů a modelů, zejména s oblasti fungování podniku a trhů lze využít přístupu prostřednictvím ekonomických her (Monopoly, Investor…), simulátorů nebo fiktivních firem.

V souvislosti s ekonomickými hrami lze namítat, že spadají spíše do oblasti trávení volného času žáků, než do vzdělávacího procesu. Avšak jak známo, hrou se žáci taky učí, zejména pokud jsou tyto hry doprovázeny vhodným objasňování ekonomických souvislostí. U simulátorů je problém spíše technického charakteru s asi nejvypuklejším důrazem na problém modelování. Simulátory totiž nutně musí vycházet z předem daných souvislostí a vzájemných vazeb, aby byly využitelné pro vzdělávací proces. Tím vytvářejí značné požadavky na specifikaci těchto vztahů a v případě existence subjektivních vstupních informací – hodnocení určité zpětné vazby a jejího dopadu na proces simulace – taky nutnost aktivního působení učitele. V případě fiktivních firem sice na jedné straně odpadá problém specifikace vztahů a vazeb mezi subjekty, nakolik jsou založeny na působení v reálnem světe, avšak na druhé straně zde vyvstává problém v právní rovině, aby dané aktivity žáků nebyly v konfliktu s právním řádem.

Smyslem představeného přístupu ke vzdělávání ekonomických předmětů na základních středních školách je zdůraznění jejich dvou funkcí. A to přiblížení a pochopení základních pojmů a vztahů, ve smyslu encyklopedických vědomostí. Na druhé straně zavedení prvků pro praktickou aplikaci komplexnějších problému ekonomie, na kterých lze lépe prakticky pochopit vliv subjektivních předpokladů ekonomických modelů.

Závěr

Na základě výše uvedeného je zřejmé, že cesta tedy nevede přes změnu konceptů, ani změnu modelů ekonomie jako vědy. To bychom volali po změně paradigmatu ekonomické vědy samotné, resp. zpochybňovali bychom ekonomii jako vědu a její možnosti aplikace do praxe. Cesta vede spíše přes zdůrazňování budování ekonomie prostřednictvím daných modelů, jako zjednodušení reality, a důslednému objasňování jejich předpokladů jako nutné podmínky pro jejich fungování a vypovídací schopnost.

Článek tak ozřejmuje často vytýkané problémy ekonomie jako vědy s přesahem do problematiky komplikací ve vzdělávacím procesu u ekonomických předmětů na úrovni základních a středních škol. Poskytuje tak vstupní náhled do problematiky didaktiky ekonomických předmětů a nastiňuje možnosti komplexního přístupu k této problematice. V této souvislosti je potřeba jej chápat jako specifikaci základního přístupu a otevření dané problematiky pro další hlubší koncepční zpracování, spojené s možností realizace různých směrů výzkumu.

Literatura

MF ČR; MŠMT ČR, MPO ČR (2007) *Systém budování finanční gramotnosti na základních a středních školách.*

MF ČR, (2010) *Národní strategie finančního vzdělávání 2010*

Pospíchalová, D.; Holman R. (2001) *Ekonomické hry a řešení otázek a příkladů*. Praha: C.H. Beck

OECD, (2014) *PISA 2012 Results*: *Students and Money: Financial Literacy Skills for the 21st Century (Volume VI)*, PISA, OECD Publishing,

OECD, (2016) *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing, Paris

Tomčík, J. (2015) *Didaktika ekonomie. Studijní text*, Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, Katedra aplikované ekonomie

Kontakt

Ing. Peter Marinič, Ph.D.
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
marinic@ped.muni.cz

Physics misconceptions due to the historical development of physics concepts and terminology

Miskoncepce ve fyzice vlivem historického vývoje fyzikálních pojmů a terminologie

Tomáš MILÉŘ

Abstract

Contemporary physics and its terminology is based on efforts of many generations of scientists seeking the essence of natural processes. Although physics concepts form a consistent system, current terminology is sometimes misleading and evoke wrong ideas. The paper deals with the development of terms WORK, ENERGY and HEAT in relation to physics education and improvement of students' physics thinking.

Key words

physics concepts; terminology; education

Abstrakt

Současná fyzika a její terminologie jsou výsledkem úsilí mnoha generací vědců hledajících podstatu přírodních dějů. Ačkoliv fyzikální pojmy dnes již tvoří konzistentní systém, ustálená slovní označení pojmů (termíny) jsou v některých případech zavádějící a vyvolávají chybné představy. V příspěvku se zabýváme vývojem pojmů PRÁCE, ENERGIE a TEPLO ve vztahu k fyzikálnímu vzdělávání a rozvoji fyzikálního myšlení žáků.

Klíčová slova

fyzikální pojmy; terminologie; vzdělávání

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-12*

Úvod

Vyvíjí se vědecké poznání i jazyk. Současná fyzikální terminologie měla dlouhý historický vývoj, volba slovních označení fyzikálních veličin a jevů však nebyla vždy šťastná. Bylo nutné dělat kompromisy v rámci vědecké komunity, kultury a lingvistiky. Často nejsou pro potřebu vědy vymýšlena slova nová, ale do terminologie je převzato slovo užívané v běžné řeči v poněkud odlišném významu. Jindy zas vědecký termín v běžné řeči zdomácní s významem pozměněným. Lidé (včetně fyziků) používají v běžném životě výrazy jako síla, práce, teplo, energie apod. v jiném smyslu než fyzika.

Zpřesňování fyzikální terminologie je dlouhodobý proces, který zdaleka není u konce. Nejde přitom o nějaké slovíčkaření nebo purismus. Špatně zavedené termíny, které v mysli lidí vyvolávají chybné asociace, nebo jejich systém není konzistentní, nám znemožňují porozumět realitě (např. *živá síla* ve smyslu *kinetické energie, tepelná energie* ve smyslu *tepla, teplo* ve smyslu *teploty*). V článku chceme ukázat, že některé miskoncepce žáků na všech stupních škol mohou mít příčinu v nevhodně zavedených termínech, kterými současná věda disponuje. Některé chybné představy, které měli lidé před více než 150 lety, nadále přežívají vlivem popleteného jazyka a terminologie.

Vztah pojmů a termínů

V první řadě bychom rádi vysvětlili, co vůbec rozumíme slovem „pojem“. Různí lidé mají různé představy o všem možném, což v běžném životě nepředstavuje pro komunikaci vážný problém. Představy vědců o předmětech jejich bádání by ale měly být co nejbližší, ideálně totožné. *Pojem definujeme jako představu, která má přesně vymezený obsah. Pojem označujeme slovem, ve vědě tzv. termínem.* Rozlišujeme tedy systém fyzikálních pojmů (např. fyzikální teorie) a terminologický systém fyziky. *Je žádoucí, aby každému pojmu příslušel právě jeden termín.* Používání synonym a homonym má smysl v krásné literatuře, ale ve vědě rozhodně srozumitelnosti nepomáhá.

S pojmy pracuje logika, se slovy lingvistika, v obecnějším smyslu se různými označeními pojmů (symboly) zabývá sémiotika. Například fyzikální veličina *elektrický odpor* může být označena slovem tištěným nebo řečeným (v různých jazycích odlišně), značkou R nebo ve schématu elektrického obvodu příslušnou značkou. Učebnice fyziky v různojazyčných překladech by měla ve čtenářích vyvolávat vždy stejné představy bez ohledu na jazyk. Gramaticky správná věta ještě nemusí dávat logický smysl. Pravdivost logického výroku lze posuzovat jen tehdy, mají-li všechny zkoumané pojmy oporu v reálném světě (Russell, 1967). Řeč fyziky musí být logicky správná, jednoznačná a musí co nejvěrněji popisovat přírodní děje v reálném světě.

Geneze fyzikálních pojmů

Analýzou konkrétních příkladů vývoje fyzikálních pojmů jsme dospěli k vymezení následujících pěti kategorií:

- **Vznik** – v určité době se objevila potřeba zavedení nového pojmu k vysvětlení fyzikálního jevu. Např. experimenty s elektřinou, magnetismem a zářením vedly v 19. stol. k Maxwellově teorii a zavedení nového pojmu *pole*.
- **Zánik** – zavedený pojem se postupem času ukázal být v rozporu s novějšími teoriemi, experimentem a realitou vůbec. Ve fyzice-vědě byly některé pojmy opuštěny, stále však mají význam z hlediska historie fyziky (např. *éther, flogiston*).
- **Vzkříšení** – pojem byl zaveden, opuštěn a ve světle nových poznatků znovu akceptován (*kosmologická konstanta*).
- **Oddělení** – s prohlubujícím se poznáním dochází ke zpřesňování pojmu tak, že se z něj vyčleňují pojmy jiné. Dobrým příkladem je pojem *teplo*, který zpočátku zahrnoval všechny možné termické jevy, ale mohl zahrnovat i jevy související jen zdánlivě (např. chuť pálivého koření). Později vznikly pojmy *teplota, vnitřní energie, tepelná kapacita* atd., pro které bylo nutné zavést vhodné termíny.
- **Sloučení** – mohou být pozorovány dva jevy, u nichž se později ukáže, že mají stejnou podstatu. Např. všechny hmotné objekty se vzájemně přitahují, ale také vykazují

jistou setrvačnost pohybového stavu. Proto kvantifikaci těchto jevů vznikly pojmy *hmotnost tíhová* a *hmotnost setrvačná*, které byly později sloučeny v jedinou fyzikální veličinu – *hmotnost*. Dále došlo ke sloučení pojmů *prostor* a *čas* v nový pojem *prostoročas*, jakkoliv ve fyzice mají oba původní pojmy smysl i nadále.

Některé pojmy se neustále vyvíjejí, rozrůstají se o další a další znaky (přestože jim příslušné termíny se měnit nemusí). Např. fyzikální pojem *energie* se zrodil v oblasti mechaniky, rozšířil se do ostatních fyzikálních oborů; zásadním způsobem byl obohacen o princip zachování energie, který byl později povýšen na zákon. V kosmologii ještě můžeme očekávat převratné objevy v souvislosti s tzv. *temnou energií*, čímž energie získá nové znaky, resp. obsah pojmu se zvětší. V souladu s historickým vývojem pojmu se žáci ve školách seznamují nejprve s kinetickou a potenciální energií, později je pojem energie rozšiřován o další druhy a jevy z náročnějších partií fyziky.

Sonda do historie pojmů a terminologie termodynamiky

Termodynamika není dílem jediného člověka. Potřeba zdokonalení parního stroje přivedla mnoho významných vědců k výzkumu tohoto oboru. Z dílčích poznatků a hypotéz pak v průběhu 19. století vznikla ucelená a konzistentní teorie, která dobře popisovala tepelné děje. Do termodynamiky však spadají i procesy, ve kterých teplo nefiguruje (adiabatický děj).

Teplo si od poloviny 17. století lidé představovali jako nezničitelnou, nevažitelnou substanci, která se přelévá z teplejšího tělesa do chladnějšího (Varvoglis, 2014, s. 84). Tato tzv. „flogistonová teorie“ musela být opuštěna, protože nedokázala vysvětlit, proč se tělesa zahřívají i konáním mechanické práce, např. při vrtání dělových hlavní. Ještě pře vznikem flogistonové teorie Francis Bacon ve svém latinském díle Novum Organum (Bacon, 1620) poměrně podrobně rozebírá různé tepelné děje. Neznalost částicové struktury hmoty, termodynamických zákonů a teorie elektromagnetického záření neumožňovala Baconovi vytvořit si vhodné pojmy, které by byly ve shodě s realitou. V českém překladu z roku 1922 jsou hojně používána slova „teplo“ a „teplota“, jde ale o invenci překladatele, který se snažil dobový text přizpůsobit čtenáři, jenž rozdíl mezi oběma pojmy zná. Bacon má však pro všechny popisované jevy jediné označení *calor*. Neexistenci vhodné terminologie považujeme za problém druhořadý. Nic nenasvědčuje tomu, že by Bacon mezi teplem a teplotou rozlišoval, natož pak že by chápal pojem energie, vnitřní energie, tepelná izolace apod. Bacon uvádí výčet 27 příkladů souvisejících s teplem, z nichž na ukázku vybíráme čtyři: (Stehlík & Stejskal, 1922)

13. Všechny kosmaté látky, jako vlna, chlupy zvířat a peří, také obsahují teplo.
16. Každé těleso, tře-li se silně, jako kámen, dřevo nebo sukno atd.; proto nápravy kol se někdy vzejmou; nícení ohně v Západní Indii dělo se třením.
25. Vonné látky a palčivé rostliny jako dracunculus, řeřicha atd. Třeba se nejeví teplými na dotek (ani roztlučeny na prášek), přec na jazyku a na patře, jsouce žvýkány, hřejí a pálí.
27. Také prudký a silný mráz působí jakýsi pocit pálení, neboť se říká, že „Pálí pronikavý a mrazivý severák“.

T. S. Kuhn Baconovo dílo komentuje následovně (Kuhn, 2008, s. 28): *„Člověk vůbec váhá, zda tuto literaturu nazvat vědeckou. Baconova „historie“ tepla, barvy, větru, hornictví atd. jsou plné informací, někdy velmi nejasných. Ale jsou tu vedle sebe uvedena fakta, která se později ukážou jako objevná (např. ohřev mícháním) spolu s těmi (např. zahřívání kupy hnoje), která zůstanou po nějaký čas příliš složitá na to, aby vůbec mohla být zahrnuta do nějaké teorie.“*

Rozřešení podstaty tepla přišlo až v polovině 19. století. Pro pochopení termodynamických dějů a jednoznačné vymezení příslušných pojmů bylo nejprve potřeba rozvinout kinetickou teorii plynů, formulovat zákon zachování energie (ZZE) a odhalit podstatu elektromagnetického záření.

Termín *energie* jako první použil ve fyzikálním smyslu Thomas Young a sice ve smyslu kinetické energie tělesa (Young, 1807). Termín energie akceptovali William Thomson (známý jako Lord Kelvin) i Rudolf Clausius, ale nelze říct, že by byl přijat všeobecně. Ještě celé další století se pro kinetickou energii používalo označení *živá síla*. O historii sousloví živá síla se zmiňuje Strouhal v odborné knize o mechanice (Strouhal & Kučera, 1910): „*Otázka, zdali živá síla či hybnost jest pravou měrou síly, jakou má hmota v pohybu, byla předmětem vědeckého sporu, kterýž vedli Descartes a Leibnitz a kterýž dále trval 57 let, ač byl způsoben nedorozuměním onoho názvu síla hmoty. Název quantitas motus zavedl Descartes a přijal též Newton. Název živá síla a to pro součin mv^2 zavedl Leibnitz, rozeznávaje živou sílu hmoty rozehnané proti mrtvé síle hmoty tlakem působící. Později Coriolis volil týž název pro součin $1/2mv^2$, jak se ho dosud užívá.*“ O zákonu zachování mechanické energie (ZZME) se dříve psalo jako o zákonu zachování živých sil. O matematické rozvedení ZZEM se zasloužil Joseph L. Lagrange (Lagrange, 1811); na jehož práci navázal William Hamilton formulováním principu nejmenší akce (Hamilton, 1834). O zachování sil (ve smyslu zachování energie) napsal významnou práci i Hermann von Helmholtz (Helmholtz, 1847).

Energie, ačkoliv nepatří mezi základní veličiny SI, má v moderní fyzice významné postavení. To, co činí energii mezi fyzikálními veličinami jedinečnou, je všeobecná platnost ZZE (jenž je totožný s 1. termodynamickým zákonem). Různé formy energie, ať už byla tato veličina v minulosti nazývána jakkoliv, byly dlouho známy a zkoumány odděleně. ZZE jako první formuloval německý lékař Julius Robert Mayer roku 1842, který však velice psychicky strádal tím, že mu tehdejší vědecká komunita prvenství upřela (Lenard, 1943). Na Mayerovy zásluhy poukázal v přednášce pro veřejnost slavný anglický fyzik John Tyndall o 20 let později; v témže roce byl vydán i anglický překlad Mayerova původního článku (Mayer, 1862).

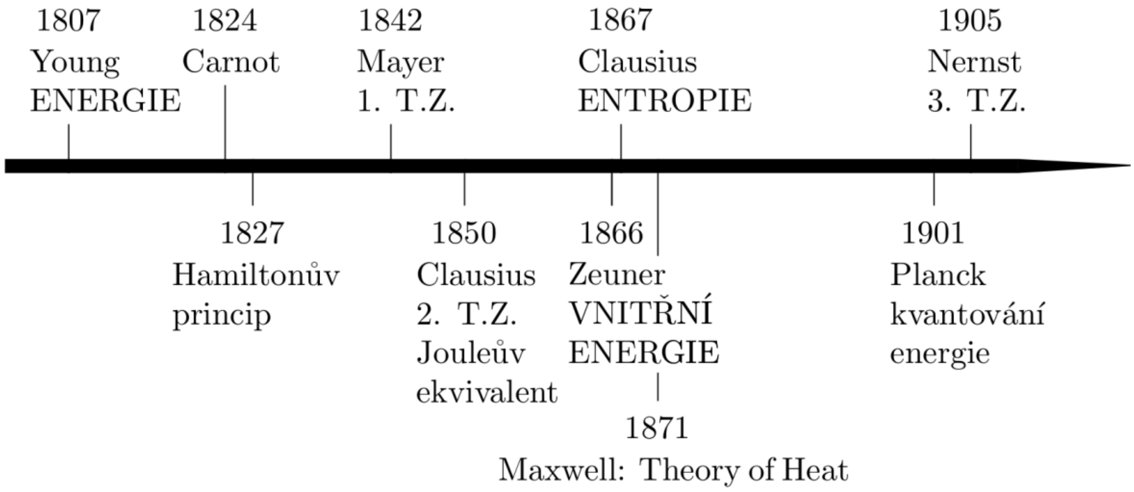
Termín *vnitřní energie* poprvé použil německý fyzik Gustav Zeuner (Zeuner, 1866), ačkoliv stejný koncept byl pod různými označeními dříve popsán jinými autory. Clausius vnitřní energii nazýval „funkce *U*“, ale za vhodný považoval i termín „energie tělesa“ (energy of the body) (Clausius, 1867, s. 251).

Termín *entropie* zavedl Rudolf Clausius, přičemž pro entropii zvolil označení *S* na počest Sadi Carnota a jeho přelomové práce o teorii tepelných motorů z roku 1824 (Carnot, 2005), která upoutala pozornost tehdejších fyziků a inspirovala je k dalšímu výzkumu dané problematiky. Clausius formuloval dva „fundamentální teorémy mechanické teorie tepla“ (Clausius, 1867, s. 365):

1. *Energie vesmíru je konstantní.*
2. *Entropie vesmíru směřuje k maximu.*

Tím ovšem nebyl vývoj termodynamiky zdaleka ukončen. Bylo potřeba vyřešit podstatu elektromagnetického záření a tepelného záření těles. Tento výzkum vedl k objevu *kvantování energie* a zrodu kvantové fyziky. Na počátku 20. století přispěl Albert Einstein k rozšíření pojmu energie o relativistickou perspektivu (např. co se děje s energií částic, pohybují-li se rychlostí blízkou rychlosti světla) a odhalil fyzice nové obzory v oblasti *jaderné energie*.

Obrázek 1: Vybrané milníky v historii termodynamiky



Zdroj: Vlastní zpracování

Přetrvávající nejednoznačnost v pojmech a terminologii

Americký fyzik Mark W. Zemansky identifikoval tři běžné chyby v chápání tepla a používání příslušného termínu „heat" (Zemansky, 1970):

1. Odkazování na „teplo v tělese" (např. „heat in a body").
2. Použití „heat" jako slovesa (např. „If you heat something, it becomes warmer.").
3. Kombinování *tepla* a *vnitřní energie* v jeden nedefinovaný koncept *tepelné energie* (thermal energy), který někdy má význam tepla a jindy vnitřní energie.

První a třetí bod se shoduje s miskoncepcemi v českém prostředí. Ve druhé bodě miskoncepce vzniká vlivem omezené slovní zásoby v anglickém jazyce. V češtině máme slovesa jako „ohřívat" a „zahřát" odlišná od slova „teplo", které nahrazují v angličtině hluboce zakořeněné sloveso „to heat". V češtině máme ale jiný problém. Teplo má v běžné řeči význam teploty, resp. tepelné pohody (např. „venku je teplo" nebo „je mi teplo"). Přístroj pro měření teploty by bylo lépe nazývat „teplotoměr", protože přímo neměří fyzikální veličinu teplo. Teplo standardně měříme pomocí kalorimetru, ačkoliv bez teploměru se přitom neobejdeme. Termín *teploměr* je zavádějící, ale není zcela chybný. Označení teploměr (z latinského thermometrum) vzniklo v době, kdy rozdíl mezi teplem, teplotou a vnitřní energií nebyl znám. Teploměr můžeme chápat jako přístroj pro měření tepla ve smyslu (člověku příjemné) teploty; přístroj pro měření nízkých teplot (z antropocentrické perspektivy) bychom pak obdobně mohli nazvat „chladoměr" nebo „mrazoměr". Problém dvojího významu českého slova „teplo" má lingvistickou příčinu stejně jako 2. bod v Zemanského seznamu výše, v českém prostředí jej tedy může ve výčtu zastoupit.

James P. Joule experimentálně prokázal, že mechanickou prací lze zvýšit vnitřní energii kapaliny, přičemž kvantitativně určil tzv. *mechanický ekvivalent tepla* – v angličtině dodnes běžně používané sousloví *mechanical equivalent of heat* (Joule, 1850). Ve skutečnosti při Jouleově pokusu k žádné tepelné výměně nedocházelo, protože nádoba s kapalinou ohřívanou pohybem lopatek byla tepelně izolována. Joule svůj pokus provedl a popsal ještě před vznikem pojmu vnitřní energie a ustálením vhodného termínu. Dnes bychom měli důsledně používat sousloví *mechanický ekvivalent změny vnitřní energie.* Tento problém souvisí s 1. bodem, protože sousloví mechanický ekvivalent tepla podporuje miskoncepci „tepla v tělese“. V současných učebnicích je již Jouleův pokus většinou vysvětlován korektně.

Jiný nešvar, který má kořeny v 19. století nebo dříve, ale stále se vyskytuje v základoškolských učebnicích, je použití sousloví *tepelné záření*. Pocit „tepla“ u rozehřátých kamen podporuje představu, že podstata „tepelného záření“ je jiná než u světla, protože je vnímáme různými smysly. Před objevem elektromagnetického záření se mělo za to, že sluneční záření se skládá ze světla, které vidíme, a tepla, které hřeje. Infračervené záření objevil roku 1800 William Herschel, když rozložil spektrum slunečního záření hranolem. Podezření, že světlo a neviditelné IR záření mají stejnou podstatu existovalo již v polovině 19. století, což lze doložit popisem z dobového textu (Pokorný, 1868) „*Teplo sálavé jeví ve všech případech největší podobnosť se světlem, pročež v nejnovější době počíná ujímati se náhled, že jest s ním jedno*.“

V dnešních učebnicích fyziky je obvykle tepelné záření ztotožněno s infračerveným, jako by záření na jiných vlnových délkách nehrálo, resp. neneslo žádnou energii. Pro ultrafialové záření žádné synonymum nemáme a není potřeba ani pro infračervené. Emanuel Klier v recenzi učebnice pro 8. ročník autorky Marty Chytilové napsal (Klier, 1990): „*Výklad celkově vyznívá v tom směru, že viditelné světlo působí jen zrakové vjemy, kdežto energii že přenáší jen „tepelné záření“: („Tepelné záření je nositelem energie.“) Rozhodně v dalším výkladu o energii slunečního záření chybí zmínka o tom, že největší část energie je přenášena ve viditelné části slunečního světla.*“ Autorka učebnice následně publikovala svou reakci, kde některé z Klierových výtek objasnila, ale termín tepelné záření nekomentovala. Domníváme se, že je účelné termín „tepelné záření“ používat jen v širším smyslu, tedy pro záření těles s nenulovou termodynamickou teplotou. Tepelné záření je pak synonymem ke slovu *sálání*. V tomto pojetí by „tepelné záření“ žádné miskoncepce u žáků vyvolávat nemělo.

Závěr

Vědecká terminologie je kolektivním dílem, jednotlivé termíny jsou postupně akceptovány na základě konsenzu vědecké komunity. Termín s víceznačným významem může vyvolávat mylné asociace, proto je potřeba se fyzikální terminologii zkoumat z hlediska vzdělávacího procesu. Nevhodně zvolený termín může být překážkou v porozumění a systematizaci znalostí, tedy v rozvoji fyzikálního myšlení. Příčiny nedokonalé terminologie mají lingvistické i historické kořeny. Identifikovali jsme pět způsobů, jak se vědecké pojmy mohou vyvíjet. V článku jsme se zaměřili na termodynamiku; podali jsme stručný přehled o tom, jak se vyvíjelo vědecké poznání a terminologie v tomto oboru. Dále jsme diskutovali konkrétní termíny, jež jsou nejednoznačné a mohou být překážkou v porozumění žáků fyzice. Doporučujeme termín

„tepelné záření“ v učebnicích neztotožňovat s IR zářením, ale se sáláním těles v celém elektromagnetickém spektru.

Literatura

Bacon, F. (1620). *Novum organum*. Získáno z http://www.thelatinlibrary.com/bacon/bacon.liber2.shtml

Carnot, S. (2005). *Reflections on the Motive Power of Fire: And Other Papers on the Second Law of Thermodynamics*. Courier Corporation.

Clausius, R. (1867). *The Mechanical Theory of Heat: With Its Applications to the Steam-engine and to the Physical Properties of Bodies*. J. Van Voorst.

Hamilton, W. R. (1834). On a General Method in Dynamics; By Which the Study of the Motions of All Free Systems of Attracting or Repelling Points is Reduced to the Search and Differentiation of One Central Relation, or Characteristic Function. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *124*, 247–308. https://doi.org/10.1098/rstl.1834.0017

Helmholtz, H. von. (1847). *Über die Erhaltung der Kraft, eine physikalische Abhandlung: vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23sten Juli 1847*. Culture et civilisation.

Joule, J. P. (1850). On the Mechanical Equivalent of Heat. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *140*, 61–82. https://doi.org/10.1098/rstl.1850.0004

Klier, E. (1990). Poznámky k učebnici fyziky pro 8. ročník ZŠ. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, *35*(3), 153–156.

Kuhn, T. S. (2008). Struktura vědeckých revolucí. (T. Jeníček, Přel.) (dotisk 1. vyd.). Praha: OIKOYMENH.

Lagrange, J. L. (1811). *Mécanique analytique*. Ve Courcier.

Lenard, P. (1943). *Velcí přírodozpytci. Dějiny přírodovědného bádání v životopisech.* (1. vyd.). Praha: ORBIS.

Mayer, J. R. (1862). Remarks on the Forces of Inorganic Nature.

Pokorný, M. (1868). *Síly přírody a užívání jich*. Praha: I.L. Kober. Získáno z http://kramerius.nkp.cz/kramerius/MShowMonograph.do?id=25510

Russell, B. (1967). *Logika, jazyk a věda*. Svoboda. Získáno z http://www.databazeknih.cz/knihy/logika-jazyk-a-veda-136024

Stehlík, Č., & Stejskal, A. (1922). *Filosofické spisy Františka Bacona* (Filosofická bibliotheka). Praha: Česká akademie věd a umění. Získáno z http://www.digitalniknihovna.cz/knav/view/uuid:2e0496fd-32a9-4bc8-a2a4-976c8048bc51?page=uuid:c02f7e6f-0b29-4bfd-8b30-ef74369f5c3b

Strouhal, Č., & Kučera, B. (1910). *Mechanika* (2. vyd.). Nákladem Jednoty českých mathematiků.

Varvoglis, H. (2014). *History and Evolution of Concepts in Physics*. Springer Science & Business Media.

Young, T. (1807). *A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts*. London : Printed for J. Johnson. Získáno z http://archive.org/details/lecturescourseof02younrich

Zemansky, M. W. (1970). The Use and Misuse of the Word „Heat" in Physics Teaching. *The Physics Teacher*, *8*(6), 295–300. https://doi.org/10.1119/1.2351512

Zeuner, G. (1866). *Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie *: mit Anwendungen auf die der Wärmelehre angehörigen Theile der Maschinenlehre insbesondere auf die Theorie der calorischen Maschinen Dampfmaschinen*. A. Felix.

Kontakt

Mgr. Tomáš Miléř, Ph.D.
Katedra fyziky, chémie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
80022@mail.muni.cz

Some notes about cyclography

Několik poznámek k cyklografii

Jitka PANÁČOVÁ

Abstract

In the paper there are briefly described basic problems of cyclography (one-to-one correspondence of the set of all points of the $\overline{E}_3$ *onto the set of all directed circles - cycles – of the proper plane of the* $\overline{E}_3$. *The article summarizes principles and applications of cyclography method, and in the end introduces its historical development.*

Keywords

cycle, directed line, isotropic line, directed plane, basic conic C, C – conic area

Abstrakt

Práce se zabývá základními problémy cyklografické zobrazovací metody (bijektivní zobrazení množiny všech bodů rozšířeného euklidovského prostoru $\overline{E}_3$ *na množinu všech orientovaných kružnic – cyklů – vlastní roviny* π prostoru $\overline{E}_3$*). Shrnuje dále aplikaci této metody na řešení planimetrických úloh z geometrie orientovaných kružnic a v závěru zachycuje stručně její historický vývoj.*

Klíčová slova

cyklus; orientovaná přímka; isotropní přímka; orientovaná rovina; základní kuželosečka C; C - kuželová plocha

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-13*

Úvod

Cyklografie nebo cyklografické zobrazení je příkladem nelineární zobrazovací metody. Pod pojmem zobrazovací metody rozumíme bijektivní zobrazení útvarů trojrozměrného euklidovského prostoru (popř. rozšířeného euklidovského prostoru) na určité objekty jedné roviny, kterou nazýváme nákresna. Bodu v prostoru tedy přiřadíme určitý útvar v nákresně. V případě cyklografického zobrazení je obrazem bodu v prostoru cyklus v nákresně, přičemž střed cyklu je ortogonální průmět daného bodu do nákresny.

Základní principy cyklického promítání

V dalším textu se předpokládá znalost následujících pojmů elementární geometrie euklidovské roviny E_2: orientace přímky (orientovaná přímka), orientace roviny (orientovaná rovina), orientovaný úhel.

Poznámka 1: Pod pojmem úhel se v celém textu bude rozumět příslušný konvexní úhel (např. $< AOB$ nebo $< \vec{u}\vec{v}$). Jestliže úhel $< \vec{u}\vec{v}$ patří do zvolené (kladné) orientace roviny, budeme říkat, že tento úhel určuje orientaci roviny nebo orientace roviny je tímto úhlem určená.

Definice 1: Buď $k(O, r)$ libovolná kružnice orientované euklidovské roviny E_2 (úhlem $< \vec{u}\vec{v}$) a K, L libovolná uspořádaná dvojice navzájem různých bodů na k. Řekneme, že kružnice k je dvojicí bodů K, L orientovaná kladně, resp. záporně, jestliže orientovaný úhel $< KOL$ patří, resp. nepatří do zvolené orientace roviny (tj. jestliže úhly $< \vec{u}\vec{v}$, $< KOL$ jsou orientované souhlasně, resp. nesouhlasně).

Poznámka 2: Orientovanou kružnici nazýváme *cyklus*, původní kružnici *nositelkou cyklu*. Analogicky orientovanou přímku nazýváme *paprskem*, původní přímku *nositelkou paprsku*. Ve smyslu předchozí definice pak hovoříme o *kladných a záporných cyklech*. Poloměrem kladného, resp. záporného cyklu budeme nazývat reálné číslo r, resp. - r, kde r je poloměr nositelky cyklu.

Definice 2: *Kladnou polorovinou* orientované eukleidovské roviny ρ vzhledem k danému paprsku (určeného polopřímkou $\overrightarrow{KL}$) nazýváme polorovinu (s hraniční přímkou danou body K, L) incidentní s bodem X, pro který orientovaný úhel $< LKX$ patří do zvolené orientace roviny ρ. Opačnou polorovinu k této polorovině nazýváme *zápornou polorovinou* orientované roviny ρ vzhledem k danému paprsku.

Kladnou stranou kladného, resp. *záporného cyklu* nazýváme vnitřek, resp. vnějšek nositelky cyklu; vnějšek, resp. vnitřek této kružnice se nazývá jeho *zápornou stranou*.

Definice 3: Buď v orientované euklidovské rovině ρ dána přímka t a kružnice k. Řekneme, že paprsek s nositelkou t *se dotýká cyklu* s nositelkou k, jestliže nastane právě jedna z následujících dvou možností:

1. Přímka t je tečnou kružnice k a kladná polorovina roviny ρ vzhledem k danému paprsku je částí kladné strany cyklu.
2. Přímka t je tečnou kružnice k a kladná strana cyklu je podmnožinou kladné poloroviny roviny ρ vzhledem k danému paprsku.

Jestliže mají dva cykly ve společném bodě společný dotykový paprsek, řekneme, že se oba *cykly* ve společném bodě *dotýkají*.

Obraz bodu

Základním prostorem bude rozšířený euklidovský prostor $\overline{E}_3$ nad polem reálných čísel. Principem cyklografické zobrazovací metody je kolmé promítání do jedné (vlastní) roviny. Buď $\pi \subset \overline{E}_3$ libovolná vlastní rovina (průmětna). Orientujme oba poloprostory prostoru $\overline{E}_3$ s hranicí π (tj. prohlásíme libovolný z nich za kladný). V kótovaném zobrazení se přiřadí každému vlastnímu bodu $P \in \overline{E}_3$ uspořádaná dvojice (P_1, z^P), kde P_1 je kolmý průmět bodu P do průmětny π a z^P je orientovaná vzdálenost bodu P od roviny π (kóta bodu P). V cyklografii se postupuje analogicky. Při zobrazení libovolného vlastního bodu $P \in \overline{E}_3$ se sestrojí nejprve jeho kolmý průmět P_1 do roviny π. Dále je třeba (kromě orientace poloprostorů prostoru $\overline{E}_3$ s hranicí π) orientovat průmětnu π např. orientovaným úhlem $< \vec{u}\vec{v}$. Každému bodu P prostoru $\overline{E}_3$ pak přiřadíme cyklus P^C průmětny π s poloměrem z^P, jehož nositelka má střed P_1. Cyklus P^C je tedy kladný, resp. záporný, jestliže orientovaná vzdálenost bodu P od průmětny je kladná, resp. záporná. Pro bod $Q \in \pi$ je $Q = Q_1$ a $z^Q = 0$ (tento bod nazýváme „nulovým" cyklem).

Věta 1: Zobrazení $\varphi: \overline{E}_3 \rightarrow C_\pi$ množiny všech vlastních bodů prostoru $\overline{E}_3$ na množinu všech cyklů C_π průmětny π, které bodu P přiřadí cyklus P^C, je bijekce.

Definice 4: Zobrazení φ z věty 1 je zobrazovací metoda a nazývá se *cyklografické zobrazení*. Množina C_π všech cyklů v rovině π se nazývá *prostor cyklů*.

Poznámka 3: Nositelka cyklu $P^C \subset \overline{E}_3$ je průnikem rotační kuželové plochy v $\overline{E}_3$ dané vrcholem P, jejíž tvořící přímky mají odchylku 45° od průmětny π. Tato kuželová plocha protíná rovněž nevlastní rovinu $\Omega \subset \overline{E}_3$ v kuželosečce C (tzv. *základní kuželosečka*). Kuželosečka C leží na analogických kuželových plochách pro všechny vlastní body prostoru $\overline{E}_3$ a její střed je nevlastním bodem přímek kolmých na průmětnu π. Tento přístup umožňuje jiný pohled na nositelky cyklů v průmětně; každou kružnici - nositelku cyklu P^C - lze vyjádřit jako průnik kuželové plochy s vrcholem P a určující kuželosečkou $C \subset \Omega$ s průmětnou π. Tuto kuželovou plochu značíme symbolem $\mathbf{K}^P(P, P^C)$[1].

Definice 5: Rotační kuželovou plochu, jejíž tvořící přímky svírají s osou odchylku 45°, nazýváme *C - kuželová plocha*.

Věta 2: Množinou všech dotykových cyklů k pevnému cyklu P^C jsou cyklografické obrazy všech bodů *C* - kuželové plochy, jejíž určující kružnice je nositelka cyklu P^C.

Poznámka 4: Množinou cyklů, které incidují se společným bodem $Q \in \pi$, jsou cyklografické obrazy všech bodů *C* - kuželové plochy s vrcholem *Q*. V dalším textu by bylo možné ukázat, jakým způsobem se cyklograficky zobrazuje přímka nebo rovina. Touto problematikou se však již dále nebudeme podrobně zabývat, neboť momentálně zbudovaný aparát vystačí pro ilustraci využití cyklografie na následujícím příkladu.

Praktické využití cyklografie

Možností využití cyklografického zobrazení je celá řada, nejzajímavější je však řešení planimetrických úloh pomocí cyklografie, ze kterých je v následujícím textu vybrána jedna z Apolloniových úloh.

Původní Apolloniova úloha se zabývá konstrukcí kružnice, která se dotýká daných tří kružnic. Obecnou Apolloniovou úlohou rozumíme úlohu o konstrukci kružnice dotýkající se daných tří geometrických útvarů (body, přímky, kružnice). Její řešení metodou cyklografického zobrazení je velmi jednoduché a elegantní. Před samotnou ukázkou řešení Apolloniovy úlohy užitím této metody se však nejdříve zabývejme otázkou průniku dvou *C* - kuželových ploch.

[1] Pokud nemůže dojít k záměně, budeme používat zkráceného zápisu kuželové plochy $\mathbf{K}^P$.

Pomocná úloha

Jsou dány dvě C-kuželové plochy $\mathbf{K}^{A}(A, A^{C})$, $\mathbf{K}^{B}(B, B^{C})$, přičemž určující kružnice plochy $\mathbf{K}^{A}$, resp. $\mathbf{K}^{B}$ obsahuje cyklus $A^{C} \subset \pi$, resp. $B^{C} \subset \pi$. Určete průnik $\mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{B}$.
Řešení: Průnikem dvou kvadrik je obecně křivka 4. stupně. Protože kuželové plochy $\mathbf{K}^{A}$, $\mathbf{K}^{B}$ obsahují základní kuželosečku *C*, musí být i druhá část průniku těchto ploch kuželosečka. Označme tuto kuželosečku *k* a její rovinu α.

Rovina λ ($AB \subset \lambda$, $\lambda \perp \pi$) obsahující osy AA_1, BB_1 obou kuželových ploch je jejich rovinou souměrnosti, tj. i vlastní části *k* jejich průniku. Rovina α kuželosečky *k* je kolmá na rovinu λ a osa kuželosečky *k* je průsečnicí rovin α a λ. Zvolme si rovinu λ za druhou průmětnu a dořešme úlohu v Mongeově zobrazení s nákresnou π. V druhém průmětu pak pohodlně sestrojíme vlastní body průniku $\mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{B} \cap \lambda = (\mathbf{K}^{A} \cap \lambda) \cap (\mathbf{K}^{B} \cap \lambda)$, což jsou vrcholy *M, N* kuželosečky *k*. Je zřejmé, že *k* je hyperbola nebo elipsa (pokud nositelka jednoho cyklu leží uvnitř nositelky druhého) a *MN* je jejich osou. Rovina α je určená ($MN \subset \alpha \wedge \alpha \perp \lambda$); její stopa p^{α} je chordála nositelek cyklů A^{C}, B^{C}.

Kuželosečku *k* pak sestrojíme jako rovinný řez např. $\mathbf{K}^{A} \cap \alpha$. Ohniska kolmého průmětu kuželosečky *k* do roviny π jsou body A_1, B_1. Odtud vyplývá následující vlastnost:
Věta 3: Množina středů všech cyklů, které se dotýkají daných dvou cyklů, je hyperbola nebo elipsa, která má středy daných cyklů za ohniska.

Apolloniova úloha

Sestrojte kružnici, která se dotýká daných tří kružnic *a, b, d* v rovině π.

Rozbor: Orientujme dané kružnice *a, b, d* v rovině π a příslušné cykly označme A^{C}, B^{C}, D^{C}.

Buď **Z** cyklografické zobrazení v prostoru $\overline{E}_3$ s průmětnou π;

$$\mathbf{Z}^{-1} : A^{C}, B^{C}, D^{C} \to A, B, D.$$

Jestliže v π existuje cyklus X^{C}, který se dotýká cyklů A^{C}, B^{C}, D^{C}, tak pro bod $X = \mathbf{Z}^{-1}(X^{C})$ platí: $X \in \mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{B} \cap \mathbf{K}^{D}$. Obráceně pro každý bod $Y \in \mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{B} \cap \mathbf{K}^{D}$ platí, že cyklus $Y^{C} \subset \pi$ se dotýká cyklů A^{C}, B^{C}, D^{C}. Planimetrická Apolloniova úloha je tak převedena s využitím principů cyklografického zobrazení na prostorovou úlohu: nalézt průnik tří *C*-kuželových ploch a k němu určit jeho cyklografický obraz. Nositelky cyklografických obrazů bodů průniku jsou pak částí řešení zadané úlohy.

Konstrukce: Bod *X* průniku *C*-kuželových ploch leží v rovině γ vlastní kuželosečky $k \subset \mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{B}$ a analogicky v rovině β kuželosečky $l \subset \mathbf{K}^{A} \cap \mathbf{K}^{C}$ (konstrukce rovin γ, β podle předcházející pomocné úlohy; p^{γ}, p^{β} jsou chordály příslušných dvojic kružnic). Označme $\gamma \cap \beta = s$. Pak platí: $X \in \mathbf{K}^{A} \cap s$. Zřejmá je konstrukce stopníku $p^{s} \in p^{\beta} \cap p^{\gamma}$ přímky *s*; kromě toho je přímka *s* rovnoběžná s přímkou s' ($s' \subset \gamma' \cap \beta'$), kde $A \in \beta' \wedge \beta' \parallel \beta$, $A \in \gamma' \wedge \gamma' \parallel \gamma$, tj. γ', β' jsou vrcholové roviny kuželové plochy $\mathbf{K}^{A}$ rovnoběžné s rovinami β, γ (v daném pořadí).

Průsečíky $\mathbf{K}^{A} \cap s$ se sestrojí pomocí roviny λ dané rovnoběžkami *s*, s'. Platí: $\mathbf{K}^{A} \cap s = s \cap (\lambda \cap \mathbf{K}^{A}) = s \cap \{AX_0, AY_0\}$, kde $\{X_0, Y_0\} = p^{\lambda} \cap a$. Pak přímka daná body A, X_0, resp. A, Y_0 protíná přímku *s* v bodě *X*, resp. *Y* a X_1, Y_1 jsou středy hledaných cyklů. Kružnice, které jsou nositelkami cyklů X^{C}, Y^{C}, jsou částí řešení úlohy (0 až 2 řešení).

Diskuse: Úplné řešení získáme, když budeme uvažovat všechny možné kombinace orientací kružnic *a, b, d*. Jejich počet je 2^3. Vždy dvě dvojice (pro navzájem opačné cykly) dají jedno řešení, tj. všechna řešení dají čtyři trojice cyklů. Úloha má celkem 0 - 8 řešení; jejich počet závisí na vzájemné poloze kružnic *a, b, d.*

Historie cyklografie

Samotná myšlenka cyklografie (vzájemně jednoznačného zobrazení bodů v prostoru na cykly v rovině) se objevila již v díle B. E. Cousineryho (Cousinery, 1828), ve kterém je jí využito při řešení některých Apolloniových úloh. Poté pak Nikolaus Druckenműller (1806-1883) - žák Julia Plűckera (1801-1868) - v r. 1842 zkonstruoval v díle (Druckenműller, 1842) prostředky analytické geometrie zobrazení, které bylo později také nazváno *isotropní projekce.*

Za první soustavně zpracované dílo o cyklografii jako o zobrazovací metodě deskriptivní geometrie je považováno dílo Wilhelma Fiedlera (1832-1912) (Fiedler, 1882). Tato kniha má čistě konstruktivní charakter, věnuje svou pozornost konstrukčním úlohám o kružnici a kouli. Fiedlerovo pojetí zobrazení splňuje principielně parametry kruhového zobrazení, nelze ho proto označovat za cyklografii v pravém slova smyslu, přestože jeho publikace paradoxně ve svém názvu slovo cyklografie nese. V jeho knize sice narazíme na zmínku o tom, že kružnici v rovině lze orientovat, aby se zabránilo dvojznačnosti, ale autor této možnosti nevyužil a operoval výhradně s elementy neorientovanými.

Nejnovější podobu cyklografie jako zobrazovací metody deskriptivní geometrie přineslo systematické dílo (Műller, 1929), které vyšlo jako druhý díl přednášek Emila Műllera na vídeňské technice. Bylo zpracováno po Műllerově smrti jeho asistentem Josefem Leopoldem Kramesem (1897-1986). Z hlediska cyklografie se jedná o praktickou aplikaci myšlenky isotropní projekce v deskriptivní geometrii a tím zároveň za plod mnohých úvah F. Kleina a Maria Sophuse Lieho (1842-1899), které se vztahovaly v té době k modernímu výzkumu deskriptivní geometrie. Toto Műllerovo dílo přineslo mnoho poznatků z jeho dřívějších publikací o cyklografii, z díla W. Fiedlera (Fiedler, 1882) a ze studií například Wilhelma Blaschkeho (1885-1962) a Erwina Wilhelma Kruppy (1885-1967). Samotné konstruktivní provedení různých úloh však Műller na rozdíl od Fiedlera prováděl pomocí kótovaného promítání a operoval zásadně s orientovanými elementy. Obě pojetí se dále odlišovala v tom, že v Műllerově díle (Műller, 1929) plnila velmi důležitou funkci nevlastní základní kuželosečka, s níž Fiedler vůbec nepracoval.

Cyklografie v Čechách

Jedinou knižní publikací u nás, která se podrobně a uceleně problematikou cyklografického zobrazení zabývala, je monografie L. Seiferta (1883 – 1956) (Seifert, 1949). Tato kniha je napsána v Műllerově pojetí – jedná se o přeložené a zkrácené Műllerovo dílo (Műller, 1929). Autor v ní popisuje základními principy cyklografie, vysvětlil pojmy a vlastnosti tzv. cyklografické koule a cyklického zobrazení bodových transformací, popsal konstrukci cyklického obrazu křivky a plochy v $\overline{E}_3$ a v závěru zkoumal užití cyklické projekce a Laguerrových transformací. Na příkladech různých planimetrických úloh je ilustrováno praktické využití cyklografie.

Seifertova monografie (Seifert, 1949) byla určena především pro kandidáty středoškolského učitelství. L. Seifert usiloval o zavedení cyklografie do výuky deskriptivní geometrie na českých vysokých školách pro budoucí středoškolské učitele a přednášel ji na Přírodovědecké fakultě MU v Brně. Po jeho smrti zde cyklografii přednášel Seifertův žák Karel Svoboda. Jmény těchto dvou geometrů však éra cyklografie ve výuce u nás začíná a zároveň i postupně končí. V hodinách deskriptivní geometrie byl dán prostor jiným metodám.

Kromě práce (Seifert, 1949) nalezneme v české odborné literatuře v mnohých souvislostech rozličné zmínky o cyklografii, často ve spojení s řešením planimetrických úloh. Z celé této nevelké řady knižních publikací o cyklografii se zmiňujících jmenujme alespoň učebnici deskriptivní geometrie Jana Sobotky (1862-1931) (Sobotka, 1906), která je však napsána ještě ve Fiedlerově pojetí. Další zmínky o této zobrazovací metodě již v Műllerově pojetí nalezneme v monografiích Josefa Holubáře (1895 – 1970) (Holubář, 1940; Holubář, 1948), ve kterých mimo jiné autor ilustroval prostřednictvím cyklografie řešení Apolloniových úloh.

Závěr

Využití cyklografie v oblastech matematiky a geometrie je široké, bohužel se dnes v rámci výuky deskriptivní geometrie s touto zajímavou metodou setkáme již velmi zřídka. Její aplikace na řešení klasických úloh z elementární geometrie je elegantní a názorná a mohla by tudíž vzbudit opětovný zájem. V současné době na tuto metodu narazíme v některých pracích a materiálech Zity Sklenárikové (Sklenáriková, 2004) z FMFI UK v Bratislavě. Velmi inspirativní je dále novější pojednání o cyklografii od Lenky Juklové (Juklová, 2013) z UP v Olomouci a diplomová práce od Jiřího Hátle (Hátle, 2006).

Literatura

Seifert, L. (1949). *Cyklografie.* Praha: Jednota československých matematiků a fyziků.

Műller, E.- Krames, J. L. (1929). *Vorlesungen űber darstellende Geometrie,* 2. Band: *Die Zyklographie.* Wien und Leipzig.

Fiedler, W. (1882). *Cyklographie oder Construktion der Aufgaben uber Kreise und Kugeln und elementare Geometrie der Kreis- und Kugelsysteme*. Leipzig.

Sobotka, J. (1906). *Deskriptivní geometrie promítání parallelního.* Praha: Jednota československých matematiků a fyziků.

Holubář, J.(1940). *O metodách rovinných konstrukcí.* Praha: Jednota československých matematiků a fyziků.

Holubář, J. (1948). *O rovinných konstrukcích odvozených z prostorových útvarů***.** Praha: Jednota československých matematiků a fyziků.

Cousinery, B. E. (1828). *Geometrie perspective***.**

Druckenmüller, N. (1842). *Die Übertragungsprinzipien der analytischen Geometrie.*

Sklenáriková, Z. (2004). *K metódam riešenia Apolloniovej úlohy* (s. 45 – 55). Matematika v proměnách věků. III.

Juklová, L. (2013). *Aplikace deskriptivní geometrie: základy kartografie a cyklografie.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Hátle, J. (2006). *Cyklografie a její užití k řešení planimetrických úloh*. Olomouc: PřF UP Olomouc (diplomová práce).

Kontakt

Mgr. Jitka Panáčová, Ph.D.
Katedra matematiky, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 31, 603 00 Brno, Česká republika
panacova@ped.muni.cz

Community Practice as a tool for improving the quality of teaching technical subjects at secondary schools

Společenství praxe jako prostředek zlepšování kvality výuky technických předmětů na středních školách

Pavel PECINA

Abstract

The contribution is devoted to the issue of community practice in teaching technical subjects at secondary schools. The solved issue is of interest to the project "Community Practice as a Means of Development of Key Competencies", which is solved at MU Faculty of Education since January 1, 2017. In the first part we focused on the project objectives in the field of technical subjects. In the next part, attention is devoted to the research aimed at improving the quality of teaching of technical subjects through developing hospitals and the application of teaching activation methods.

Keywords

project of community practice; technical subject; quality of teaching of technical subject; development of hospitals; methods of activating teaching.

Abstrakt

Příspěvek je věnován problematice společenství praxe v oblasti výuky technických předmětů na středních školách. Řešená problematika je předmětem zájmu projektu „Společenství praxe jako prostředek rozvoje klíčových kompetencí“, který je na Pedagogické fakultě MU řešen od 1. 1. 2017. V první části jsme se zaměřili na záměry projektu v oblasti technických předmětů. V další části je pozornost věnována výzkumu zaměřenému na zlepšování kvality výuky technických předmětů pomocí rozvíjejících hospitací a aplikace metod aktivizující výuky.

Klíčová slova

projekt společenství praxe; technické předměty; kvalita výuky technických předmětů; rozvíjející hospitace; metody aktivizující výuky.

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-14*

Úvod

Společenství praxe, platforma pro rozvoj klíčových kompetencí (ve zkratce „EDUFORIM“) je název projektu, který je na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity řešen v období od 1. 1. 2017 do 31. 12. 2019. Záměrem projektu je rozvoj kompetencí v oblasti přírodních věd a odborném vzdělávání na základě spolupráce s učiteli základních škol, středních škol, spolupráce s oborovými didaktiky a dalšími odborníky v oblasti pedagogiky a psychologie. Téma je aktuální z důvodu realizace užší spolupráce a propojení mezi teorii a praxí v oblasti výuky přírodovědných a odborných předmětů se zaměřením na rozvoj klíčových kompetencí (http://katedry.ped.muni.cz/geografie/projekty-z-op [on line]. [cit. 2017- 29 - 5]). *Cílem příspěvku je popsat činnosti a výstupy společenství praxe odborných technických předmětů se zaměřením na zvyšování kvality výuky prostřednictvím rozvíjejících hospitací a aplikace metod aktivizující výuky.* V průběhu realizace projektu jsou realizována oborová společenství praxe s prioritou spolupráce a výměny zkušeností v rámci oborových didaktik přírodovědných a odborných předmětů.

Společenství praxe v oblasti technických předmětů

V oblasti odborného vzdělávání představuje společenství praxe celkem pět pracovních skupin:

- Informační služby (knihovnictví).
- Technické předměty.
- Obchod, služby, ekonomické předměty.
- Informační služby v technice.

Každé společenství představuje zapojení určitého počtu učitelů středních škol s příslušným odborným zaměřením. Pro každé společenství působí skupina (mikrotým) oborových didaktiků se zaměřením na danou oblast. *Cílem projektu v oblasti výuky technických předmětů je podpořit rozvoj klíčových kompetencí učitelů z praxe středních škol a výměna zkušeností pomocí znalostního prostředí mezi učiteli a vzdělavateli budoucích učitelů.* V rámci společenství jsou řešena společná průřezová témata a mezipředmětová integrace. Exaktním výstupem projektu bude vytvořené *portfolio učitele*, které je důležitým bodem pro další profesní kariéru zapojených pedagogů.
V rámci společenství praxe technických předmětů je do projektu zapojeno celkem 24 učitelů technických předmětů ze 17 středních odborných škol v Jihomoravském kraji. S učiteli probíhá komunikace prostřednictvím osobních setkání na Pedagogické fakultě MU, setkání na zapojených školách a prostřednictvím znalostního prostředí.
V rámci společenství praxe technických předmětů byly vytipovány *následující tematické okruhy*, na které se zaměřují činností společenství a prostřednictvím kterých jsou naplňovány cíle projektu:

- Materiály a technologie v odborném technickém vzdělávání, soudobé trendy.
- Průmysl 4.0. Inovace výuky v odborném vzdělávání a proces začlenění nových poznatků do výuky.
- Stroje a zařízení, vymezení problému. Programovatelné CNC stroje, robotika a automatizace v technickém vzdělávání.
- Animace a 3D technologie v odborném vzdělávání. Možnosti využití programu Cinema 4D k tvorbě dokumentace, prototypů a animací. 3D tisk.
- Začlenění aktivní činnosti žáků v oblasti výuky materiálů a technologií. Rozvoj technické tvořivosti žáků.

- Metody technických pracovníků a jejich aplikace ve výuce. Metoda TRIZ, ARIZ, metoda lodní porady, synektika, Gordonova metoda. Metodický rozbor vybraných témat výuky.
- Možnosti využití stavebnic a experimentálních sad v technickém vzdělávání. Mechanické, elektrotechnické a robotické stavebnice. Solární stavebnice. Virtuální a rozšířená realita, blended výuka, M - learning z pohledu řešené problematiky.
- Mezipředmětové vztahy z hlediska řešené problematiky.
- Ekologické a environmentální souvislosti řešené problematiky. Bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci ve středoškolském odborném vzdělávání.

Řešení jednotlivých tematických okruhů je rozděleno rovnoměrně po celou dobu trvání projektu. V přímé návaznosti na tyto oblasti budou probíhat kolegiální náslechy ve výuce technických předmětů na středních školách s cílem zkvalitnění výuky prostřednictvím aplikace metod aktivizující výuky.

Zlepšování kvality výuky technických předmětů

Teoretická východiska

Výchozím momentem pro uchopení nástrojů vedoucích ke *zlepšování kvality výuky* je vymezení tohoto pojmu. Není snadné vymezit pojem kvality školy a výuky, protože je nutné uvažovat o mnoha proměnných. Nelze uvažovat pouze o výsledcích vzdělávání žáků. Je nutné posoudit především tři prvky: vstupy (plánované kurikulum), proces výuky (vzdělávací obsahy a jejich interpretace, interakce a komunikace, aktivizace žáků, výukové postupy, podmínky a organizace výuky, systém učebních úloh) a výstupy (dosažené výsledky vzdělávání). Problematiku kvality školy a výuky navíc lze zkoumat z různých pohledů - normativní, analytický, empirický (Janík, 2016). Do hry vstupuje i pohled oborových didaktik a jednotlivých oborů. Z tohoto pohledu není jednoduché vymezit rámec kvality výuky technických předmětů, protože se této oblasti nevěnuje žádná novější systematická studie. Inspiraci nacházíme v obecnější teorii a příbuzných oborech (přírodovědné obory, fyzika). Rámcově lze vyjít z určité normy, podle které je třeba dosahovat u žáků vyšších kategorií cílů a to v kompetenční rovině. Jak poukazuje J. Trna (2016), pro kvalitní výuku fyziky je důležité využívání experimentální činnosti a dalších výukových metod zasazených do heuristické výuky (problémově orientovaný rozhovor, demonstrace, pokus, experimentální činnost). Všechny tyto metody jsou pro kvalitu výuky technických předmětů důležité. Dále je třeba uvažovat o takových postupech, které žáky vedou k propojení teoretických poznatků v praktických aplikacích a řešení praktických úloh v odpovídající škále od jednoduchých úloh až po úlohy vyžadující kritické a tvořivé myšlení. Kvalita výukových situací je přímo závislá na výukové činnosti učitele v oblasti využívání materiálních i nemateriálních výukových prostředků. Neméně důležitou roli v tomto procesu představují učební úlohy jako indikátory zapojení žáků do výuky a navozování příležitostí k učení.

Pedagogický výzkum – analýza vzdělávacích potřeb učitelů technických předmětů

Prvním reálným krokem v cestě za zlepšování kvality výuky technických předmětů byla analýza v oblasti vzdělávacích potřeb učitelů odborných předmětů zapojených do projektu. Výzkum (průzkum) byl realizován na prvním setkání společenství praxe, které se konalo v únoru 2017. Výzkumu se zúčastnilo celkem 37 učitelů odborných technických předmětů. *Cílem výzkumu* bylo zjistit vzdělávací potřeby učitelů technických předmětů s ohledem na společenství praxe a jejich postoj k problematice rozvíjejících hospitací a inovace výuky v oblasti aplikace metod aktivizující výuky. Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník vlastní konstrukce, jehož obsahem bylo celkem deset položek (otázek).
Hlavní výzkumná zjištění jsou následující:

- Učitelé mají zájem o výměnu informací a zkušenosti v oblasti rozvoje klíčových kompetencí žáků.
- Uvítají zejména praktické ověřené náměty a příklady dobré praxe v oblasti motivace a aktivizace žáků v oblasti metod a forem aktivizující výuky.
- Učitelé mají zájem o metody, formy a prostředky rozvoje tvořivosti žáků, komunikaci ve výuce.
- Učitelé vítají výměnu zkušeností prostřednictvím kolegiálních náslechů (hospitací) s následným rozborem a návrhem alternací.
- Učitelé nemají zájem o teorii v oblasti oborové didaktiky technických předmětů.

Z výsledků výzkumu vyplývá, že učitelé technických předmětů vítají výměnu zkušeností prostřednictvím kolegiálních náslechů i možnost zabývat se problematikou metod aktivizující výuky, zejména v aplikační rovině (příklady aplikace metod, náměty pro výuku). Výsledky výzkumu nelze generalizovat, a proto se vztahují pouze na ty školy, odkud jsou zapojení učitelé.

Rozvíjející hospitace

Hospitační činnost je převážně spojována s kontrolní činností ze strany nadřízených nebo školní inspekce. I přesto je její součástí následný rozbor a doporučení pro další činnost učitele. V posledních letech se v literatuře pracuje s pojmem *rozvíjející hospitace* (Janík, Minaříková a kol., 2011, Janík et. al. 2016). *Rozvíjející hospitace* je zaměřena na podporu a rozvoj učitelových profesních kompetencí a propojení teorie s praxí. Rozvíjející hospitace má tři základní fáze, kterými účastníci projdou a získají z nich odpovídající informace (předhospitační, hospitační, pohospitační).
V rámci *předhospitační fáze* probere hospitující a hospitovaný přípravu výuky s ohledem na cíle výuky (oborové kompetence, klíčové kompetence), obsah výuky a plánované metodické postupy. Výstupem této části je tedy zaznamenání uvedených informací. Předmětem činností *hospitační fáze* je záznam sledovaných jevů (průběhu výuky) a tzv. *konceptový diagram* - vymezení hlavních osvojovaných pojmů a činností ve sledované výuce a jejich vzájemných vazeb ve formě myšlenkové mapy – uzlového grafu (Janík et. al.,2016). Záznam by měl být co nejpodrobnější a postihující vše podstatné.
Záměrem *pohospitační fáze* je reflexe činností a rozbor konkrétních výukových situací a nalezení shody mezi hospitujícím a hospitovaným. Zaznamenávají se i rozdílné postoje s ohledem na cíl hospitace a návrhy možných alternací.

Výše uvedené tři fáze byly východiskem pro vznik rozvíjející hospitace na základě analýzy videozáznamu – *hospitační videostudie.* Pro účelné využití videostudie vznikla *tzv. metodika AAA (anotace, analýza, alternace).* Metodu navrhl a rozvíjí tým pracovníků na Institutu výzkumu školního vzdělávání Pedagogické fakulty MU. Metodika byla popsána v několika studiích (Janík, Minaříková a kol.,2011, Janík et. al., 2016 a další) a zaměřuje se na hodnocení jednotlivých kategorií kvality výuky. Záměrem výzkumného týmu společenství praxe v oblasti technických předmětů je využít metodiku AAA ke zlepšování kvality výuky technických předmětů a realizovat na každé zapojené střední škole jeden kolegiální náslech a následným rozborem činností ve výuce a návrhem alternace (alternativního řešení) výukové situace.

Metody aktivizující výuky

Metody aktivizující výuky představují prostředek k zapojení žáků do výuky na bázi řešení problémových úkolů ve všech podobách. Technické problémové úkoly je třeba projektovat tak, aby vedly k návrhu rozmanitých řešení, která jsou nejen teoretická ale i prakticky realizovatelná (např. opravy, výroba prototypů, výrobků, práce se stavebnicemi apod.). V průběhu vývoje vznikly specifické varianty aktivizujících metod, které jsou vhodné a aplikovatelné v odborném technickém vzdělávání. Do této skupiny řadíme následující metody:

- Metoda černé skříňky (Black box).
- Metoda lodní porady.
- Gordonova metoda.
- Philips 66.
- Hobo metoda.
- Synektika.
- TRIZ A ARIZ.

Z výše uvedených variant metod přiblížíme *metodu TRIZ*, protože je zaměřena přímo na oblast technických věd ve vztahu k rozvoji tvořivosti techniků.
Akronym TRIZ - pochází z ruštiny, znamená „ teorie řešení vynálezeckých zadání“. Teorie byly odvozeny ze zákonitostí vynalézání, vysledovaných studiem desetitisíců patentových spisů s cílem najít, co je v nich společného. A z této abstrakce potom lze odvodit obecně použitelnou teorii pro řešení vynálezeckých úloh, aby se uplatnila jako účinná metoda v inženýrské tvořivosti a to pro úkoly obtížné. Cílem metody je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a maximálním využitím všech systémových zdrojů. Zakladatel metody TRIZ je inženýr z Baku G. S. Altšuller. Pracoval na ní od r. 1946 do konce života v roce 1998. Stále ji zdokonaloval a propagoval i mezi mládeží. Svou prací záměrně a uvědoměle stavěl mosty mezi základními vědami a technikou. Základní tezí jeho snahy bylo odhalit zákony platné při rozvíjení technických systémů a využít je k vynalézání bez náhodného bloudění. Tvorba a řešení inovačních (až invenčních) zadání je určena pro techniky, inženýry a učitele odborných technických předmětů, kteří hledají tvůrčí řešení technických problémů. Respektuje systémový přístup k problému, umožňuje inspirativním, atraktivním a osvojitelným způsobem nalézat koncepty (ideje, nápady) jak zdokonalit techniku.
TRIZ se rozšířil v SSSR, Finsku, VB, USA a v České republice. Velké uplatnění je odůvodněno její účinností, protože vznik a dlouholeté zdokonalování vyplývalo ze studia tisíců vynálezů, obsažených ve světových patentových knihovnách.

U nás i v zahraničí se tato metoda rozvíjí v podobě metodiky i její softwarové podpory (Goldfire Innovator od firmy IHS).
TRIZ je vysoce vědecký způsob řešení inženýrských inovačních úloh, nepočítající s psychologickými faktory. Nabízí dva účinné prostředky, které při dobrém pochopení a zvládnutí mohou být velmi užitečné pro inženýry a manažery:

- Prokázanou schopnost zvýšit kreativitu uživatelů a překonávat bariéry psychologické setrvačnosti.
- Soubor zákonitostí vývoje technických systémů, umožňujících předvídat vývoj budoucí generace výrobků a metod.
- Metoda TRIZ v plném pojetí poskytuje odpověď na tři otázky vynalézání: Co? Proč? Jak? Na první dvě otázky odpovídá funkčně nákladová analýza zdokonalovaného objektu. Pro odpověď na třetí otázku byl sestaven ARIZ, odvozený z analýzy tisíců patentů a autorských osvědčení.

Metoda TRIZ vychází ze tří zásad:

- Technické systémy se rozvíjejí vždy překonáváním technického nebo fyzikálního rozporu.
- Vznik a rozvoj technických systémů probíhá ve shodě s objektivními trendy rozvoje techniky.
- Vedle technických a fyzikálních rozporů uvádí metoda TRIZ ještě rozpor administrativní tj. rozpor mezi nutností dosáhnout cíle a možností jeho dosažení.

Několik desítek profesorů, docentů a stovky zkušených vývojových pracovníků z českých i zahraničích firem, kteří poznali metodiku TRIZ a její sw. podporu Goldfire Innovator, doporučují zavedení tohoto nástroje do studia technických věd a do inovační praxe firem.
Zaváděním metodiky TRIZ a její sw. podpory do technického vzdělávání a inovujících firem se věnuje od roku 1993 INDUS Int., s.r.o. a od roku 2010 občanské sdružení TRIZing (http://www.triz.cz [on line] [cit. 2017- 29 - 5]). V současnosti metodiku využívají mnohé známe firmy: NASA, Siemens, General Motors, Procter and Gamble, BMW, Schneider Electric a mnohé další. Lze ji aplikovat v každém průmyslovém odvětví i v oborech služeb.

Příklad využití metody TRIZ v technickém vzdělávání
V určité modifikované podobě lze využít tuto metodu i v procesu výuky technických předmětů na středních i vysokých školách. Jde vlastně o aplikaci problémové metody výuky, v jejímž rámci řešíme inovační zadání, překovávání technického rozporu. V rámci aplikace této metody jsme navrhli a ověřili *následující problémové zadání vhodné pro technické obory (elektrotechnika, strojírenství, práce s technickými materiály)*:
Navrhněte a zhotovte stolní přenosnou lampičku, která bude sloužit jako dodatečné osvětlení (např. pro jemné práce) pro práce v dílně, laboratoři nebo v domácnosti. Lampička musí být nezávislá na sítovém napětí (napájena bateriemi) a musí vydržet nepřetržitě svítit alespoň 10 hodin. Máme tu rozpor – přenosná lampička nezávislá na sítovém napěti a musí vydržet svítit relativně dlouhou dobu a poskytovat dostatečný světelný tok. Nelze tedy použít velké těžší dobíjecí akumulátory s dostatečnou kapacitou, např. olověné.

Řešení: Byl navržen model lampičky s pěti vysokosvítivými bílými led diodami. Jako napájecí zdroj byly použity vysokokapacitní nabíjecí nikl - metal hydridové tužkové baterie s kapacitou 2400mAh. Tělo svítilny bylo zhotoveno z kombinace materiálů – tvrdé dřevo, plast + elektronické prvky. Úhel svitu je možné nastavit. Nabíjecí baterie jsou umístěny v těle svítilny nad led diodami, proto nebylo nutné nikde vést žádné viditelné vodiče. Výpočtem i experimentem bylo ověřeno, že lampička vydrží na jedno nabití svítit minimálně 10h. Baterie je možné nabýt až tisíckrát. Zhotovený prototyp lampičky je na obrázku 1 (Pecina, 2017).

Obrázek 1. Zhotovený prototyp lampičky s led diodami (Pecina, 2017)

Výše uvedený příklad může sloužit jako inspirace pro aplikaci metody v oblasti rozvoje kompetencí k řešení problémů. Metoda TRIZ je vhodná pro aplikaci ve výuce všech technických předmětů.
Podrobnější informace k dalším výše uvedeným variantám metod čtenář nalezne např. v studii M. Kožuchové (1995) nebo P. Peciny (2017).

Závěr

Předložená studie byla věnována problematice společenství praxe v oblasti výuky technických předmětů na středních školách. Záměrem bylo seznámit čtenáře s cíli a náplní projektu „EDUFORUM“ v oblasti výuky technických předmětů. Zatím máme dílčí výstupy, které budou postupně obohacovány o další zkušenosti a výzkumná zjištění. Jedná se tedy o rozpracovaný a otevřený problém, o jehož řešení budeme informovat v dalších publikacích.

Literatura

Janík, T., Minaříková, E. a kol. (2011) *Video v učitelském vzdělávání: teoretická východiska – aplikace- výzkum.* Brno: Paido.

Janík, T. et. al. (2016). *Kvalita (ve) vzdělávání obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky*. Brno: MU.
Kožuchová, M. (1995). *Rozvoj technickej tvorivosti*. Bratislava: UK.
Pecina, P. (2017). *Fenomén odborného technického vzdělávání na středních školách.* Brno: MU.
Trizing (2015) *Tvorba a řešení inovačních zadání*. [on line]. [cit. 2017- 29 - 5] Dostupné z: http://www.triz.cz
Pedagogická fakulta MU (2017) *Projekty z OP* [on line]. [cit. 2017- 29 - 5] Dostupné z: http://katedry.ped.muni.cz/geografie/projekty-z-op

Kontakt

Mgr. Pavel Pecina, Ph.D.
Katedra fyziky, chémie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
ppecina@ped.muni.cz

To Didactics...

K didaktikám …

Petr SLÁDEK

Abstract

Despite long-standing efforts of the stable fixing of subject / didactics as scientific disciplines this fact is not always accepted among academicians and experts in disciplines of relevant subjects (not just mathematics, natural sciences and engineering). Last but not least, there is a dilemma about who is good subject didactician. The contribution raises some questions that are not yet sufficiently answered.

Key words

subject didactics; basic orientation; science

Abstrakt

Přes dlouhotrvající snahy o pevné ukotvení předmětových/oborových didaktik jako vědních disciplín nedochází u akademiků a odborníků oborových disciplín příslušných předmětů (nejen matematiky, přírodních a technických věd) vždy k takovéto akceptaci. V neposlední řadě se objevuje dilema, kdo to je dobrý předmětový/oborový didaktik. Příspěvek nastoluje některé otázky, které nejsou doposud dostatečně zodpovězeny

Klíčová slova

oborová didaktika; předmětová didaktika; základní směřování vědní obor

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-15*

Úvod

Otázky směřující k předmětovým / oborovým didaktikám jsou v poslední době hodně diskutované (Stuchlíková et al., 2015), (Pecina & Sládek, 2016), nicméně stále přetrvávají nedostatečně zodpovězeny některé základní otázky např.:

- Víme přesně, co je to oborová/ předmětová didaktika?
- Potřebuje společnost oborové didaktiky?
- Jaké je její postavení v rámci vědy?
- Kdo je to oborový/předmětový didaktik?
- Kolik potřebujeme oborových didaktiků?

Přes dlouhotrvající snahy o pevné ukotvení předmětových/oborových didaktik jako vědních disciplín nedochází u akademiků a odborníků oborových disciplín příslušných předmětů (nejen matematiky, přírodních a technických věd) vždy k takovéto akceptaci.

Mezi příčinami může být:

- neujasněnost, co je to vlastně didaktika, a to i u didaktiků samotných;
- malé sebevědomí oboru didaktika fyziky, chemie, matematiky, … i jejich nízká prestiž;
- roztříštěný výzkum v předmětových didaktikách, vazba na národní školské systémy;
- -malá možnost publikací v časopisech s IF (i v souvislosti s výše uvedeným);
- problémy s akademickou gradací v oborech předmětových didaktik – málo pracovišť pro doktorská studia, poskrovnu habilitačních možností, jmenovací řízení většinou chybí);
- s tím související otázky, kde končí a kde by měli končit absolventi Ph.D. oborů předmětových didaktik;
- odtrženost školské (ZŠ i SŠ) disciplíny od praxe a od současného stavu disciplíny z hlediska obsahu;
- nevyjasněná otázka, má-li u předmětové didaktiky převažovat - aplikační nebo výzkumný charakter.

V neposlední řadě se objevuje dilema (Škoda & Doulík, 2009), kdo to je dobrý předmětový/oborový didaktik. Jaké musí mít vzdělání - musí být nejdřív dobrým odborníkem, aby došel uznání u odborníků oborových disciplín? Nebo nejdřív musí být učitelem a odbornost je na druhém místě, aby došel uznání u obecných pedagogů a pedagogických psychologů? Avšak, na počátku se však ani jedni z nich bez dobrých předmětových didaktiků (Ma, Fy, Ch, …) neobejdou.

Východiska, stávající stav, možná řešení

Jedním z úkolů školy je postavit studenty na vlastní intelektuální nohy, tj. *předat jim soubor základních metod a pojmů, z něhož by mohli vycházet při analýze svých životních situací a současně nabýt zdravé sebevědomí*.
Strategický význam technologických inovací ve 21. století klade důraz na

- intenzivnější snaha o zlepšení neutěšeného stavu v přírodovědném a technickém vzdělání.
- na přípravu občanů k matematické, přírodovědné (ale i literární) gramotnosti.

Politováníhodná úroveň používání matematiky a přírodních věd laickou veřejností je odedávna stálicí zkoumání pedagogických oborů.

Pedagogické časopisy se po léta věnují popisům nových postupů, zaměřených na zvýšení matematické, fyzikální či obecně přírodovědné znalosti obyvatel apod. Historie však ukazuje, že tyto pokusy měly na celkový stav těchto znalostí zpravidla mizivý a časově omezený vliv. Vyučování se sice žákům líbí, ale většina z nich však stejně nedokáže použít nic z toho, co se měli naučit.

Výsledky PISA (Blažek & Příhodová, 2016), (Palečková, Tomášek, Basl, Blažek, & Boudová, 2013), TIMSS (Tomášek, Basl, & Janoušková, 2016) zkušenosti z našeho šetření ukazují, že většina žáků a studentů všech typů škol má jen deklarativní znalosti;

přijali pouze to, co jim autority navykládaly nebo učebnice poskytly. Věcem rozumějí často méně než středověcí vzdělanci, kteří by sice hájili dnes překonaný názor, ale asi by o něm hovořili spíše jako o teorii, která vyhovuje pozorování než jako o něčem daném.

Prožitky typu: *„tomu nerozumím; netýká se mě to; neumím to vyjádřit*“ vedou k tomu, že pro studenty dané učivo ztrácí smysl, neboť jim neukazuje nic dál, nepomáhá jim prožít skutečnost “***oč jde***”. Nejsou schopni mu přiřadit význam, a tak časem zcela na tyhle snahy rezignují.

V případě potřeby získání nějaké odbornější způsobilosti jsou dnes k dispozici rychlokurzy pro konkrétní učivo, které pomáhají účastníkům vyhnout se námaze. Jako kdyby technika zbavovala proces učení nutnosti překonávání překážek, trpělivosti a cvičení vůle.

Navíc jsou žáci nejprve vystaveni přívalu nezvyklých termínů, pro které mnohdy nemají vlastní motivaci ani životní zkušenosti. Tempo a rozsah probírání látky jim často nedovoluje myšlenky teorie vůbec vstřebat. Často jsou jim navíc servírovány hotové věci či aspoň polotovary. Navíc je zde internet a sociální sítě, které šíří ve velké míře miskoncepty, které jsou navíc velmi resistentní.

Přitom například přírodovědně gramotný člověk si musí na konkrétních příkladech bezprostředně vyzkoušet, jak se zkoumá příroda, jak se teorie vytvářejí, testují, potvrzují a dočasně přijímají. Osvojení si těchto potřebných základů sice v principu lze dosáhnout čistě verbálně, ovšem tento způsob přístupu běžnému jedinci nestačí k získání schopnosti, které charakterizují přírodovědně gramotného člověka v širším smyslu. Skutečné porozumění teoriím a pojmům se u většiny rozvine jen na základě konkrétní činnosti přes vlastní zkušenost.

Sebelepší výuka klasického typu zatím nedokázala posun v operativní složce přírodních, matematických věd, ač jsou učebnice sebelépe ilustrovány a podpořeny videem či cíleným e-learningem. Dosavadní didaktické postupy se výborně hodí pro žáky a studenty, kterým nebyly komfortně servírovány „hotové výrobky„.

Kdybychom studentům namísto servírování pojmů a vztahů, na něž zatím jejich rozumové schopnosti nestačí, dopřáli možnost pohlédnout na přírodu prostřednictvím konkrétních, byť méně vznešených, problémů a konfrontovat ji s jejich vlastní zkušeností, získali by dovednosti a vhled, jež odpovídají lépe tak často vyhlašovaným cílům přírodovědného vzdělávání.

Čerství učitelé – absolventi si často myslí, že potíže s pochopením tkví ve způsobu výkladu látky. Jsou přesvědčeni, že právě jejich podání – originální, nadšené a dokonale jasné – povede k úspěchu. Ve skutečnosti k významným posunům nedochází. Stopu tak zanechá jen jejich vlastní osobnost.

Ti „noví“ (generace Z, α) vnímají nové technologie (PC, tablety, mobily, herní konzole, nejlépe on-line), jako své nové smysly (Válek & Sládek, 2017). Ty však nemusí dávat reálný obraz světa. Realistické zajištění potřebného pochopení a získávání zkušeností by ovšem znamenalo, že se drasticky omezí množství látky, které může být probráno. Učitelé se těžko k redukci učiva odhodlají, takže jejich žáci běžně nerozumějí přírodním či společenským vědám o nic lépe než jejich rodiče.

V souvislosti s větším prolínáním ICT do lidského života se mohou objevit třecí plochy mezi generacemi. Předně je to rozdílná schopnost používat technologie jak v běžném životě, tak ve výuce. Zjednodušeně můžeme generaci stávajících učitelů zařadit do skupiny Digital immigrants (Prensky, 2001). Každá následující generace pak čím dál více naplňuje definici Digital Natives (Prensky, 2001). Rozdílné mezigenerační pojetí světa se tak nutně musí projevit v procesu vyučování a učení (Sládek & Válek, 2017).

Proto snahy o reformní přístupy zatím přes dobře míněné proklamace neuspěly, studenti i veřejnost nadále odolávají… A zde by měly sehrát předmětové/oborové didaktiky významnou roli.

Otázky k postavení předmětových / oborových didaktik a didaktiků

Na nedávno proběhlé konferenci *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8* (2017), které se zúčastnili téměř všichni přední didaktikové fyziky (resp. odborníci působící ve vzdělávání fyzice) z celé České republiky, se ukázalo, že není pevně ukotveno postavení předmětových/oborových didaktik a didaktiků.

Základní otázkou se jeví zařazení předmětové / oborové didaktiky mezi vědní oblasti. Máme ji zařadit:

- *Pod předmět/obor?*
- *Pod pedagogicko-psychologické disciplíny?*

Souvisí s tím charakter prací a publikací. (A zpětně je ovlivňuje?)

Další otázky byly dobře vystiženy v příspěvku (Dvořák, 2017) ve vztahu k didaktice fyziky a vycházejí z něj:

Co je hlavním úkolem/zaměřením předmětové /oborové didaktiky?

- *Výzkum? (Základní? Aplikovaný? Akční? ...)*
- *Vývoj? (Metodických postupů? Učebních materiálů? Pokusů? Využití ICT? Inovací kurikula? ...)*
- *Ovlivňování výuky na školách? (I vzdělávací politiky?)*
- *Příprava učitelů předmětu/oboru? (A pomoc stávajícím?)*
- *...*

Kdo je předmětovým/ oborovým didaktikem? Ten (jen ten?) kdo:

- *Má Ph.D., doc., prof. v předmětové/oborové didaktice?*
- *Je v profesní společnosti (pedagogické, učitelské, ... společnosti)?*
- *Vystudoval učitelství daného předmětu/oboru?*
- *Je odborník přemětu/oboru a popularizuje obor?*
- *Dělá výzkumy v předmětové/oborové didaktice?*
- *Jezdí na konference o předmětové/oborové didaktice?*
- *Píše vědecké články z předmětové/oborové didaktice?*
- *Je v komisích, redakčních radách, ... daného předmětu/oboru?*
- *Aktivně vylepšuje svou výuku?*
- *...*

Jak se na předmětové/oborové didaktiky dívají ostatní (předmětoví odborníci, pedagogové, …, vedení fakult …), co o nich říkají, za co je oceňují?

- *Za přípravu učitelů?*
- *Za kontakt s učiteli a se školami?*
- *Za propagační aktivity?*
- *Za rozvoj moderních forem výuky?*
- *Za výzkumy v předmětové/oborové didaktice?*
- *... ?*

Závěr

Proklamované (a dobře míněné) reformní přístupy k vzdělávání zatím příliš neuspěly. Žáci i veřejnost jsou vůči těmto snahám rezistentní. Je zřejmé, že on-line svět se změnil a vyučovací postupy vycházející z představ založených na klasickém pojetí světa u nové generace nefungují. Právě zde by měly sehrát předmětové/oborové didaktiky významnou roli. Požadavek společnosti na matematicky, přírodovědně, literárně, socio-kulturně gramotné občany se totiž bez dobrých předmětových didaktiků (Ma, Fy, Ch, …) neobejde. Je čas jim dát prostor.

Literatura

Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015: *Národní zpráva : Přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce.

Dvořák, L. (2017). Didaktika fyziky a její postavení na vysokých školách v ČR [Online]. In O. Kéhar & M. Randa, *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8: Jak ICT ovlivňuje fyziku a naopak*. Plzeň. (Will be published)

Kašparová, V., Boudová, S., Ševců, M., & Soukup, P. (2014). Národní zpráva šetření TALIS 2013. Praha: Česká školní inspekce.

Palečková, J., Tomášek, V., Basl, J., Blažek, R., & Boudová, S. (2013). Hlavní zjištění výzkumu PISA 2012: Matematická gramotnost patnáctiletých žáků. Praha: Česká školní inspekce.

Pecina, P., & Sládek, P. (2016). Didaktika odborných technických předmětů na středních školách – vývoj, stav a perspektivy [Online]. In *Journal of Technology and Information* (1st ed., pp. 5-16). Olomouc: Pedagogická fakulta Univerzita Palackého v Olomouci. http://doi.org/10.5507/jtie.2016.003

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants [Online]. On The Horizon, 9(5), 1-6. http://doi.org/10.1108/10748120110424816

Sládek, P., & Válek, J. (2017). What is the attitude of future teachers to digital teaching/learning? [Online]. In . Valencia, Spain. (Will be published)

Stuchlíková, I., Janík, T., Beneš, Z., Bílek, M., Brücknerová, K., Černochová, M., et al. (2015). Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy: Ediční řada: Syntézy výzkumu vzdělávání. Brno: Masarykova univerzita.

Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Aktuální problémy vybraných oborových didaktik. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně.

Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). Mezinárodní šetření TIMSS 2015: národní zpráva. Praha: Česká školní inspekce.

Válek, J., & Sládek, P. (2017). Downtime Learning as a Complement of Institutional Education [Online]. In (pp. 2134-2140). Valencia, Spain. http://doi.org/10.21125/inted.2017.0630

Kontakt

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.
Katedra fyziky, chémie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
sladek@ped.muni.cz

The impact of IT use on expanding mathematical knowledge while studying at university

Vplyv používania IT na rozširovanie matematických poznatkov počas štúdia na VŠ

Milan STACHO; Darina STACHOVÁ

Abstract

The introduction of information technologies in schools brought not only new dimensions for acquiring information and expanding horizons, but also certain pitfalls that may surprise students. It is rather hard to say whether the use of information technologies in teaching and in daily life has more positives or negatives. This article discusses negative aspects of the use of communication technologies in teaching of mathematics at universities.

Keywords

information technology, internet, motivation, loss of skills

Abstrakt

Vstup informačných technológií do škôl priniesol so sebou nielen nové rozmery v získavaní informácií a rozšírenie obzorov, ale tiež aj nástrahy, ktoré číhajú na študentov. Je veľmi ťažké povedať, či používanie IT vo vyučovaní a v bežnom živote má viac pozitív alebo viac negatív. Tento článok bude venovaný negatívnym vplyvom používania komunikačných technológií vo vyučovaní matematiky na vysokej škole.

Klíčová slova

informačné technológie; internet; motivácia; strata zručností

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-16*

Úvod

Význam matematiky vzrastá vzhľadom na jej aplikácie v najrôznejších oblastiach ľudskej činnosti. S tým súvisí potreba kvalitného vyučovania matematiky. S rozvojom počítačových technológií je možné efektívnejšie robiť nielen matematické výpočty, ale aj obrovské množstvo iných činností vrátane ich organizácie a riadenia. Jednou z málo diskutovaných dogiem súčasnosti je, že využitie počítačov vo vyučovaní zvyšuje jeho kvalitu, vynikajúco motivuje žiakov a navyše zjednodušuje efektívnosť testovania ich vedomostí. Kvalita matematického vzdelávania na základných a stredných školách je v súčasnosti intenzívne diskutovanou témou. To, ako kvalitné je vyučovanie matematiky, sa neposudzuje podľa toho, ako spokojní sú učitelia, či rodičia. Naopak, to ako kvalitné je vyučovanie, je treba posudzovať podľa toho, ako vie študent hľadať a vytvárať nové postupy, ako dlho je ochotný venovať sa riešeniu problému, ktorý sa mu nedarí vyriešiť, ako argumentuje, ak má iný názor než jeho spolužiaci. V súvislosti s všeobecným zjavným poklesom úrovne matematických vedomostí a zručností sa od istých vecí upúšťa, resp. od študenta sa nevyžadujú. Tým pádom sa dostávajú na okraj, resp. za okraj jeho pozornosti.

Je zjavné, že vstup informačných technológií (ďalej IT) do škôl priniesol so sebou nielen nové rozmery v získavaní informácií a rozšírenie ich obzorov, ale tiež aj nástrahy, ktoré číhajú na študentov. Je veľmi ťažké jednoznačne povedať, či používanie IT vo vyučovaní a bežnom živote má viac pozitív alebo negatív. Záleží na tom, z akého uhla pohľadu sa na problematiku pozrieme, v akom prostredí študent vyrastal, aké má záujmy, vlastnosti a podobne. Určite je dobré, že mladí ľudia rozumejú počítačom, mobilom a iným elektronickým zariadeniam a technológiám, ale, kde je tá hranica, ktorá určuje, čo je ešte pre mladého človeka prospešné a čo už nie? Dá sa to vôbec presne určiť a zadefinovať?

Bolo zistené, že dievčatá a chlapci – tínedžeri – využívajú počítač úplne iným spôsobom Podľa výskumu medzi 600 študentmi strednej školy, sa študijné výsledky dievčat, ktoré začnú intenzívne využívať počítač výrazne zlepšujú. Pri chlapcoch je trend presne opačný – po obstaraní počítača do domácnosti sa ich známky v škole v priemere skôr zhoršujú. (Mišút, 2013) V tomto článku sa budeme venovať niektorým negatívnym vplyvom používania informačno-komunikačných technológií vo vyučovaní matematiky na vysokej škole.

Internet a mobilný telefón – vyučovacia pomôcka

V tomto tisícročí sme sa ocitli vo svete plnom nových technológií, počítačov, internetu, mobilov... V súčasnosti sú bežnými užívateľmi počítačov aj úplní laici, deti, predavačky, zdravotné sestry, pracovníci v bankách, podnikatelia atď. Počítače sa stali ozajstnými pomocníkmi nielen na väčšine pracovísk, v domácnostiach, ale aj vo vyučovaní.

Je známe, že počítače a internet sa môžu efektívne uplatniť vo všetkých fázach vyučovacieho procesu, t. j. pri motivácii, pri opakovaní, pri osvojovaní nového učiva, pri upevňovaní a prehlbovaní, pri preverovaní aj hodnotení študentov, pri ich domácej príprave, ako aj pri spätnej väzbe.

Výhody používania počítačov a internetu vo vyučovaní sú najmä:

- Väčšia zainteresovanosť zúčastnených – možnosť rýchlo a efektívne komunikovať (kladenie otázok, hľadanie odpovedí…)
- Možnosť omylov – okamžitá spätná väzba (možnosť návratu späť)
- Možnosť bohatších a aktuálnejších zdrojov informácií – efektívnosť získavania informácií
- Vyššia motivácia
- Možnosť prezentácie svojich prác – veľké zobrazovacie možnosti
- Možnosť tvorby návrhov, modelov,… (s možnosťou flexibilnej zmeny, modifikácie)
- Nutnosť hodnotenia informácií a ich analýzy
- Rozvoj komunikačných zručností a spolupráce

- Individualizácia vyučovania
- Automatizácia prácnych výpočtov – eliminácia rutinných prác, úspora času (Mišút, 2013).

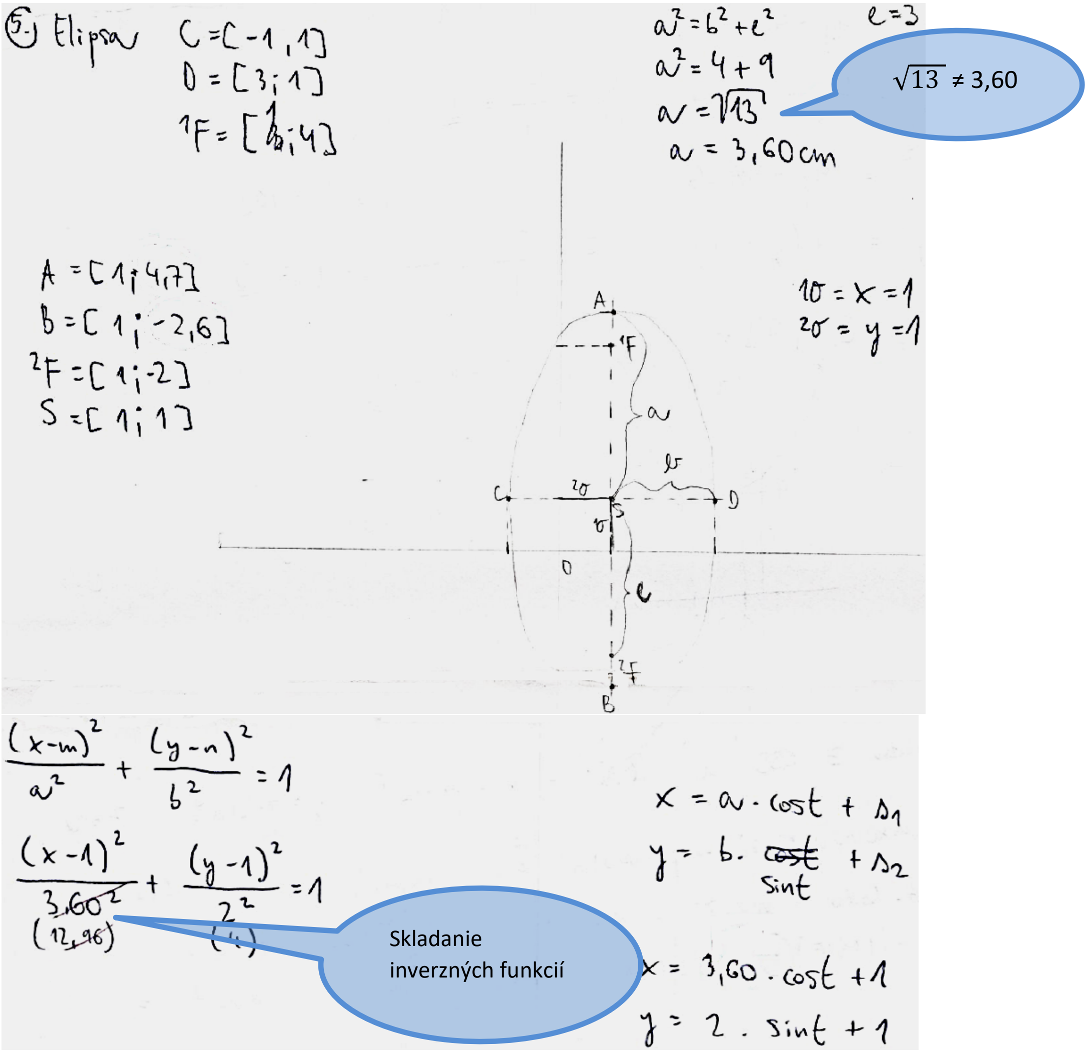
Využitie výpočtovej techniky a hlavne možností internetu je veľkým prínosom pre vyučovanie vôbec a teda aj pre vyučovanie matematiky. PC a internet na hodinách nie je len novou učebnou pomôckou, ale dáva vzdelávaciemu procesu nový, širší rozmer.

Internet a mobil – brzda vzdelávania

Prispôsobovanie obsahu štúdia matematiky k požadovanému profilu budúcich absolventov vysokých škôl kladie zvýšené nároky na výchovno-vzdelávací proces. Vyučujúci sú nútení hľadať **nové metódy a formy** prístupu k študentom a od študentov sa vyžaduje **aktívnejší prístup** v osvojovaní si študovanej látky (Drábeková, 2009).

Vyžaduje si však, aby pedagógovia aj študenti vedeli prostriedky IT vo vzdelávaní adekvátne použiť – pedagógovia najmä ako doplnok priamej výučby a študenti ako prostriedok samostatného štúdia (Országhová, 2005).

Ukážka č. 1



Zdroj: Vlastné spracovanie – písomná práca študenta 1. ročníka technickej VŠ

Podľa Šedivého pri štúdiu matematiky na vysokej škole platí zásada: „*motivácia má rovnocenný význam ako schopnosti*“ (Šedivý, 2006). S touto zásadou sa dá veľmi rýchlo stotožniť. Množstvo študentov vysokých škôl stráca motiváciu, v dôsledku čoho sa štúdium pre nich stáva preteoretizované a nudné. Základným cieľom, ktorý si musí vytýčiť každý učiteľ matematiky je získať študentov pre matematiku. Študenti by mali chápať, že štúdium matematiky im umožňuje rozvíjať logické a abstraktné myslenie, učí ich spájať poznatky do ucelených obrazov a vytvárať komplexný pohľad na mnohé problémy vyplývajúce z odbornej praxe.

Každá vec má ale dve strany. Na jednej strane je internet a počítač, iPad či iPhone pomôckou na vyučovaní matematiky, na druhej strane však oslabuje záujem najmä povrchných študentov o získanie a osvojenie si skutočných poznatkov a ich uloženie do celkového systému vlastných (študentových) poznatkov. Podporuje totiž vytváranie ilúzií, že **všetko je na internete**, a preto nie je nutné čítať učebnice, študovať literatúru, postupne poznávať prírodné zákony ich skúmaním. Viditeľným príkladom takéhoto javu je správanie sa mnohých študentov v situácii, keď je potrebné vypočítať aj tú najelementárnejšiu matematickú operáciu. Často sa stretávame aj s takými vysokoškolákmi, ktorí neváhajú použiť kalkulačku na násobenie do 100 alebo odmocňovanie prirodzených čísel, napr. $\sqrt{1}$, $\sqrt{81}$, $\sqrt[3]{8}$ ap. To je príznakom nízkej sebadôvery so súčasne neúmerne vysokou dôverou ku technologickým zariadeniam, čo komentujú slovami: „*len pre istotu, ...*“. Príkladom nepochopenia skladania inverzných funkcií a popritom preceňovania kalkulačiek je aj ukážka č.1 študentových výpočtov.

Predchádzajúci nedostatočný výklad spojený so študentovou nepozornosťou pri preberaní záznamov uložených na internete bývajú častou príčinou neporozumenia vyučovaným základným pojmom. Napr. nie raz vidíme v študentových riešeniach zápis v tvare $y = \log \cdot x$ alebo $y = \sin \cdot x$, ap., čo jasne poukazuje na úplné nepochopenie pojmu logaritmickej, resp. goniometrickej funkcie.

Poznatky sú hlavným informačným zdrojom vo vzdelávaní, preto je potrebné, aby ich študenti vedeli získavať, vyhľadávať, správne vyhodnotiť, pracovať s nimi, nadobúdať potrebné a užitočné vedomosti, následne ich prezentovať a uplatňovať v praxi.

Realizácia štúdia prostredníctvom IT sa čoraz viac stáva súčasťou vysokoškolského vzdelávania. Mnohí z radov študentov namiesto živej prednášky uprednostňujú prednášky na YouTube (V súčasnosti ide o najväčší svetový systém na zdieľanie filmových súborov na internete.). Tak sa oberajú o možnosť kontaktnej výučby, do ktorej majú šancu vstupovať a stávajú sa pasívnymi konzumentmi poskytovaného učiva. Príkladom takej známej internetovej databázy výučbových filmov (krátkych výučbových videí nahrávaných webovou kamerou) je napr. súbor videí od spoločnosti Mathematicator (http://mathematicator.com/).

Alebo vyhľadávajú potrebné poznatky (vzťahy a ich aplikácie) cez internetový vyhľadávač Google a túto činnosť, ktorá im okrem iného pohlcuje veľké množstvo času, uprednostňujú pred samotným učením sa, resp. zamieňajú ho za učenie. Pritom mnohí sa nechajú nalákať reklamnou výzvou typu: „*Potrebovali by ste vypočítať príklady z matematiky? Nahromadilo sa Vám ich postupom času väčšie množstvo? Neviete si pri štúdiu či práci nájsť čas na ich počítanie? Hodilo by sa Vám, keby ich niekto vypočítal za Vás? Rád Vám s príkladmi pomôžem.*“(http://kvalitni-doucovani-matematiky.cz/).

Ďalším fenoménom využívania internetového informačného zdroja študentmi je, že každému takémuto zdroju **bez výhrady dôverujú**, a tak ich ani vôbec nenapadne porozmýšľať, či je získaný výsledok prípustný (prijateľný) pre vyšetrovanú situáciu.

Napr. našli sme na internete na stránke – http://pohodovamatematika.sk/upravy-algebraickych-vyrazov.html (ukážka č. 2) riešené vzorové príklady pre úpravy zlomkov, ktoré boli ďalej prebraté samozrejme aj s chybami stránkou http://gymopatke.edupage4.org/files/05_-_Vyrazy_a_ich_upravy(1).pdf (ukážka č. 3).

Ukážka č. 2

Sčítanie a odčítanie algebraických zlomkov:

Príklad 1:

Vypočítajte: $\frac{3}{x+1}+\frac{x}{x^2-1}-\frac{2}{x-1}=$

Riešenie:

$$\frac{3}{x+1}+\frac{x}{x^2-1}-\frac{2}{x-1}=\frac{\boxed{3}}{\boxed{x+1}}+\frac{\boxed{x}}{\boxed{(x-1)(x+1)}}-\frac{\boxed{2}}{\boxed{x-1}}=\frac{\boxed{3(x-1)}\boxed{+x}-\boxed{2(x+1)}}{\boxed{(x+1)(x-1)}}=$$

Zdroj: pohodovamatematika – vzorový príklad na algebrické úpravy

Ukážka č. 3

zjednodušíme čitateľ a ak sa dá, pokúsim sa upraviť ho na súčin a vykrátiť s menovateľom;

$$=\frac{3x-3+x-2x+2}{(x+1)(x-1)}=\frac{(x-1).1}{(x+1)(x-1)}=\frac{1}{x+1}$$

Zdroj: gymopatke – vzorové riešenie príkladu na algebrické úpravy

Ukážka č. 4

Príklad 3:

Vypočítajte: $\frac{x}{x^2-6x+9}:\frac{5x}{3-x}=$

Riešenie:

$$\frac{x}{x^2-6x+9}:\frac{5x}{3-x}=\frac{x}{x^2-6x+9}\cdot\frac{3-x}{5x}=\frac{x\cdot(x-3)}{(x-3)^2\cdot 5x}=\frac{1}{5\cdot(x-3)};$$ podmienky riešiteľnosti: $x\neq 3 \wedge x\neq 0$

Zdroj: gymopatke – vzorové riešenie príkladu na operácie s lomenými výrazmi

Nuž, čo k uvedenému dodať. Iba varovanie pre študentov, aby nepreceňovali zdroje informácií, ktoré sa ku ním dostanú a triezvo ich separovali (filtrovanie informácií).

Dnes sme sa dostali trochu ďalej, informačná spoločnosť je minulosťou. Našim cieľom je dopracovať sa k **znalostnej spoločnosti**. Dôležité nie sú informácie samotné, ale schopnosť pochopiť ich, pracovať s nimi, vidieť medzi nimi súvislosti. Nepreceňujme preto význam IT. Vždy je za nimi ukrytý človek, ktorý ich navrhol, zdokonaľuje ich alebo ich využíva. Rizikové preto nie sú IT, ale naivita, neznalosť, neschopnosť človeka, ktoré môžu (Bobot, 2012) viesť k:

1. **Strate identity**. Každý človek je individualita. Organizovaním do skupín sa jeho intelekt dostáva na úroveň priemeru skupiny. IT poskytujú nástroje na vstup do takýchto komunít (hoci aj virtuálnych). Tiež by sme to mohli nazvať **stratou schopnosti mať vlastný názor**.
2. **Strata klasických zručností**. IT sa stáva nástrojom na všetko. Píšeme vo *worde,* kreslíme v c*orel draw,* modelujeme v *3D.* Doba, keď študent nebude vedieť napísať písané *a* alebo miešať farby štetcom na palete, nie je ďaleko.
3. **Strata slobody**. Pod slobodou chápeme možnosť výberu. Paradoxne je internet považovaný za multirozmerný zdroj informácií. Je z neho možné odfiltrovať informácie, nekorešpondujúce s „oficiálnym" názorom? Teória hovorí *nie*, prax svedčí o opaku.
4. Nechceme zatracovať IT ani z nich nechceme vyrábať nástroj, ktorý spasí naše školstvo. Ako sa naučiť tieto problémy (a mnohé iné) eliminovať, je jednoduché: študenti ich musia **chápať**, učitelia im ich musia **vysvetliť**.
5. **Strata potreby ľudského kontaktu** – dôsledok neosobnej komunikácie.
6. Narastá **obezita**, poškodzuje sa **držanie tela** – dôsledok veľkého množstva času stráveného pri počítači.
7. **Zlá životospráva** – súvisí s nedostatkom pohybu.
8. **Zlé vyjadrovacie schopnosti študentov** – vyjadrujú sa stručne, majú malú slovnú zásobu, v písomných prejavoch prestávajú používať interpunkciu a diakritiku.

V dôsledku významného výskytu vyššie spomenutých zdravotných problémov, ktoré sú vnímané ako riziká používania IT treba pri práci v počítačovej učebni dodržovať nasledovné zásady (Halás, 2011):

1. Vonkajšie svetlo sa nesmie odrážať od monitorov (použime závesy alebo žalúzie).
2. Kontrast svetla v učebni a jasu monitora nemá byť vysoký (nepracujme v neosvetlenej miestnosti).
3. Výška stoličky má byť taká, aby boli kolená v pravom uhle (ideálna je nastavovateľná výška stoličky).
4. Výška stola má byť taká, aby vo vystretej polohe tela boli lakte v pravom uhle.
5. Hlava užívateľa musí byť aspoň pol metra od zadnej steny monitora (elektromagnetické žiarenie CRT monitorov je najväčšie za monitorom).
6. Správne držanie tela študentov treba sem tam „prerušiť", zmena polohy tela je potrebná na „preostrenie" zraku.

Záver

Informačné technológie sa stali modernými a účinnými učebnými pomôckami súčasnej doby. V školách sa z nich najčastejšie využívajú *multimediálne výučbové programy, prezentácie a internet*. Dnes už bežnou formou vzdelávania je *e-learning,* vzdelávanie bez časových a priestorových obmedzení. Nemôžeme pochybovať o tom, že význam IT a ich uplatnenie v spoločnosti aj naďalej porastie a pravdepodobne na nich bude založená výučba v budúcich rokoch. Internet je vynikajúcim nástrojom na zorientovanie sa v problematike, ale na získanie hlbších vedomostí sa odporúča využívať knihy, vlastný výskum a poznávanie.

Napriek tomu, že IT nepochybne prispievajú ku skvalitneniu a zefektívneniu vzdelávania, úloha učiteľa zostáva neoddeliteľnou súčasťou edukačného a examinačného procesu. Ani najlepšie technológie kvalitného učiteľa nikdy nenahradia.

Literatúra

Bobot, V., Jakubeková, M., Rurák, R. (2012). *Využívanie informačno-komunikačných technológií vo vyučovaní.* Bratislava. Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave.

Drábeková, J. (2009). *Elektronický kurz ako súčasť výučby matematiky*. In: Zborník vedeckých prác účastníkov seminára organizovaného KM FPV UKF v Nitre: Matematika – škola – IKT. Nitra. Prírodovedec č 364.

Halás, O. (2011). *Informačno-komunikačné technológie vo vyučovacom procese.* Prešov. Dostupné na: http://www.pulib.sk/elpub2/FHPV/Istvan1/pdf_doc/4sekcia/Halas.pdf

Kvalitní doučování matematiky. Dostupné z: http://kvalitni-doucovani-matematiky.cz/

Matematicator | (S)Škola | vzdělávání online. Dostupné z: http://mathematicator.com/

Mišút, M. (2013). *IKT vo vzdelávaní* [online].Trnava. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. Dostupné z: http://pdf.truni.sk/e-ucebnice/iktv/

Országhová, D. (2005). *Aplikované úlohy ako podpora medzipredmetových vzťahov matematika–fyzika.* In: Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie "Research and Teachingof Physics in the Context of University Education 2005". Nitra. SPU. s. 154 – 157.

Pohodová matematika . Dostupné z: http://pohodovamatematika.sk/upravy-algebraickych-vyrazov.html

Šedivý, O. (2006). *Učme študentov aplikáciám matematiky*. In: Zborník vedeckých prác zo seminára s medzinárodnou účasťou „Matematika a jej aplikácie v inžinierskom vzdelávaní". Nitra. FEM SPU. s. 138-142.

Výrazy a ich úpravy . Dostupné z: http://gymopatke.edupage4.org/files/05_-_Vyrazy_a_ich_upravy(1).pdf

Kontakt

RNDr. Milan Stacho, PhD.
Katedra kvantitatívnych metód a hospodárskej informatiky, FPEDaS ŽU v Žiline
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
Milan.Stacho@fpedas.uniza.sk

RNDr. Darina Stachová, PhD.
Katedra technických vied a informatiky, FBI ŽU v Žiline
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
Darina.Stachova@fbi.uniza.sk

Why the Basics of Science Theory Almost Does not Teach

Studie o tom, proč se základy teorie věd téměř neučí

Jindřiška SVOBODOVÁ; Jan NOVOTNÝ

Abstract

The scientific method represents a way of critical thinking. Science strengthens the ability to have an opinion founded more facts than personal feelings. We assume that scientific thinking provides many skills for cognitive development of every person. Those skills can be transferred to other learning and general social contexts. Our research study presents the university students opinions and ideas which could help identify the causes of the problem why students get taught so little about the science as whole?

Keywords

science education; theory of science

Abstrakt

V posledních letech se vede řada laických i odborných diskusí o vhodných vzdělávacích přístupech ke zlepšení vědeckého myšlení žáků a studentů. Vědecké myšlení poskytuje mnoho dovedností pro kognitivní vývoj každého člověka. Tyto dovednosti mohou být převedeny do jiných obecných vědních i životních kontextů. Naše výzkumná studie představuje názory a myšlenky vysokoškolských studentů, které pomohou identifikovat příčiny problému, proč se i na univerzitách studenti tak málo učí o vědě jako o celku?

Klíčová slova

vědecké vzdělávání; teorie vědy

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-17*

Úvod

Po větší část dějin to byla hlavně přírodní filozofie, která popisovala a vykládala svět. Teprve v novověku se k výkladům přírodních jevů výrazněji připojila matematika a posléze jednotlivé přírodní vědy. Vzniklé vědy postupně racionálně vymezily oblasti své působnosti, na nichž rozvíjely analytickou činnost, své metody. Jejich úspěchy krok za krokem ustavily ideál způsobu kritického myšlení. Posílily oprávněnou možnost utvářet si vlastní bádání založené více na logice a na faktech než na osobních prožitcích a věrouce.

K přírodovědnému učení patří poznání, jaká je povaha a struktura vědeckých poznatků, jakým procesem se vyvíjely a dosud vyvíjí. Bohužel i naši vysokoškolští studenti, byť mají přírodovědné zaměření, byť jsou to budoucí učitelé, se o teorii vědy dozvídají jen sporadicky.

Studenti se dozvídají hodně o biologii, fyzice nebo chemii, ale jen málo o způsobech, jimiž se k poznatkům dospělo z hlediska teorie vědy. Jakákoli vědecká disciplína není jen souborem poznatků, ale také způsobem, jak poznávat. I v učebních textech se klade pouze malý důraz v interpretacích na vysvětlení metod, jimiž se k poznatku dospělo. Studenti jsou až v poměrně pozdním věku seznamováni s hypotézami, deduktivním a induktivním uvažováním. Zkušenost s modelováním problému, což by jim pomohlo získat realističtější představy o práci vědce, se od nich téměř nevyžaduje. Většina učitelů přírodovědných předmětů má sice magisterský titul ve svém aprobačním oboru, ale během studia do teorie či filosofie vědy nenahlédla.

Rozhodli jsme se prozkoumat situaci na MU z pohledu studentů. Vyučujeme semestrální kurz o teorii vědy s názvem "Jak pracuje věda". Věnujeme se procesu nabývání přírodovědných znalostí, základům logického myšlení, historii a filozofii vědy. Výuka probíhá víceméně seminárně. Problémy se vyjasňují v debatě nad tématy uváděnými v textu studijní opory. Tématem rozpravy je například, zda poznatek může existovat bez pozorování jevu; jak se daří vědě převádět rozptýlené představy do sdělitelné formy; zda matematika je nebo není věda; jak rozlišíme vědu a ne-vědu; jaké jsou etické kodexy vědy. Kurz bychom rádi postupně směrovali tak, aby byl užitečný pro všechny budoucí přírodovědné studenty. Toto úsilí ovšem vyvolává otázky. Nedalo by se i bez speciálního kurzu ukázat učitelům přírodních věd skutečnou povahu vědy? Existují vážné důvody, proč se v přípravě budoucího přírodovědně orientovaného učitele o teorii vědy více zmiňovat? Může student kriticky posuzovat a vnímat význam konkrétní vědecké metody, pokud se ji teprve nedávno naučil aplikovat a zná jen výsledné poznatky? Měl by znát i její úskalí? Do jaké míry je znalost filozofie vědy nezbytným požadavkem pro vědce?

Současný stav poznání – podobné studie

V dostupné literatuře, která se dotýká podobných problémů, najdeme v posledních letech několik prací. Hammer (2014) ukazuje na vztah mezi obecnými znalostmi teorie vědy a dosažením vědeckého postavení u studentů fyzikálních oborů. Osborne (2016) a kolegové navrhují, aby klíčové myšlenky, jimiž se k přírodovědným poznatkům dospělo, se staly povinnou být součástí kurikula už na nižších stupních škol. Jeho kolegové zkoumali ve své studii názory vědců, pedagogů, propagátorů vědy i filozofů, historiků a sociologů vědy, o tom, jak konstruktivně předávat poznatky. Představy respondentů shrnuli ve studii o povaze vědy s důrazem na témata vyskytující se v běžném učivu. Navrhují také podněty pro praxe, jak a na jakých ukázkách vyučovat to, co by se žáci a studenti měli dozvědět o povaze vědy.

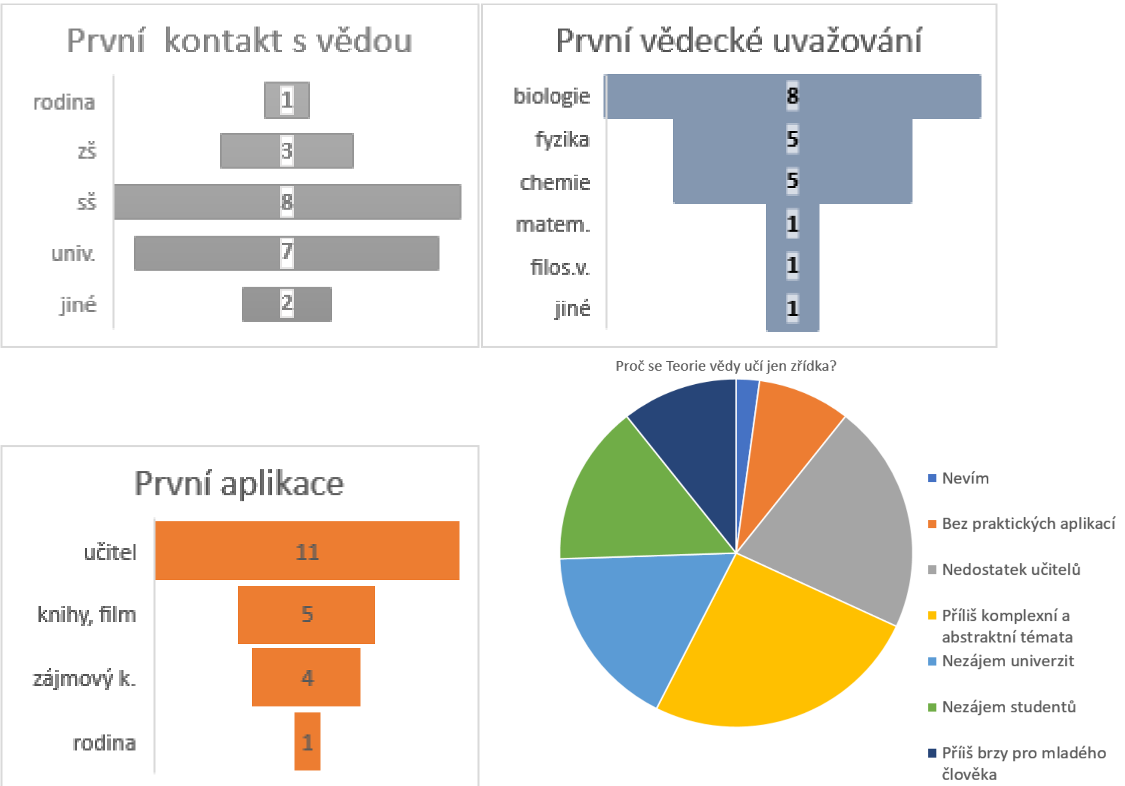
My jsme pro náš univerzitní kurz zvolili témata nám blízká, tedy fyzikální. Ve studijní opoře s názvem "Jak pracuje věda" pojednáváme o tom, co představuje dnešní věda, jaký má vztah k jiným poznávacím způsobům člověka a ke společnosti. Kromě poměrně podrobného uvedení čtenáře do rozmanitosti vědeckých přístupů k bádání text obsahuje i část o kritickém myšlení. Text jsme pojali jako kompromis mezi hloubkou a rozsahem, který mohou studenti úspěšně zvládat během krátké doby, která je k dispozici. Ke každému tématu uvádíme otázky a otevřené problémy.

Metodologie

Účastníky výzkumu se stali studenti výše uvedeného kurzu. Zúčastnili se debat v rámci semináře. Požádali jsme je, aby písemně podle libosti odpověděli na několik otevřených otázek. Data jsme shromáždili, okódovali a zařadili do příslušných skupin. Dvaadvacet účastníků odpovědělo na tři hlavní otázky.
1. Mohl byste popsat, kdy a kde jste se poprvé setkali s moderním pojetí vědy?
2. Proč si myslíte, že studenti jsou jen málo obeznámeni s teorii vědy?
3. Myslíte si, že vzdělávání v tomto tématu by mělo být posíleno?
Všem respondentům byly navíc položeny otázky týkající se úrovně jejich vzdělání.

Výsledky a diskuse

Většina respondentů v naší studii získala svou první zkušenost s vědou po ukončení základní školy. První příležitost seznámit se s tím, jak věda dospěla k určitým poznatkům, nastala nejčastěji prostřednictvím výuky biologie. Učitel přírodovědy je nejčastěji zmiňovanou osoba, která je poprvé iniciovala vědecky myslet.



Graf 1: *výsledky dotazování, vlastní zpracování*

Z posledního koláčového grafu je vidět, že studenti si nedostatečnou nabídku kurzů obecné vědy vysvětlují tím, že předmět je příliš abstraktní, komplexní, že neexistují vhodní přednášející a lektoři, že je nezájem i ze strany vzdělávacích institucí. Na otázku, proč teorie vědy jako univerzitní předmět není standardně zařazována do učebního plánu, uváděli vždy několik faktorů. Obvykle zdůrazňují, že teorie vědy představuje příliš sofistikované téma, že není v praxi příliš ceněna, a to se pak odráží v rozhodnutích studentů, zda si předmět zapsat a univerzit, zda předmět zavádět.

Nejzajímavější odpovědi 4 studentů "lehce upravené" uvádíme (A, B, C, D *):

A*

1 Na základce se hovořilo o vědě hlavně v biologii. Na střední škole i na univerzitě jsem hodně času věnoval učení poznatků z biologie a chemie a jen velmi málo jsem se dozvěděl, o způsobech získávání těchto poznatků.

2 Nevím, proč. Já se rád dívám na vědecké pořady v TV a na internetu. Je skvělé, že vědci po celém světě pracují nezávisle, a přitom vlastně kolektivně na tom, aby zdokonalili naše chápání světa, ať už pro praktické aplikace nebo pro obecné poznání lidstva. Divím se, proč se lidé o vědu a její metody nezajímají.

3 Myslím, že by se všichni měli zabývat teorii vědy hlavně proto, aby si připomněli obecná pravidla a východiska etického jednání. Tedy by takový předmět měl na univerzitě existovat. Mně přiměl ke zlepšení argumentace, taky pozorněji čtu a pečlivěji přemýšlím o významu textu.

B *

1 S vědou jsem se poprvé setkal ve škole, když učitel uváděl slavné historické vědce, Archimeda, Galilea, Darwina a jejich příběhy. O klíčových experimentech vědy zajímavě přednášel můj učitel chemie a já jsem mu za to vděčný.

2 Jedním z důvodů, proč studenti se nezabývají vědeckou metodou obecně je, že většina lidí, včetně učitelů přírodních věd nechápe, co to znamená kreativně vědecky pracovat. Tyhle diskuse o filozofii vědy to potvrzují. Většina lidí získává odborné dovednosti s okamžitou praktickou použitelností. Tito lidé by asi nepodpořili zavádění zcela teoretického tématu do učebních plánů. Já bych vyčlenil prostředky na financování vzdělávání tak, aby každé univerzitní studium mohlo začínat s krátkou kritickou filozofií, metodologií, a nejen pouhou historií předmětu.

3 Věřím, že až se stanu vědcem, vždycky budu hledat nejen příklady a zdůvodnění úspěšných, ale i neúspěšných aplikací metod v oblasti mého zájmu. Teorii vědy je vhodnější vstřebávat postupně s věkem, měla by být posílena ve vyšších ročnících studia, kdy již lidé znají základy svého oboru.

C*

1 Začalo to v rodině, vzpomínám si na naši debatu o náboženství. Později jsem se účastnil místních soutěží chemické olympiády. Naučil jsem se také speciální vědecké metody na střední škole. Jediný rozdíl teď na univerzitě pociťuji v tom, že musím být samostatnější obvykle ani neexistují zcela jasné návody.

2 O vědeckém procesu bádání toho vím jen málo, sice formálně jsem se učil o vědecké metodě, ale pokud to nesouvisí a fyzikou, a vlastně ani nemám příliš zájem rozšiřovat si zde obzory. Zatím mi stačily následující metodické kroky: uvedení problému, vytvoření hypotézy, testování hypotézy, experiment, analýza dat a vyvození závěrů a sdělení výsledků. Tohle jsem si zapamatoval. Na druhé straně se mi nezdá, že by se věda dala vždy dělat takto, věda spíše spočívá v mnoha procesech, které se propojují a podporují. Mnohé učebnice v současné době neuvádějí nic o skutečné vědě, často jsou to sestavy poznatků a frází.

3 Hlavním problémem je, že solidní téma v teorii vědy představuje celoživotní projekt. V současné době je vytvoření skutečné nové vědecké teorie málo pravděpodobné. Více se zdůrazňuje technické pojetí. Ale rád bych se na univerzitě trochu zabýval i filosofií vědy.

D*
1 Poprvé jsem se o vědě doslechl v nějakém televizním pořadu. Nejvíce informací o moderní vědě jsem získával ve fyzice a chemii. Na VŠ bylo moje první setkání a zatím poslední zkušenost s vědeckými metodami v biologické laboratoři. Laboratorní aktivity provádím podle pokynů uvedených v laboratoři. Moc o tom do hloubky nepřemýšlím, nemám na to čas. Naučil jsem se statistickou teorii pro analýzu experimentálních dat.
2 Neučí se proto, že řada lidí se nikdy nesetkala s někým, kdo by je nadchl svou vědeckou prací a inspiroval promyšlenými vědeckými metodami. Také kritika vědeckých výsledků se objevuje vzácně. Univerzitní vzdělání je mnohem rozmanitější, než bývalo a více se přizpůsobuje poptávce. Teorie vědy předpokládá dosažení vysoké úrovně pochopení studenta, aby to pro něj mělo smysl. Pro běžného studenta stačí naučit se potřebnou sumu znalostí, bádat nad vědou začne až později.
3 Podle mého názoru je teorii vědy a zapojení studenta do výzkumu jednou z věcí, které by měla univerzita podporovat.

Závěr

Cílem této výzkumné studie bylo prozkoumat, zda je kurz Teorie vědy pro studenty a učitele atraktivní. Studie vycházela z průzkumu výpovědí studentů. Současné kurikulum nabízí možnost zápisu předmětů, které studentům pomáhají porozumět vědeckým poznatkům. Často lektoři mají tendenci příliš zdůrazňovat konkrétní metody práce na úkor prezentování vědy jakožto procesu budování teorií a modelů, soustavného prověřování vnitřní soudržnosti poznatků a empirického testování hypotéz. Nedostatečná pozornost slabinám teorie může posilovat mylné představy studentů, že vědecké poznatky jsou bezproblémové, poměrně jednoduše zjistitelné a vyplynou z přímého pozorování. Více času by mohlo být věnováno v přírodovědné výuce návrhu myšlenkových experimentů. Studenti se k záležitosti, zda posilovat teorii vědy stavěli poměrně pragmaticky. Nabízí se otázka: co dnešní studenty přitahuje na univerzitu? Je to opravdu vyhlídka na to, že se mohou vzdělávat, učit se kriticky myslet, vyhledávat problémy a pracovat na jejich řešení?

Literatura

Hammer, D. (2014). Epistemological beliefs in introductory physics. Cognition and Instruction, 12(2), 151–184.
Osborne, J. et all (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science, Journal of Research in Science Teaching 53(6)
Novotný, J. a J. Svobodová (2015). The role of creative and critical thinking in science education. International Journal of Arts and Sciences, 6(4), 87–90

Kontakt

RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.
Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita
Poříčí 7/9, 603 00 Brno, Česká republika
svobodova@ped.muni.cz

prof. Jan Novotný, CSc.
Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita
Poříčí 7/9, 603 00 Brno, Česká republika
novotny@physics.muni.cz

Chemical Terms Modeling

Modelování chemických pojmů

Jiří ŠIBOR

Abstract

Modeling of chemical terms was prepared. Processing and utilization of an elementary school terms was used. The system approach to the chemistry was used. The execute subjects are role and distribution of chemistry, mass, atom composition including radioactivity, chemical bonds, chemical reactions, periodic system, mixtures, inorganic or organic compounds and natural compounds.

Keywords

graph models; chemical terms; system approach; synergetic

Abstrakt

Na základě teoretických poznatků (systémového přístupu k chemii a její výuce) byly zpracovány komentované grafové modely chemických pojmů. Výběr pojmů byl volen tak, aby odrážely pojmy běžně používané při výuce chemie na základní škole, někdy ale poněkud rozšířené. Jsou zde zahrnuta témata: úloha a rozdělení chemie, hmota, stavba atomu, radioaktivita, chemická vazba, chemické reakce, periodická soustava prvků, směsi, sloučeniny jednak anorganické a organické, ty jsou následně členěny na uhlovodíky, jejich deriváty a organické přírodní látky.

Klíčová slova

grafové modely; chemické pojmy; systémový přístup; synergetika

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-18*

Úvod

Významná období vědy se projevují i častějším užíváním určitých výrazů a slovních obratů. Systém, systémové myšlení, ideje, zákony, teorie, metody, výzkum, grafy, aplikace, systémová věda, synergetika apod. jsou pojmy, s nimiž se dnes stále častěji setkáváme v odborné i filozofické literatuře.

Systémový přístup (Bertalanfy, 1972; Habr, 1972; Hubová, 2003; Kamarýt, 1963; Klír, 1966; Novotný, 1991; Sandovskij, 1979; Šandová, 1965) je pak podle názoru řady badatelů povolán hlouběji rozpracovávat celý souhrn soudobých metodologických a speciálně-vědních problémů (Wiener, 1960). Rozvoj vědy spočívá i v kvalitativní přeměně celé soustavy výchovy a vzdělání, a to s dostatečným předstihem, umožňujícím již systémové řešit teoretické i praktické problémy. Tyto potřeby vyvolaly potřebu zabývat se systémovou problematikou a jejími metodami včetně grafových (Hararry, 1977).

Systémový přístup se stává důležitou metodou či nástrojem poznání. Jeho současná forma byla inspirována i systémovou teorií biologa Ludwiga von Bertalanfyho. Dnes je systémový přístup rozpracován nejen vědci, učiteli, ale i filozofy (Kuhn, 1970). Systémový přístup přináší nové perspektivy v teorii i praxi.

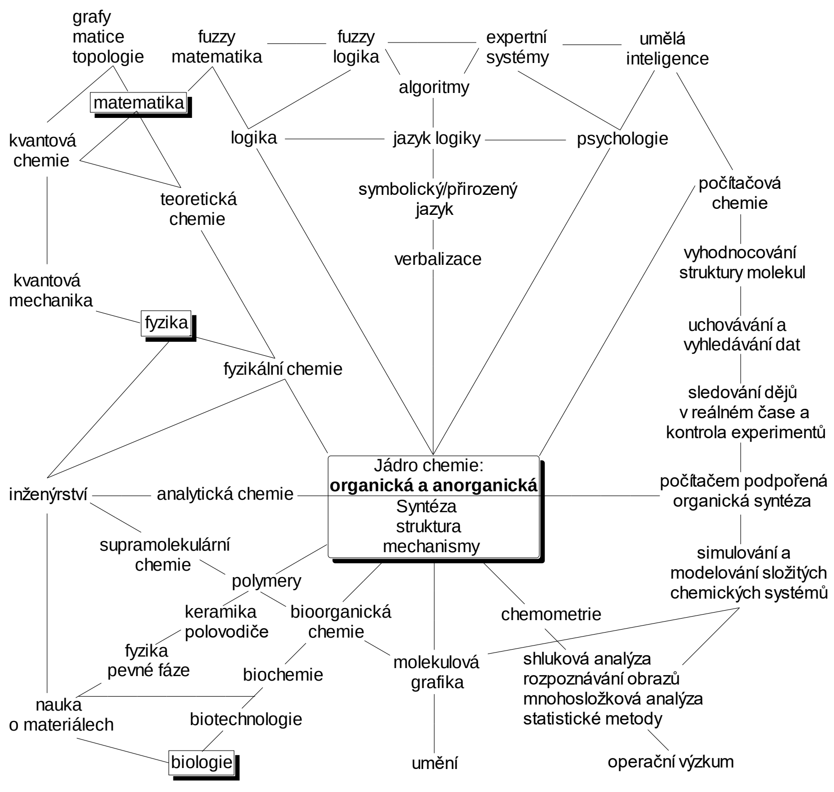
Grafové zpracování chemických pojmů a by mohlo také nést podtitul či přístavek z hlediska systémového přístupu. Cílem bylo zapracovat do grafů běžně užívané (samozřejmě vybrané) chemické pojmy, které jsou jakýmsi kurikulem chemie na základní škole. Někdy byly ovšem, pro zachování systematičnosti, doplněny i pojmy, které zahrnuje obsah předmětu chemie na škole střední.

Komentované grafové modely chemických pojmů jsou zpracovány na základě teoretických poznatků (systémového přístupu k chemii a její výuce). Výběr pojmů byl volen tak, aby odrážel pojmy běžně používané při výuce chemie na základní škole, někdy (vzhledem k logické struktuře a ucelenosti tématu) ale poněkud rozšířené. Jsou zde zahrnuta témata: úloha a rozdělení chemie, hmota, stavba atomu, radioaktivita, chemická vazba, chemické reakce, periodická soustava prvků, směsi, sloučeniny jednak anorganické a organické, ty jsou následně členěny na uhlovodíky, jejich deriváty a organické přírodní látky. Jako příklad pár vybraných grafů:

Úloha a rozdělení chemie

Komplexní široce obecné zpracování souvislostí v nejen chemických vědách (Kratochvíl, 2004).

Schéma 1: Systémový pohled na chemi jako vědu



V klasickém pojetí je chemie extrakční přírodní věda o látkách a jejich přeměnách. V materiálních objektech (tělesech) hledá chemie jejich podstatu, zjišťuje charakteristické vlastnosti látky, z níž se skládají, zkoumá děje, při kterých se vlastnosti látky trvale mění, a formuluje zákony, které tyto přeměny charakterizují.

Hlavní úlohou chemie je zkoumání jevů, při kterých látky vznikají nebo se rozkládají (a to po stránce kvalitativní i kvantitativní), zjišťování podmínek chemických reakcí a sledování úkazů tyto reakce provázejících, zkoumání složení, vnitřní stavby látek a konečně praktické použití výsledků, zkušeností, laboratorních výzkumů a teoretických poznatků pro přípravu známých i nových látek, potřebných pro praxi a pro další vědecké bádání.

Jakmile však chceme stanovit přesné hranice mezi příbuznými vědami a zařadit hraniční problémy do určitého vědního oboru, pak ani zmíněná definice nestačí. Například jaderné reakce probíhají uvnitř atomů, k jejich umělému vyvolání se používá složitého zařízení a fyzikální metody. Energie jaderných reakcí pochází ze sil uvnitř jádra a je neporovnatelně větší než energie chemických reakcí (pocházejících z chemických vazeb). Jaderná reakce mění jádra atomů, základních stavebních kamenů prvků. Je přirozené, že jaderné reakce patří do zvláštního oboru jaderné fyziky. Protože svými důsledky ovlivňují chemické děje, vzniká tím zvláštní obor – jaderná chemie, která sleduje jednak samovolné transmutace prvků jako důsledek změny jádra anebo následné změny v chemické sloučenině (vlastní radiochemie), jednak zkoumá vliv a důsledky ozařování látek na jejich chemické složení (radiační chemie). K tomu však potřebuje určité poznatky z jaderné fyziky a naopak např. původní Mendělejevova tabulka prvků byla podkladem pro Bohrovu teorii o fyzikální stavbě elektronových obalů atomů prvků i modelem pro stavbu jádra. Nelze vymezit přesné hranice mezi chemií a fyzikou, protože prakticky každou chemickou změnu provázejí změny fyzikálních vlastností látek, a naopak mnohé fyzikální zásahy mají za následek změny chemické. Tak vznikl rozsáhlý obor fyzikální chemie. Její název ukazuje, že používá fyzikálních metod a pomůcek, studuje především strukturu chemických látek, termodynamické a kinetické děje, prakticky se uplatňuje při řešení všech základních problémů chemie. Název teoretická chemie, který v minulosti často používal jako synonymum pro fyzikální chemii, zdůrazňoval studium teoretických problémů chemie. Dnes už málo používaný název všeobecná chemie naznačoval, že se zevšeobecňují některé společné chemické vlastnosti a reakce, typizují určité skupiny chemických látek nebo chemické děje.

V systematice – podle druhu sloučenin – ponecháváme dělení na chemii anorganickou a organickou. Původní kritérium pro určení organických látek jako látek vznikajících v živých organismech, již dávno neplatí. Dnes jsou pro toto dělení spíše praktické důvody: počet uhlíkatých sloučenin mnohonásobně převyšuje počet sloučenin ostatních prvků. Deriváty zřetězených uhlíků se liší od sloučenin ostatních prvků i specifickými vlastnostmi. Do anorganické chemie se zařazují z uhlíkatých sloučenin jen základní, binární sloučeniny a látky od nich odvozené.

Složení látek a různých směsí zjišťuje analytická chemie, která využívá poznatky anorganické chemie, zajímá se o tvorbu a vlastnosti sraženin, barevné změny způsobené organickými činidly a používá především fyzikálně chemických metod. Podle druhu rozboru rozlišujeme analytickou chemii kvantitativní a kvalitativní.

Chemické děje probíhající v organismech studuje biochemie, která získává informace důležité pro biologii, zejména pokud jde o fyziologii rostlin a živočichů, genetiku, ale i pro medicínu a průmysl, který synteticky vyrábí důležité farmaceutické preparáty, antibiotika apod. Teoretické problémy vzniku Země a hornin, jakož i praktické použití rudných a nerudných materiálů studuje geochemie.

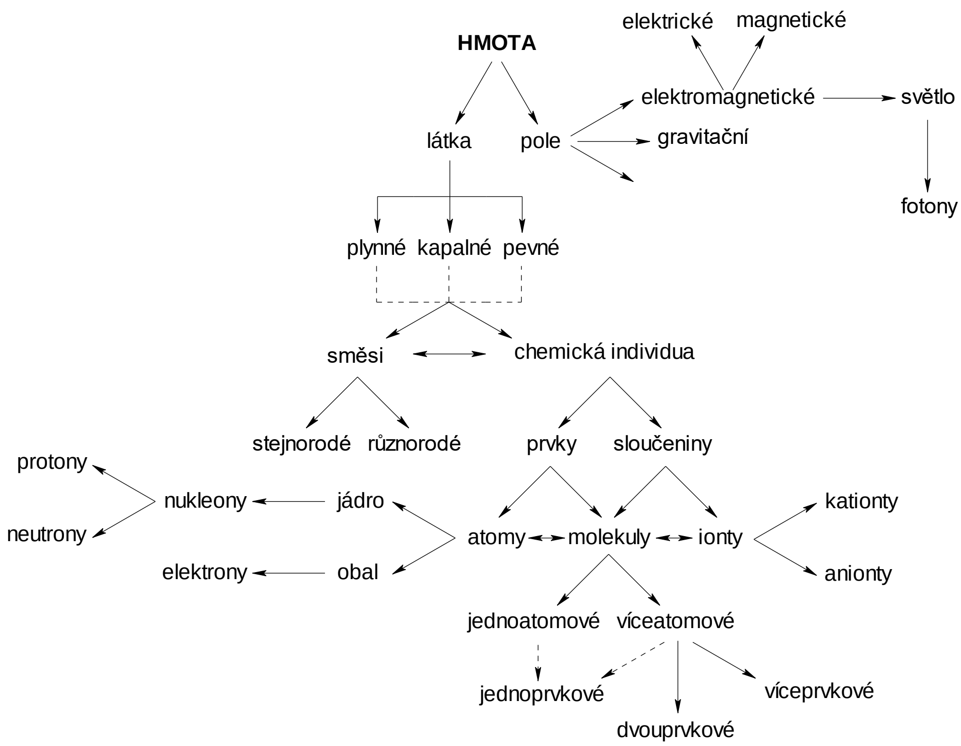
Všechna odvětví průmyslu potřebují odborný výzkum chemických dějů a vlastností použitého i vyrobeného materiálu. Podle povahy vyráběných látek a podle způsobu výroby dělíme chemickou technologii na technologii anorganických a organických látek. Výroba základních chemikálií se nazývá těžkou chemií; specializovanými technologickými směry jsou keramika, sklářství, technologie paliv, vody, výbušnin, hnojiv, plastických hmot atd. Rozvíjí se výroba různých výrobků z polymerů; dala podnět k vzniku makromolekulární chemie. Specializují se další obory chemie: lékařská, farmaceutická, potravinářská, hutnická, agrochemie atd. Chemické inženýrství řeší a navrhuje konstrukce aparatur a zařízení pro různá odvětví chemické výroby.

Mnohé z příbuzných věd se stávají pro chemii nepostradatelnou součástí její metodiky. Je to především matematika, kterou potřebujeme k jasné a přesné formulaci poznaných zákonitostí nebo k jejich odvození, dedukci. Jen při málokterých chemických úlohách vystačíme dnes se základními výpočty a s elementární matematikou. V teoretické a fyzikální chemii se uplatňuje vyšší matematika.

Snaha co nejpodrobněji prostudovat určité hraniční problémy mezi chemií a ostatními vědami vede k úzké specializaci vědeckých pracovníků a k vyčleňování nových vědních oborů. Tak vznikla např. krystalochemie, kvantová chemie, ale i specializace jako je chemická fyzika, chemická biologie, astrochemie apod. Ze svodného grafu je zřejmá komplemantarita i s vědami, resp. odvětvími lidské činnosti, které na první pohled souvislosti s chemií nemají. Například s uměním, je už snad na každém, na jeho fantazii, najde-li takové vztahy…

Hmota

Schéma 2: Hmota a její formy



Hmota (Adamkovič, 1990) je všechno to, co reálně existuje a co můžeme zkoumat svými smysly bezprostředně nebo pomocí přístrojů. Hmota existuje nezávisle na našich vjemech a pozorování, je nestvořitelná a nezničitelná (Čárský, 1986). Základní vlastností existence hmoty je pohyb, což je neustálá změna probíhající vždy v prostoru a čase. Jsou známy dvě formy hmoty – látka a pole, které jsou mezi sebou nerozlučně spojeny. Každá hmota, ať ve formě látky nebo pole, má vždy určitou hmotnost a určitou energii (Gažo, 1974).

Látka je forma existence hmoty, vyznačující se nenulovou klidovou hmotností svých základních částic – atomů, iontů, popř. jader (protonů a neutronů) a elektronů. Látka je to, co zůstane z tělesa, odmyslíme-li si jeho velikost a tvar. Látka se vyskytuje ve třech skupenstvích – v pevném, kapalném a plynném.

V chemii, která zkoumá vlastnosti látek, přicházíme do styku s čistými látkami (chemickým individuem, jehož fyzikální a chemické vlastnosti se čištěním nemění) a se směsmi látek (soustavou dvou i více čistých látek). Čisté látky se dělí na jednoduché – chemické prvky (nedají se běžnými fyzikálními nebo chemickými ději běžně rozložit na jednodušší) a složité – chemické sloučeniny (lze je chemickou cestou rozložit na jednodušší).

Prvky jsou definovány jako soubor atomů, které mají stejné protonové číslo. Atomy prvků se spojují chemickými vazbami v molekuly, které mohou být složeny z atomů stejného prvku (např. u plynných prvků H_2, N_2, O_2) nebo z atomů různých prvků – jedná se o sloučeniny. Molekuly jsou tedy nejmenší částice látky, které jsou schopné samostatné existence a které mají kvalitativní i kvantitativní složení stejné, jako látka z nich vytvořená. Touto látkou může být sloučenina i prvek. Pokud je v atomu nebo molekule nadbytek nebo nedostatek elektronů, vznikají elektricky nabité částice – ionty. Kladně nabité ionty se nazývají kationty (např. H^+, Na^+), záporně nabité anionty (např. Cl^-, F^-).

Pole je druhou z forem existence hmoty. Vyznačuje se tím, že elementární částice hmoty mají nulovou klidovou hmotnost (nemohou existovat ve stavu relativního klidu). Fyzikální pole se dělí na gravitační a elektromagnetické. Gravitační pole je podmíněno vzájemným přitahováním těles silou. Elektromagnetické pole je dáno vzájemnou silovou interakcí pohybujících se elektrických nábojů. Tvoří ho elektrické a magnetické pole. Elektromagnetické záření (světlo), jehož elementární kvantum je foton, má vlastnosti vlnění (fotonům je možno přiřadit vlnovou délku) i vlastnosti částicové (chová se jako proud částic – fotonů).

Periodická soustava prvků a periodický zákon

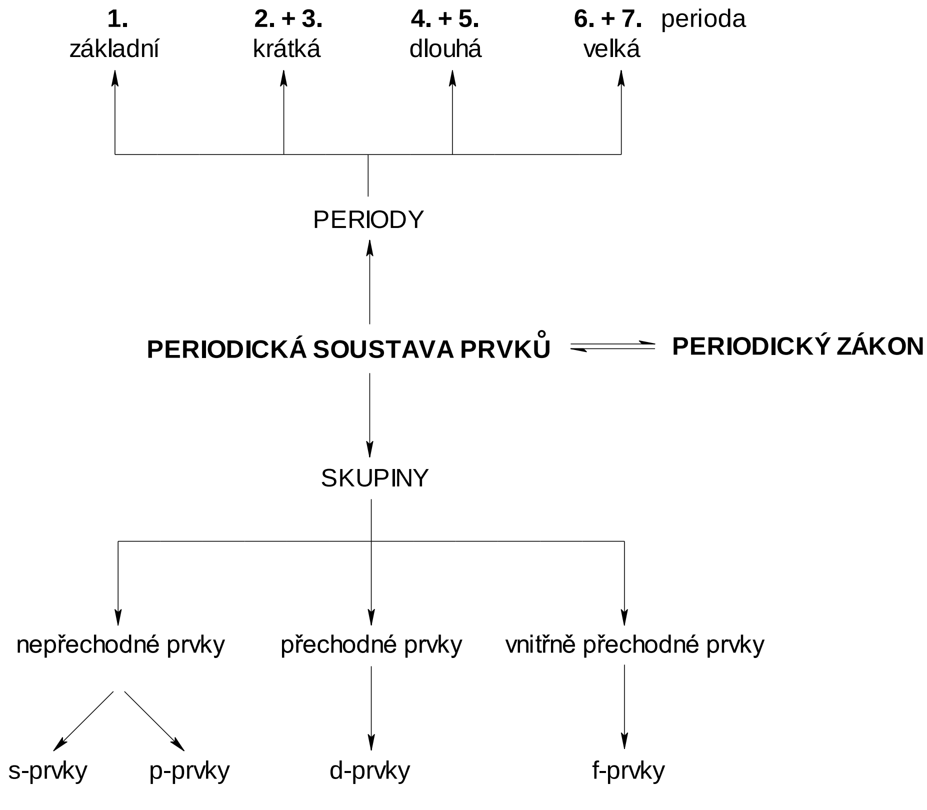
Seřazením prvků podle hodnot protonového čísla se získá přirozená řada prvků. Při zkoumání chemických a fyzikálních vlastností prvků v této řadě se zjistí, že prvky s podobnými vlastnostmi se vyskytují v určitých pravidelných intervalech - periodách. Je to dáno elektronovou konfigurací atomů prvků, podobné vlastnosti vyplývají z podobného uspořádání vnější elektronové vrstvy.

Periodičnost vlastností prvků v přirozené řadě rozpoznal již D. I. Mendělejev a vyvodil z ní periodický zákon, podle něhož fyzikální a chemické vlastností prvků jsou periodickou funkcí jejich relativních atomových hmotností. Na základě protonového čísla byl Mendělejevův periodický zákon upřesněn: „Vlastností prvků jsou periodickou funkcí jejich protonového čísla “.

Prvky jsou v tabulce rozděleny do sedmi vodorovných řad, tzv. period a osmnácti svislých sloupců, tzv. skupin. Periodickou tabulku prvků můžeme rozdělit podle výstavby elektronových vrstev na základní (tvoří ji prvky 1. periody), krátkou (prvky 2. a 3. periody), dlouhou (prvky 4. a 5. periody) a velmi dlouhou periodickou tabulku (prvky 6. a 7. periody).

Prvky analogických vlastností jsou zařazeny pod sebou a vytvářejí tak svislé skupiny. Atomy prvků umístěných pod sebou mají analogickou stavbu elektronového obalu. Prvky nepřechodné (s-prvky a p-prvky) jsou prvky 1., 2. a 13. až 18. skupiny. Počet valenčních elektronů je u nich shodný s číslem skupiny, výjimkou je ovšem hélium. Přechodné prvky (d-prvky) tvoří prvky 3. až 12. skupiny. Jejich atomy buď nemají d-orbitaly zcela zaplněné elektrony, nebo mohou vytvářet ionty s neúplně zaplněnými d-orbitaly. Všechny přechodné prvky jsou kovy. Vyznačují se proměnlivými valenčními stavy, vlastnostmi oxidačně redukčními, značnou barevností sloučenin a snadnou tvorbou koordinačních sloučenin. Jako vnitřně přechodné prvky (f-prvky) označujeme prvky 6. a 7. periody vřazené mezi prvky 3. a 4. skupiny. V tabulkách se často umísťují odděleně, jediným důvodem je snadnější grafická úprava. Obecnými vlastnostmi se neliší od prvků přechodných. Vnitřně přechodné prvky 6. periody (protonová čísla 58 až 71) se nazývají lanthanoidy, prvky 7. periody (protonová čísla 90 až 103) aktinoidy.

Schéma 3: Periodická soustava prvků

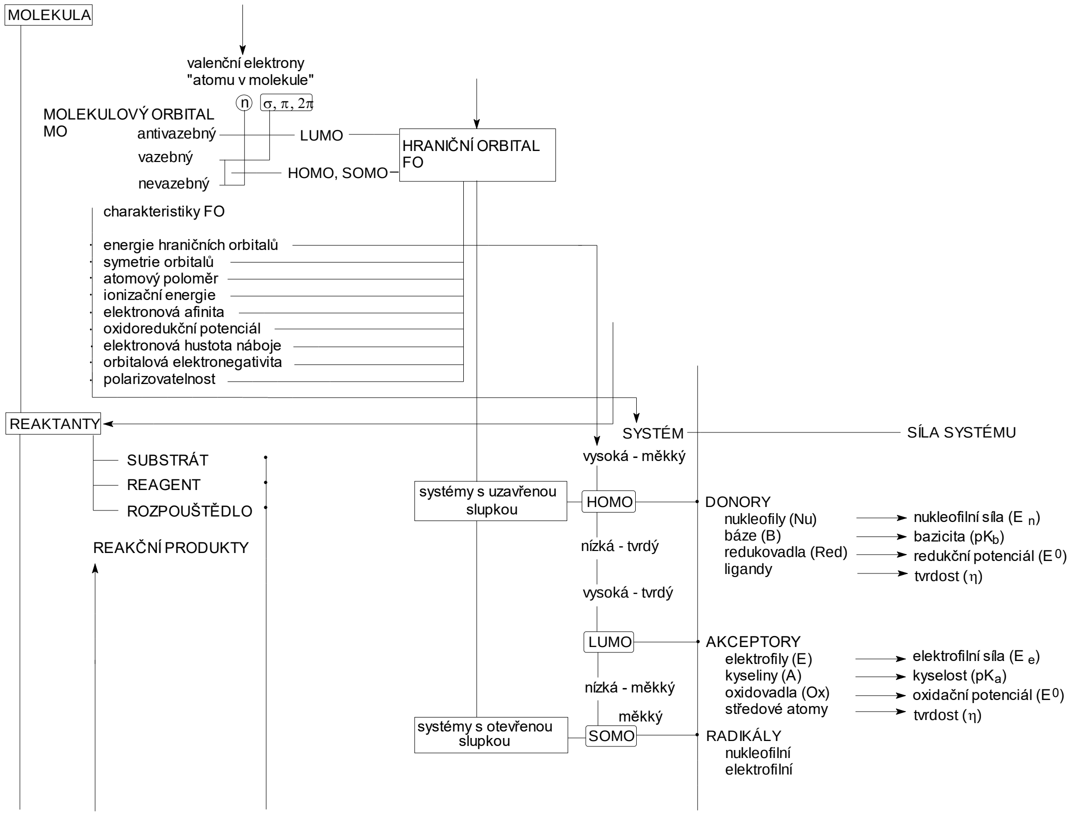


Struktura elektronového obalu atomu určuje i kovový a nekovový charakter prvku. Kovy jsou prvky s nízkou hodnotou elektronegativity. Snadno ztrácejí své valenční elektrony a vytvářejí kladně nabité kationty – jsou elektropozitivní. Mají poměrně malý počet valenčních elektronů a v tuhém stavu vytvářejí kovovou mřížku s charakteristickou kovovou vazbou mezi atomy. Hranice mezi kovy a nekovy v periodické tabulce není zcela ostrá, přibližně ji tvoří úhlopříčka vedená od boru k astatu. Přechodné a vnitřně přechodné prvky jsou vesměs kovy. Prvky tvořící úhlopříčku (B, Si, As, Te, At) a některé s ní sousedící (Ge, Sb) se označují jako polokovy. Vpravo a nahoře od úhlopříčky jsou nekovy – prvky s vysokou hodnotou elektronegativity. Nekovy jsou prvky elektronegativní, snadno přijímají elektrony do neobsazených valenčních orbitalů.

Chemická vazba

Chemická vazba (Kratochvíl, 2004; Hubová, 2003) mezi atomy vzniká tehdy, uvolní-li se jejím vytvořením určité množství vazebné energie. Toto množství se číselně rovná (ale s opačným znaménkem) disociační energii, potřebné k rozštěpení této vazby. Aby vazba vznikla, musí se oba atomy k sobě přiblížit tak, aby se jejich vazebné orbitaly mohly překrýt. Elektrony v těchto orbitalech musí být uspořádány tak, aby z nich mohly vzniknout vazebné elektronové páry.

Schéma 4: Chemická vazba



Základní typy vazeb jsou: vazba kovalentní, iontová, kovová a koordinační. Vedle těchto vazeb jsou popsány ještě další, slabší vazebné interakce. Ve svodném grafu jsou zaznamenány možnosti tvorby chemické vazby a její charakteristiky umožňující popis kteréhokoliv typu chemické vazby. Graf je jakousi ilustrativní ukázkou. Jeho využití je pro základní a střední školství omezené z důvodu složitosti a pojmové náročnosti, jež značně překračuje rámec kurikula chemie na gymnáziích.

Závěr

Na základě metod synergie a systémového přístupu k (nejen) přírodním vědám s přihlédnutím k logické struktuře chemie byly vytvořeny grafové modely vybraných chemických pojmů, se kterými se může žák či student běžně setkat při studiu na všech typech škol.

Prezentována je jednak obsáhlá pojmová mapa chemie a její úlohy a postavení v přírodních (nejen) vědách a souvislosti z takového postavení vycházející včetně návaznosti na didaktiku chemie. Graf je použitelný například při výuce didaktiky chemie, kdy se rozebírá postavení chemie a v systému věd a souvislosti se vzděláváním v této oblasti včetně mezipředmětových vztahů. Následující model popisuje vztahy mezi pojmy související s hmotou a jejím složením. Tento stejně jako graf zaměřený na periodický zákon a na jeho principu sestavenou periodickou tabulku jsou, pro svoji jednoduchost a názornost, použitelné při výuce jak na středních tak dokonce i na základních školách. Poslední graf seznamuje čtenáře s termíny, kterými je definována chemická vazba na základě teorie molekulových orbitalů. Schéma naznačuje vztahy mezi jednotlivými pojmy zde uvedenými a souvislosti, které ovlivňují reaktivitu. Je zřejmé, že takový graf může posloužit výuce základních disciplín na vysokých školách s chemickým zaměřením nebo dokonce odrazovým můstkem či sylabem pro studium teorie chemické vazby.

Modelování chemických pojmů může najít využití nejen v motivační či expoziční fázi výuky, jak nenuceně plyne z předešlého textu, ale i ve fázi fixační, kdy jistě pomůže žákům nebo studentům pro snazší, logicky vybuzené zapamatování zkoumaného problému.

Literatura

Adamkovič, E. (1990). *Chemie pro sedmý ročník základní školy*. Praha: SPN.
Bertalanfy, L. von (1972). *Člověk – robot*. In: Psychologie v moderní vědě. Praha: Svoboda.
Čarský, J. (1986). *Chemie pro 3. ročník gymnázií*. Praha: SPN.
Gayer, J. (1972). Organismické systémy. *Biologické listy*, *37*, 178.
Gažo, J. (1974). *Všeobecná a anorganická chémia*. Bratislava: Alfa.
Habr J., & Vepřek J. (1972). *Systémová analýza a syntéza*. Praha: SNTL.
Harary, F., & Palmer, E. M. (1977). *Perečislenije grafov : Graphical enumeration (Orig.)*. Moskva: Mir.
Hubová, I. (2003). *Grafové modely chemických pojmů*, Diplomová práce. Brno.
Kamarýt, J. (1963). *Ludwig von Bertalanfy a syntetické směry v západní biologii*. Filosofické problémy moderní biologie. Praha: ČSAV.
Klír, J., & Valach, M. (1965). *Kybernetické modelování*. Praha: SNTL.
Kratochvíl, M., Potáček, M., & Šibor, J. (2004). Principy a modely organické chemie I. Brno: Masarykova univerzita v Brně.
Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Thomas S. Kuhn (Ed.). Chicago: University of Chicago Press.
Lange, O. (1966). *Celek a vývoj ve světle kybernetiky*. Praha: Svoboda.
Novotný, V. (1991). *O systémovém přístupu*. Brno: vlastním nákladem.
Sadovskij, A. P. (1972). *Základy všeobecnej teórie systémov: Logicko-metodologická analýza*. Bratislava: Pravda.
Šandová, J. (1965). *Základní pojmy teorie systémů.* Praha: SPN.

Wiener, N. (1960). *Kybernetika, neboli, Řízení a sdělování v živých organismech a strojích*. Praha: SNTL.

Kontakt

Mgr. Jiří Šibor, Ph.D.
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
sibor@ped.muni.cz

Integrated Thematic Education as a Motivation of Teaching Science Subjects at Primary School

Integrovaná tematická výuka jako motivační prvek přírodovědné výuky na základní škole

Monika ŠINDELKOVÁ; Irena PLUCKOVÁ; Martina ZOUHAROVÁ

Abstract

The paper deals with integrated thematic education at primary school. It can be inspiration for teachers and pupils of the second grade primary school. It points out that an important element in education is motivation. Important aspects of motivation are research, exploration and experimentation. The paper contains the structure of project day "Great Egg Robbery" at primary school. Topic of integrated thematic education is current theme. The research focuses on the use of integrated thematic education at primary schools.

Keywords

integrated thematic education; motivation; science education

Abstrakt

Článek je věnován integrované tematické výuce (dále ITV) na základní škole a může sloužit jako předloha pro tvorbu ITV pro žáky druhého stupně základní školy. Nenásilně poukazuje na skutečnost, že důležitým prvkem ve výuce je motivace. Významnými aspekty motivace u žáků základních škol jsou bádání, zkoumání a experimentování. Příspěvek obsahuje strukturu konkrétního návrhu „projektového dne" na téma „Velká vajíčková loupež". Výuka formou ITV je aktuální téma, což je podloženo provedeným orientačním výzkumném šetření. Dané výzkumné šetření se věnuje využívání ITV na základních školách.

Klíčová slova

integrovaná tematická výuka; motivace; přírodovědné vzdělávání

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-19*

Úvod

Neoddělitelnou součástí učení je motivace. Pojem motivace se ustálil až na počátku 20. století. Jelikož se nepodařilo vytvořit jednotnou definici tohoto pojmu, tak existuje několik formulací, které pojem motivace vymezují. Nakonečný (1996) uvádí, že motivace je proces, jehož výsledkem je motiv. Jedná se o jakýsi impuls, který má žáky nasměrovat a podněcovat k určitým výkonům a cílům.

Motivaci žáků ovlivňuje řada faktorů např. míra rozvoje sociálních, intelektuálních, emocionálních i psychických kompetencí. Tyto vlivy jsou značně vymezující, proto by měl učitel ke každému žákovi přistupovat individuálně a rozvíjet jeho dominantní stránku. Dle Čápa (2007) dobrá znalost žáků příznivě ovlivňuje emoční klima vzájemného vztahu učitele a žáka, což se odráží v celkovém přístupu žáka ke školní práci a její přípravě.

Lokšová (1999) klasifikuje tři hlavní kategorie, které mají při motivaci žáka ve výchovně-vzdělávacím procesu zásadní význam:

- škola – zásadní význam osobnost učitele a jeho vyučovací styly;
- osobnost žáka – jeho kognitivně regulační systém;
- rodina – celková atmosféra rodiny, vztahy uvnitř rodiny.

Realizace integrované tematické výuky na základní škole

ITV musí mít smysluplný obsah a úplně nejlépe vycházet ze skutečného života a přirozeného světa kolem nás. Žáci by měli být schopni využít svých dosavadních vědomostí a dovedností. Smysluplný obsah by měl být přínosný v životě žáka a měl by také umožnit vyhledávání nových poznatků.

Pro samotného učitele je tvorba a implementace ITV velmi náročná. Učitel musí ITV vytvářet na základě znalostí, dovedností, postojů a porozumění žáků. Dále při této výuce účinkuje v hlavní roli, a to ve funkci organizátora vyučovacího procesu, který za vše zodpovídá.

Téma dané ITV bylo nazváno „Velká vajíčková loupež“. Samotná výuka byla koncipována jako skupinová práce, každá skupina žáků musela absolvovat aktivity na 5 stanovištích.

Názvy jednotlivých stanovišť:

1) Možné podoby
2) Oddělení výzkumu
3) Rejstřík trestů
4) Oddělení tělesných trestů
5) Naposledy viděno

Žáci měli na každém stanovišti za úkol získat indicii, která je měla dovézt k odcizenému vejci. Na každém stanovišti museli vykonávat různé úkoly s odlišnou náročností. Časová dotace na každém stanovišti činila 20–25 minut. Na úvod byl žákům předán telegram, který je nenásilnou formou uvedl do daného tématu.

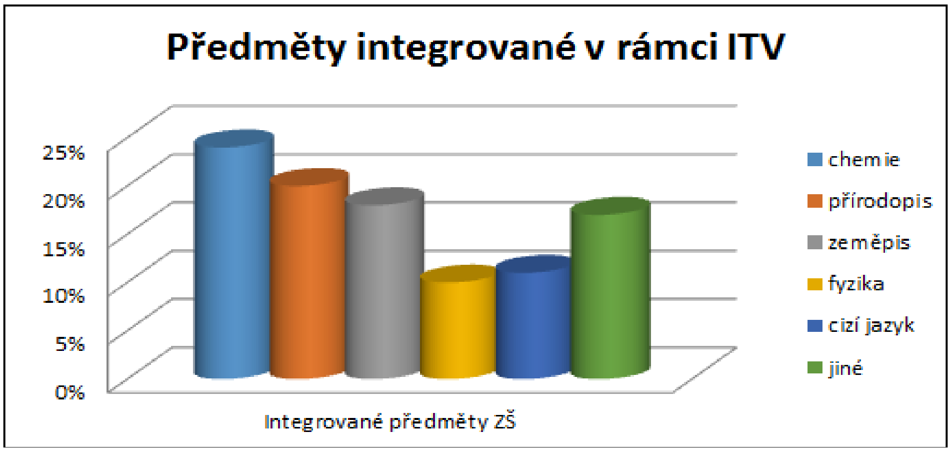
Orientační výzkumné šetření

Orientační výzkumné šetření se zabývá využitím ITV ve výuce žáků druhého stupně základní školy. Toto orientační výzkumné šetření bylo provedeno formou dotazníkového šetření. Cílem orientačního výzkumného šetření bylo zjistit, zda se žáci s ITV setkávají a jaké předměty nejčastěji daná výuka integruje. Počet respondentů je 86, jedná se o žáky 8. ročníku základní školy (dále jen ZŠ). Do daného šetření se zapojily čtyři ZŠ v Jihomoravském kraji. Výběr respondentů byl proveden pomocí stratifikovaného výběru. Každý respondent obdržel krátký papírový dotazník.

Výsledky orientačního výzkumného šetření

Předložené orientační dotazníkové šetření ukazuje, že se žáci 8. ročníků ZŠ s formou integrované tematické výuky setkávají minimálně jednou ročně (více jak 78 % respondentů). ITV vždy integruje více konkrétních vyučovaných předmětů na ZŠ. Nejčastěji se jedná o přírodovědné předměty. Tento fakt byl potvrzen i respondenty, více jak 46 % jich uvedlo, že ITV se kterou se měli možnost setkat, integrovala výhradně přírodovědné předměty (např. chemii, přírodopis, fyzika a zeměpis). Objevilo se 31 % respondentů, kteří se v rámci ITV setkali s humanitními předměty (např. cizí jazyk, hudební výchova či pracovní činnosti). Největší procentuální zastoupení z přírodovědných předmětů má předmět chemie (24 %), na druhém místě je předmět přírodopis (20).

Graf 1: Procentuální zastoupení předmětů integrovaných v rámci ITV



Zdroj: Vlastní zpracování

Závěr

ITV oživuje a kultivovaně zpříjemňuje vzdělávací proces, což je pro žáky velmi přínosné. Během realizace ITV je rozvíjena vnitřní motivace k učení pomocí využití aktivizačních metod. Maňák (2003) k těmto metodám řadí metody diskusní, badatelské, situační, inscenační a didaktické hry. Z provedeného orientačního dotazníkového šetření je patrné, že se žáci s ITV setkávají na ZŠ alespoň jedenkrát ročně. Při samotné ITV žáci ve skupinkách vypracovávají různé úkoly, přičemž využívají dosavadních a nově získaných vědomostí, dovedností a zkušeností. ITV umožňuje uplatňování mezipředmětových vztahů v rámci obsahu jednotlivých předmětů a propojení teoretických poznatků s praktickými činnostmi.

Literatura

Čáp, J. (2007). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál.
Lokšová, I. (1999). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál.
Maňák, J. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.
Nakonečný, M. (1996). *Motivace lidského chování*. Praha: Academia.

Kontakt

PhDr. Monika Šindelková
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
sindelkova@ped.muni.cz

Mgr. Irena Plucková, Ph.D.
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
pluckova@mail.muni.cz

Bc. Martina Zouharová
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
391703@mail.muni.cz

The Profesional teacher´s portfolio

Profesní portfolio učitele

Kateřina ŠMEJKALOVÁ; Monika ŠINDELKOVÁ

Abstract

The new career charter of the teaching profession in the Czech Republic will be implemented from September 2017. The paper describes the portfolio as a tool for professional and personal growth of the teacher, but also as a source for the evaluation of teaching work. The authors point out possible risks in the processing of the portfolio. The features and goals of the portfolio are further characterized in the text. The authors present the individual phases of the portfolio and describe how it is possible to work with the material included in the portfolio. Systematically arranged material in the portfolio should help the teacher to better present his work. The teacher will be able to return back to his / her present activities in his / her portfolio. The portfolio should not only be about the knowledge and skills, but also the developing attitudes of the teacher. An example of pedagogical practice is the possibility of presenting the teacher's work. This is mainly about the inclusion of examples of typological or extraordinary practices in the portfolio.

Keywords

professional portfolio; pedagogical practice; teacher's work presentation; self-reflection;

Abstrakt

Nový kariérní řád učitelské profese v České republice začne být realizován od září roku 2017. Příspěvek popisuje portfolio jako nástroj pro profesní a osobní růst učitele, ale také jako zdroj pro hodnocení pedagogické práce. Autorky uvádí možná rizika při zpracování portfolia. *V textu je dále charakterizována funkce a cíle portfolia. Autorky uvádí jednotlivé fáze portfolia a charakterizují jakým způsobem je možné s materiálem zařazeným v portfoliu pracovat. Systematicky uspořádaný materiál v portfoliu by měl pomoci učiteli lépe prezentovat svoji práci. Učitel se ve svém portfoliu bude moci ke svým, prezentovaných aktivitám vracet zpětně. Portfolio by mělo být nejen o vědomostech* a *dovednostech, ale také vyvíjejících se postojích učitele. Na příkladu z pedagogické praxe jsou uvedené možnosti prezentace práce učitele. Jedná se především o zařazování příkladů typových nebo naopak mimořádných z pedagogické praxe* do portfolia.

Klíčová slova

profesní portfolio; pedagogická praxe; prezentace učitelovi práce; sebereflexe

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-20*

Úvod

Učitel zásadně ovlivňuje úroveň vzdělání, které žák či student dosáhne. Učitelé by měli získávat zpětnou vazbu o svém profesním vývoji (Trunda, 2012, s. 5). Často se zamýšlíme nad otázkou, jak by měl učitel prezentovat svoji práci. Možností zkvalitňování profesního působení učitele je sebereflexe (Švec, 1998, s. 114-115). Účinným nástrojem sebereflexe může být profesní portfolio učitele. Při sebereflexi jde o uvědomování si svých subjektivních poznatků, zkušeností, myšlenek a prožitků z vlastní pedagogické činnosti, z řešení pedagogických problémů (Švec, 1998, s. 114-115). Sebereflexe vede učitele k dalšímu vzdělávání a sebevzdělávání. Ze strany učitele se jedná o dovednost vést se sebou vnitřní dialog (Korthagen, 1992, s. 266-271). Tyto dovednosti zahrnují dovednost klást si sebereflektivní otázky, dovednost vyjadřovat písemně odpovědi na tyto otázky, dovednost popsat a zhodnotit vlastní pedagogickou činnost (Švec, 1998, s. 115). Sebereflexe není ničím novým, každý učitel více či méně diskutuje „sám se sebou" o výsledcích své pedagogické práce. Pokud bude sebereflexe součástí portfolia, může být také přínosem ve skupině kolegů.

Význam má portfolio bez pochyby i pro management školy. Management školy může na základě hodnocení portfolií učitelů dále rozvíjet týmovou práci školy a správně rozhodovat o výběru vedoucích učitelů předmětových skupin, třídních učitelů, výchovných proradců apod. (Trojan, 2016; Trunda, 2012, s. 5).

Jako problematický se může zdát výběr dokumentů, příkladů reálné pedagogické praxe pro portfolio. Jedná se zejména o popis vlastní pedagogické činnosti učitele, kterou realizoval a následně verbalizuje svoje prožitky a zkušenosti, hledá příčiny tohoto svého chování i cesty k jeho případné změně (Painter, 2001; Spilková, 2010). Lze se domnívat, že vytvoření záznamu sebereflexe do portfolia se stává pro učitele náročnější, jestliže je součástí oficiálního hodnocení jeho práce. Můžeme si klást otázky, zda bude hodnocení profesních portfolií opravdu objektivní ze strany managementu školy a zda bude portfolio učitele skutečně sebereflexí. Zmíněné úvahy však budeme moci diskutovat, až ze zkušeností samotných učitelů a managementů škol.

Cíl portfolia

Portfolio můžeme charakterizovat, jako záměrně vytvořený a utříděný soubor informací, shromážděných za účelem prezentace práce učitele (Trunda, 2012, s. 6-7). Lze předpokládat, že v současné době každý učitel má soubor svých příprav na vyučovací hodinu a to obsahových i metodických. Učitelé disponují velkým množstvím dokumentů vztahujících se k jejich výchovně-vzdělávací profesní kariéře. Je však třeba zdůraznit, že každý učitel má svůj systém práce s výše uváděnými dokumenty. K některým aktivitám se učitel vrací a některé zůstávají v pozadí, i přestože jsou svým charakterem jedinečné. Portfolio by mělo být o záznamu postupu, kterým učitel obyčejně postupuje – typových příkladech, a pak o záznamech mimořádných případů. Učitel by měl být schopen ze svých materiálů vložit do portfolia dokumenty a artefakty, které jsou reprezentativní a vypovídají o profesním vývoji učitele (Trunda, 2012, s. 6-7).

Portfolio bude významným podkladem pro hodnocení práce učitele managementem školy. Portfolio by mělo být nástrojem spoluúčasti učitele na vlastním rozvoji a hodnocení (Trunda, 2012, s. 7). Hovoříme tedy o nástroji pro profesní a osobní růst učitele. Funkce portfolia je prezentační, ale také reprezentační vůči práci učitele. V rámci portfolia by měl učitel svoji práci hodnotit. Portfolio by mělo podporovat sebereflexi, další vzdělávání a představy sebe-rozvoje učitele v souvislosti s potřebami konkrétní školy (Koubek, 2015).

Práce s portfoliem vyžaduje systémovost a pravidelnost. Při práci s portfoliem je důležitá součinnost učitele a vedení školy. Z kvalitní práce učitele mohou čerpat ostatní členové pedagogického sboru nebo naopak pro nedostatek je třeba hledat cestu k nápravě (Koubek, 2015; Trojan, 2016).

Práce s portfoliem

Důležité je uvědomit si doporučovanou strukturu portfolia v souvislosti s jeho tvorbou. Portfolio obsahuje strukturovaný profesní životopis učitele, který charakterizuje potenciál jeho vědomostí a dovedností. Osobnostní vzdělávací platforma, následně vypovídá o rozvoji postojové složky učitele, která může být prezentována spontánní zpětnou vazbou od žáků, rodičů nebo kolegů. Součástí je následně plán profesního rozvoje učitele, jeho osobní profesní cíle a kroky k jejich dosažení. Portfolio je následně doplněné dokumenty dokládající naplňování rámce profesních kvalit učitele (Trunda, 2012, s. 8, s. 12-19). Těmito dokumenty jsou např. plány výuky, způsoby hodnocení žáků, reflexe výuky, rozvoj spolupráce s kolegy, spolupráce s rodiči.

Práci s portfoliem můžeme rozdělit do čtyř fází (Trunda, 2012, s. 8-9). Každá fáze je nezbytná pro výběr a zařazení dokumentů pro portfolio. Žádnou z fází nelze vynechat, jak uvádí ve své publikaci Trunda (2012, s. 8-9):

- ✓ První fáze – poměrně pro učitele obtížná část, kdy by měl vybrat vhodný dokument do svého portfolia. Učitel by při výběru dokumentu měl odpovědět na otázky: Co se mi v uplynulém období podařilo? Co mne zajímá, co bych rád studoval? Jaká pedagogická aktivita je pro mne přínosem? Vytvořil jsem nějaké pracovní listy pro žáky? …
  Důležité je, aby si učitel uvědomil proč zařadil tento dokument do svého portfolia.
- ✓ Druhá fáze – pokud mám vybraný dokument je nutné tento výběr analyzovat a reflektovat zda se vybraný materiál vztahuje k procesům vyučování a výchově. Nezbytná je analýza dokumentu vzhledem k profesnímu rozvoji učitele. Dokument by měl být pro učitele přínosný z pohledu rozvoje jeho vědomostí, dovedností a postojů, měl by reprezentovat jeho práci s žáky, rodiči, ale také s kolegy. První a druhá fáze je velmi důležitá. Dá se říci, že i pro zkušeného učitele jsou tyto dvě fáze obtížné.
- ✓ Třetí fáze – zahrnuje hodnocení portfolia. Cílem třetí fáze je získat komplexní pohled na výkon profese konkrétního učitele nebo jeho část. Část výkonu můžeme specifikovat jako např. hodnocení žáků, práci s rodiči žáků, využívání vybraných vyučovacích metod. Hodnocení by měl provádět každý učitel v rámci sebereflexe, dále potom učitel – autor portfolia se svým přímým nadřízeným. Doporučením je forma strukturovaného rozhovoru, jako nejefektivnější technika. Rozhovor poskytuje okamžitou zpětnou vazbu nejen učiteli, ale také osobě, která je hodnotitelem portfolia (managementem školy).
- ✓ Čtvrtá fáze – na základě výsledků hodnocení portfolia učitel tvoří s managementem školy svůj osobní rozvoj pro příští období. Většinou mluvíme o období jednoho školního roku.

Pro představu je vhodné ukázat na příkladu dokument, který by mohl být zařazen do profesního portfolia učitele.

Příklad dokumentu pro portfolio

Jako příklad pro portfolio byl vybrán dokument mapující zpracování a realizaci projektového dne studentů Pedagogické fakulty, Masarykovy univerzity. Při výběru dokumentu byl kladen důraz na možnosti přínosu pro profesní růst učitelů, ale také jedinečnost propojení teorie s praxí při vzdělávání studentů – budoucích učitelů. Popisovaný příklad byl realizován se studenty učitelství v rámci předmětů zabývajících se dopravními systémy a dopravní výchovou. V portfoliu bude metodická a obsahová příprava učitele, včetně popisného zpracování studentem, který projektový den realizoval v rámci své bakalářské práce. Významný pro portfolio je komentář, který by doprovázel zpracovanou komplexní přípravu učitele a dokumentaci projektového dne navrhovaného a komentovaného studentem.

Je třeba zdůraznit, že se jednalo o dva na sobě nezávislé projektové dny, realizované s časovým odstupem. Na realizaci se podílela vždy jiná studijní skupina. Následující obsah komentáře se nejdříve zaměřuje na projektový den konaný v akademickém roce 2015/2016 a poté navazuje na projektový den realizovaný v akademickém roce 2016/2017:

- ✓ V roce 2016 v jarním semestru akademického roku 2015/2016 byla zadána bakalářské práce na téma „Prevence rizikového chování v dopravě“ (Trepešová, 2017).
- ✓ Studentka se v rámci zvoleného tématu rozhodla navrhnout a realizovat projektový den zaměřený na prevenci v oblasti rizikového chování v dopravě.
- ✓ Vybranou cílovou skupinou bylo 20 žáků MŠ a ZŠ pro tělesně postižené, Brno, Kociánka 6.
- ✓ Realizace projektu proběhla 22. září 2016 a 26. září 2016.
- ✓ Místo realizace projektového dne byla MŠ a ZŠ pro tělesně postižené a dále Areál dopravní výchovy a vzdělávání Městské policie Brno (dopravní hřiště).
- ✓ Problémové **okruhy:**
    - ➢ Jak vzniklo téma zaměřené na primární prevenci v dopravě?
    - ➢ Jaká byla cílová skupina dětí? Pilotně ověřit navržený projekt či nikoliv? Co projekt přinese?
    - ➢ Jakým způsobem byla aktivita organizovaná? Jaký podíl na organizaci měla studentka? Jaké organizační kroky musel organizovat učitel? Jaké materiální a personální zabezpečení projektu je třeba zajistit? Jak velký byl realizační tým studentů? Kde bylo třeba studentům pomoci? Jaký byl časový harmonogram? …
- ✓ **Přínos pro nás?**
    - ➢ Ověření, že studenti jsou schopni pracovat v týmu a organizovat výchovně-vzdělávací aktivity v rozsahu převyšující běžnou vyučovací jednotku, tedy 45 minut.
    - ➢ Je třeba studentům pomáhat, zejména s časovým plánováním jednotlivých prací na výchovně-vzdělávací aktivitě většího rozsahu. Vést studenty k pečlivé a systémové práci na tvorbě pedagogické dokumentace.
    - ➢ Pozitivní bylo zejména doporučení studentům, že musí znát cílovou skupinu dětí před samotnou realizací projektu na dopravním hřišti. V našem případě cílovou skupinou byli žáci s lehkým mentálním postižením. Z tohoto důvodu byla před praktickou částí projektového dne na dopravním hřišti, navržena aktivita v prostředí MŠ a ZŠ pro tělesně

postižené. Studenti tak mohli děti poznat do té míry, aby program na dopravním hřišti byl včas přizpůsoben vědomostem a dovednostem cílové skupiny žáků.

S výše uvedenými zkušenostmi učitele se začal realizovat druhý projektový den a to v akademickém roku 2016/2017 (Obrázek 1). O projektovém dni „Hrou na dopravním hřišti, bezpečně v provozu“ můžeme uvést následující:

- ✓ V roce 2017 v jarním semestru byla zadána bakalářské práce na téma zabývající se prevencí v oblasti dopravního prostředí.
- ✓ Student, který si téma zvolil, se rozhodl navrhnout projektový den zaměřený na volnočasové aktivity cílové skupiny dětí od 3 do 12 roků věku.
- ✓ Cílem projektového dne bylo propojení dopravní výchovy s první pomocí.
- ✓ Místo realizace: Areál dopravní výchovy a vzdělávání Městské policie Brno (dopravní hřiště).
- ✓ Realizace projektu: 10. května 2017.
- ✓ **Problémové okruhy:**
  - ➢ Cílová skupina dětí: věk, počet? Nejdříve jsme se orientovali na děti a vnoučata zaměstnanců Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Předpokládalo se, že se přihlásí asi 40 dětí. Tento předpoklad jsme nenaplnili, bylo přihlášeno pouze 25 dětí. Z tohoto důvodu jsme oslovili ředitele dvou základních škol ze statutárního města Brna, kteří možnost účasti na projektovém dni v rámci volnočasové aktivity svých žáků uvítali. Projektového dne se účastnili i děti s rodiči, kteří dopravní hřiště navštívili v rámci široké veřejnosti. Celkem se projektového dne účastnilo 116 dětí.
- ✓ **Přínos pro nás? Doporučení pro další projekty:**
  - ➢ Integrace jednotlivých předmětů zabývajících se dopravní výchovou, zdravovědou, didaktikou, psychologií … je velmi přínosná. Spoluprací jednotlivých učitelů bylo dosaženo tematického propojení jednotlivých problematik z teoretické roviny do reálné pedagogické praxe.
  - ➢ Získali jsme zkušenosti se zajištěním dětí – účastníků projektu. Potvrdila se nezbytnost znalosti věkové skupiny dětí, včetně jejich počtu.
  - ➢ Ze zkušeností z projektu realizovaném v roce 2016, bylo třeba dodržet, aby vedoucí student se v průběhu projektového dne věnoval pouze organizačním záležitostem.
  - ➢ Do projektu se zapojilo více různých studijních skupin studentů, dále Městská policie Brno, Dopravní podnik města Brna, Střední odborné učiliště zemědělství a služeb Dačice.
  - ➢ Pozitivní je pokud studenti vidí učitele jako tým, pracují také oni v týmu.

Obrázek 1: Ukázka z realizace projektu 2017

Zdroj: Šindelková, 2017

Závěr

Profesní portfolio učitele je dokument, ve kterém je zaznamenán posun učitele v jeho vědomostech, dovednostech, ale také postojích. Portfolio, umožňuje učiteli, svým strukturovaným uspořádáním vracet se k jednotlivým dokumentům – navazovat na ně a doplňovat je. Není snadné vybrat dokument, výchovně-vzdělávací aktivitu a zařadit jí do portfolia. Portfolio by mělo být výběrem příkladů, které učitele v jeho profesi obohacují a posouvají dál.

Portfolio by mělo být zamyšlením nad vlastní pedagogickou prací, uvědoměním si co v konkrétním příkladě přináší vlastní praxi, vzdělávaným, školní instituci, kolegům, rodičům. Prezentovaný příklad pro portfolio ukazuje možnost integrace předmětů v návrzích a realizacích pedagogického projektování. Příklad upozorňuje na možnosti využití týmové práce studentů – budoucích učitelů a jejich kreativitu v pedagogickém projektování. V příkladu pro portfolio autorky uvádí přínosy pro svoji další pedagogickou činnost, což je jedním z hlavních cílů prezentace dokumentace.

Literatura

Koubek, J. (2015). *Řízení lidských zdrojů: základy moderní personalistiky* (5., rozš. a dopl. vyd.). Praha: Management Press.

Korthagen, F. A. (1992). *Techniques for Stimulating Reflection in Teacher Education Seminars*. Teaching & Teacher Education, 8, č. 3, s. 265-274.

Painter, B. (2001). *Using teaching portfolios*. Educational Leadership.

Spilková, V., & Tomková, A. (2010). *Kvalita učitele a profesní standard*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Švec, V. (1998). *Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku*. Brno: Masarykova univerzita. Retrieved from ttp://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:92ece4c0-fc62-11e3-9789-005056827e52

Trepešová, V. (2017). *Prevence rizikového chování v dopravě.* Brno, Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání

Trojan, V., Trojanová, I., & Trunda, J. (2016). *Vybrané kapitoly ze školského managementu pro učitele*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Trunda, J. (2012). *Profesní portfolio učitele: soubor metod k hodnocení a sebehodnocení*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání.

Kontakt

JUDr. Mgr. Ing. Kateřina Šmejkalová
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
smejkalova@ped.muni.cz

PhDr. Mgr. Monika Šindelková
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
sindelkova@ped.muni.cz

Motivational simple experiments in science education

Josef TRNA

Abstract

The motivational role of school experiments in science education is still growing. Motivation in education is realized using cognitive motivational teaching techniques. Several cognitive motivational teaching techniques are based on observation and experimentation. From the pedagogical constructivist point of view it is important to develop appropriate school experiments for school practice. Presented cognitive motivational teaching techniques are based on special kinds of simple experiments such as: experiments of everyday life, entertainment-edutainment experiments, problem experiments, experiments supported by ICT etc. All presented simple experiments are developed by a use of design-based research including action research in school practice at primary and lower secondary schools.

Keywords

cognitive motivation; science education; simple experiments

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-21*

Introduction

Many science teachers and educators perform school experiments. They usually do not think about the concrete implementation of these experiments in teaching and learning science (Trna & Trnova, 2015). The school experiment should consist of three parts: correct presentation of scientific phenomena, successful technical and safety presentation, and appropriate educational implementation.

If teachers use a wrong teaching method for an experiment, they do not achieve the desired educational objectives including motivation. This study concentrates on development and increasing motivational effectiveness of school science experiments. Every educational activity based on experiments can be a motivational incentive for students, but simple experiments have strong motivational effects on students.

Problem statement

The process of learning science depends a great deal on students' motivation. Science teachers must be constantly aware of this fact. Motivation has a psychological basis and science educators should take it as a starting point for their research. The research results concerning the issue of motivating students must be implemented in continuous professional development (hereinafter CPD) of teachers.

Motives are psychological characteristics of a personality that we consider to be the internal cause of behaviour (Bransford, 2000). Motives consist of elementary structures called needs. Needs are elementary motives, which we can imagine as the condition of lack or abundance in the organism, causing tension which starts activity. Motivation is a psychological process, in which motives are implemented into the behaviour and experiences of an individual by outside factors.

In teaching and learning can be find three special types of needs: social, achievement and cognitive needs. The set of social and achievement needs includes identification and positive relationships, status, influence, competence, realised goal of a successful performance and avoidance of failure. Social and achievement needs lead to external motivation of students which can be both positive and negative and this is the biggest disadvantage of these needs. This disadvantage is not included in the third type of cognitive needs. That is why we study cognitive motivation.

Science teachers must be equipped with appropriate professional knowledge and skills how to motivate students. The previous research (Trna & Trnova, 2006) indicated the most effective cognitive teaching techniques of students' motivation in science.

A set of cognitive motivation teaching techniques by which students can be motivated were identified. The two main groups of cognitive motivation teaching techniques were defined (Trna & Trnova, 2006):

Science cognitive motivation teaching techniques:

- Stimulation through unconscious perception and experimentation
- Using models of natural objects and phenomena
- Applying systematisation of science knowledge
- Use of similarity and analogy between natural objects or phenomena
- Undertaking problem tasks and projects
- Demonstrating simple experiments and toys
- Seeing paradoxes and tricks
- Watching films, video programmes, TV programmes and computer programmes
- Experiencing humour in science
- Visiting science museums and centres

Interdisciplinary cognitive motivation teaching techniques:

- Science for life (especially related to social issues - health, food, energy, and environment)
- Applications of science knowledge in technology
- Use of ITC in science
- History related to science discoveries and scientists' lives
- Analysis of scientists' quotations
- Use of sci-fi literature and films
- Application of the relation between science and art
- Use of philosophical aspects of science

Most of these cognitive motivational teaching techniques can be based on observation and experimentation. Simple experiments have the strongest motivational effectiveness. Combinations of cognitive motivational teaching techniques result in upgrading students' motivation. An additional upgrade of motivational effectiveness can be realised especially with the use of interdisciplinary connections.

A simple experiment is a special type of school experiments defined variously (Haury & Rillero, 1994). The simple experiment can be defined by description of its aspects which are: transparency, activity of students, easy realisation, creativity of students and teachers, low costs, prevention of misconceptions, motivational effects, etc. (Trna, 2005). Simple experiments are the basis of hands-on and minds-on activities and the source of strong motivation. Simple experiments can activate cognitive needs such as problem solving, but can also satisfy the needs of our senses and kinaesthetic activity. This simultaneous activation of two or more cognitive needs can result in a strong motivational impact (Trna, 2011). Simple experiments are also beneficial in education, because they do not require complex and expensive equipment and students can perform them in class and at home.

Purpose of the study

Selection of appropriate science experiments and their effective implementation in teaching and learning are our main research tasks. The research questions were:

- *What motivational role do experiments play in science education?*
- *What kinds of experiments are appropriate for motivation of students?*

The answers to the both research questions are the basis of successful and effective students' motivation in science education. The development of curriculum materials, especially in the form of sets of appropriate motivation experiments and guidelines for their implementation must follow.

Research methods

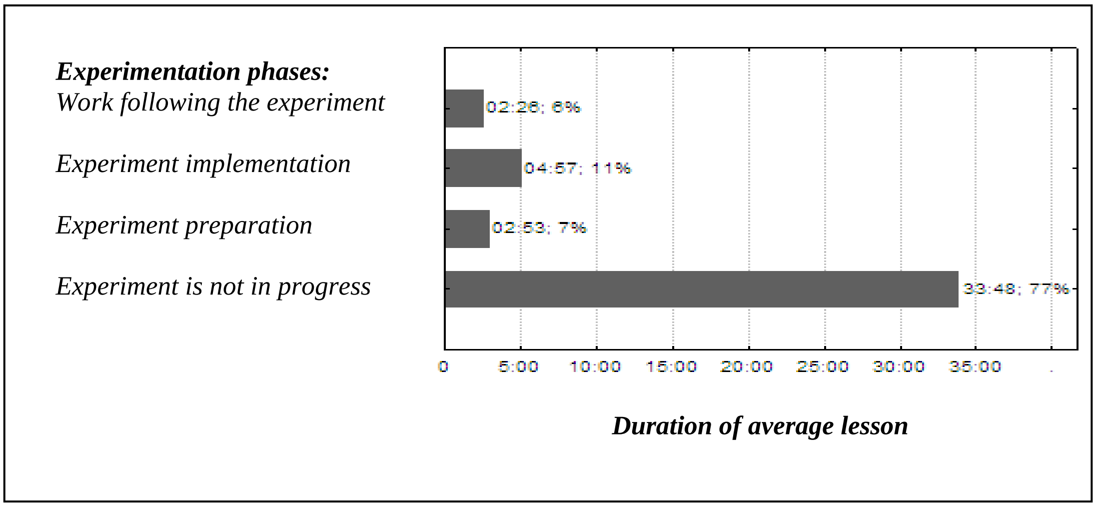
The first research question was answered using a video-study method. This method is based on an analysis of video recordings of lessons. This method was transferred from university centres in Germany (Kiel) (Tesch, 2005) and Switzerland (Zürich, Bern) to the Faculty of Education, Masaryk University (Janik & Mikova, 2006).

The second research question was answered using design-based research (Reeves, 2006). Several kinds of experiments appropriate for specific cognitive motivational teaching techniques were developed. Verification and validation of these types of experiments were done using action research in school practice.

Findings and results

According to the given categorical system, coding of experimentation phases was completed. The video-analysis was applied on 62 video-recordings of physics lessons with two physics topics: "Composition of forces" (27 video-lessons) and "Electric circuit" (35 video-lessons). A group of thirteen lower secondary school physics teachers from twelve schools were involved.

Graph 1: Representation of experimentation phases in physics lessons



Source: own processing

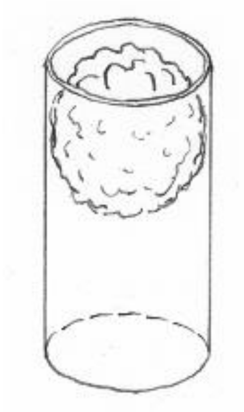
The category "experiment is not in progress" is the most frequent one (77%) in the analysed physics lessons (see Graph 1). If we compare results of all categories, there are unsatisfactory results: the total time spent on experimentation is insufficient and the proportion of the phases is unreasonable. It can be supposed that this condition causes a lack of students' motivation for science education (Novak & Trna, 2009).

It is possible to expect that every school experiment has a motivational impact on students. The fact that simple experiments give the strongest motivational effect is verified by several studies (Trna, 2005). We developed a typology of simple experiments for the application in cognitive motivational teaching techniques based on simple experiments. All the simple experiments were created by the use of design-based research and were verified and validated using action research within a school setting:

- **Impressive simple experiments and observation:** These motivational simple experiments can be called "impressive" experiments, connected with the emotive experience of surprise and beauty. Here can be included demonstrations of optical phenomena: a rainbow, celestial observation, discharges in gas, as well as presentation of natural objects such as flowers, mineral crystals, coloured aquarium fish and exotic birds.
- **Simple experiments of everyday life and safe living:** Everyday living and safe living are two groups of very interesting educational contents used in science education. If we combine simple experiments from every day and safe living, we provide a powerful source for students' motivation.
- **Entertainment-edutainment simple experiments:** Toys in the role of a simple experiment include the need to use senses, kinaesthetic activities and relaxation function. There is successful evidence of the motivational efficiency of toys. Bubble makers, yo-yos, click-clacks and kaleidoscopes are good examples.
- **Simple experiments supported by ICT:** New possibilities in education benefit from information and communication technologies (ICT). ICT can be used effectively also for implementation of simple experiments in teaching science. The motivational effect of these experiments is based on students' interest in using ICT.

- **Problem and paradox simple experiments:** Problem and paradox simple experiments have a very strong motivational impact. We are presenting an example of such simple experiments: *We put a paper ball into a tube (e. g. toilet paper tube). The paper ball has to be of the same diameter as the tube so it does not fall out easily (see Picture 1). We hold the vertical tube with the paper ball in one hand and try to tap with splayed fingers on the top of the tube to get the ball out of the tube. The ball does not fall out and surprisingly crawls upwards inside the tube. Explanation: Surprising behaviour of the ball is caused by its inertia.*

Picture 1: Inertia of a paper ball



Source: own processing

Conclusions and recommendations

School science experiments are significant instruments for effective and motivational science education. Simple experiments have strong motivational effectiveness and can be used in several cognitive motivational teaching techniques. There are several applications of these experiments in teaching science.

A science teacher has to obtain detailed information about simple science experiments and about their role in science education. Not only knowledge but also acquiring skills to experiment simply is very important (Royer, Cisero, & Carlo, 1993). Acquisition of these professional skills happens through teacher's experience and that's why the acquisition is not possible during pre-service teacher training.

References

Bransford, J. D., (Ed). (2000). *How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School*. Washington: National Academies Press.

Haury, D. L. &, Rillero, P. (1994). *Perspectives of Hands-On Science Teaching.* Columbus: ERIC-CSMEE.

Janik, T., & Mikova, M. (2006). *Videostudie.* Brno: Paido.

Novak, P., & Trna, J. (2009). Video-study of the role of experiments in physics education. In *Multimedia in Physics Teaching and Learning.* Udine (Italy): University of Udine.

Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. (pp. 86-109). London, UK: Routledge.

Royer, J. M., Cisero, Ch. A., &, Carlo, M. S. (1993). Techniques and procedures for Assessing Cognitive Skills. *Review of Educational Research* 2, 201-243.

Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht: Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Kiel: IPN.

Trna, J. (2011). How to motivate science teachers to use science experiments. In *ICSIT 2011. The 2th International Conference on Society and Information Technologies. Proceedings* (pp. 142-144). Orlando (USA): International Institute of Informatics and Systematic.

Trna, J. (2005). Motivation and Hands-on Experiments. In *Proceedings of the International Conference Hands-on Science in a Changing Education. HSci2005*. (pp. 169-174). Rethymno (Greece): University of Crete.

Trna, J., & Trnova, E. (2006). Cognitive Motivation in Science Teacher Training. In *Science and Technology Education for a Diverse Word.* (pp. 491-498). Lublin (Poland): M. Curie-Sklodovska university press.

Trna, J., & Trnova, E. (2015). The Current Paradigms of Science Education and Their Expected Impact on Curriculum. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. *197*, 271-277.

Contact

doc. RNDr. Josef Trna, CSc.
Masaryk University, Faculty of Education
Poříčí 7, 603 00 Brno, Czech Republic
trna@ped.muni.cz

Mind maps (Mental maps) and their use in teaching

Pojmové mapy a ich využitie vo vyučovacom procese

Andrej VANKO

Abstract

In this article, we are describing history of mind maps, usage in real world and at last how they can be applied for teaching geometry in high school. We will be describing who first thought about idea of mind maps and why mind maps were figured out, what was purpose of mind maps. Than we will speculate about how people perceive the world and how they can so easily remember so much things, understand patterns in the world and add new terms to already learned pool of terms and understand these terms. After this we will show some examples of mind maps and what needs to be done to create good mind map. In the end of article, we will show mind map created from concrete theme in geometry and way how to explain this map for students.

Keywords

mathematics; geometry; mental map; term; perception; hierarchy

Abstrakt

V tomto článku popisujeme históriu pojmových máp, použitie v reálnom svete a nakoniec ich aplikáciu vo vyučovaní geometrie na stredných školách. Popíšeme prečo boli pojmové mapy vytvorené a kto prvý prišiel s myšlienkou pojmových máp. Budeme sa zaoberať vnímaním sveta ľudmi, ich schopnosťou zapamätať si veľké množstvo vecí, pochopiť vzory vo svete, učiť sa a pochopiť nové pojmy pomocou už naučených pojmov. Následne ukážeme niekoľko príkladov pojmových máp a uvedemie čo je potrebné, aby sme vytvorili dobrú pojmovú mapu. Na konci príspevku uvedieme nami vytvorenú pojmovú mapu z konkrétneho učiva geometrie a spôsob jej vysvetlenia.

Klíčová slova

matematika;geometria; pojmová mapa; pojem; vnímanie; hierarchia

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-22*

Úvod

Prvá myšlienka zaoberajúca sa pojmovými mapami vznikla v roku 1972 v Cornellu v hlave pána menom Joseph D. Novak. Táto myšlienka vznikla z potreby lepšieho pochopenia zmien dochádzajúcich v detských vedomostiach v oblasti prírodných vied. Už od mala si pri našom vývine osvojujeme pojmy a spoznávame svet a jeho zákonitosti.

Toto poznanie je v prvých rokoch života sprostredkované prostredníctvom vnímania. Neskôr od tretieho roku života sa k vnímaniu pripája aj jazyk. Od tohto momentu sa proces spoznávania sveta rozširuje o otázky a odpovede, pomocou ktorých si tieto zákonitosti a procesy dejúce sa okolo nás objasňujeme a snažíme sa ich pochopiť.

Vnímať, spoznať, pochopiť

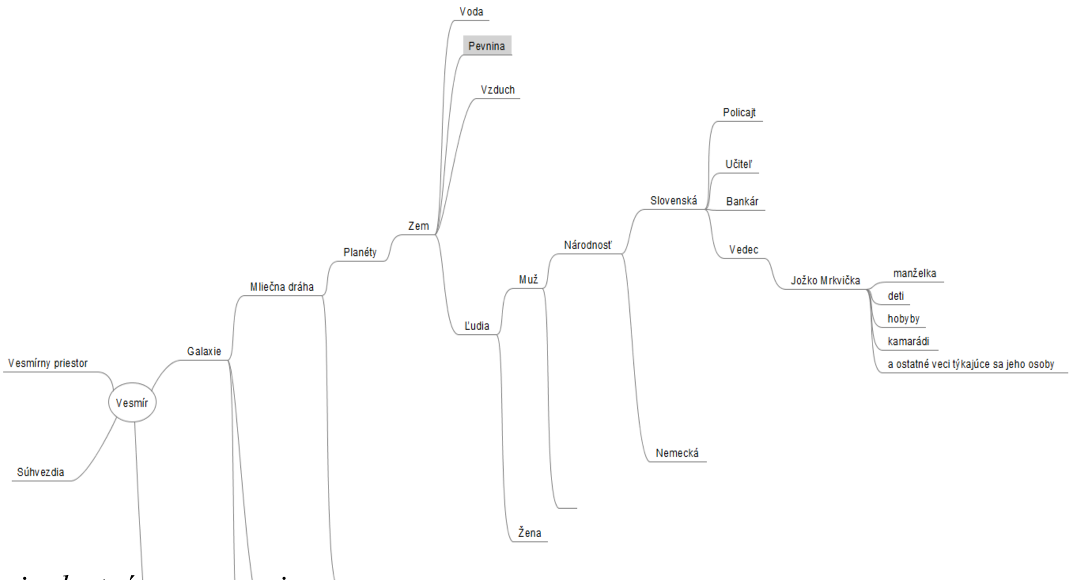
Proces spoznávania sveta nie je jednoduchý. Počas tohto si musíme uchovať a zapamätať veľké množstvo pojmov. Zapamätať si ich všetky je pomerne náročné, a preto si ich každý človek triedi do nejakej prehľadnej štruktúry, ktorá mu pomôže si tieto pojmy zapamätať. Následne všetky nové poznania a zákonitosti sú spájané s predošlými už nadobudnutými vedomosťami a je pre neho menej náročné si tieto nové poznatky zapamätať a pochopiť ich.

Teraz si predstavme, že keď toto usporiadanie, triedenie a napájanie nových poznatkov ľudia robia automaticky s bežnými poznatkami vo svojom živote, ako by sa tento proces dal aplikovať aj na odborné veci, napr. do školstva. Odpoveďou na túto otázku sú pojmové mapy.

Pojmové mapy ako nástroj na efektívnejšie myslenie

Pojmové mapy fungujú na princípe logicky a hierarchicky usporiadaných poznatkov. Na vrchole pojmových máp je jedno slovo, prípadne pojem. Tieto slová alebo pojmy sú všeobecné vyjadrenia značené v obdĺžnikoch prípadne v ováloch. Následne zo slova alebo pojmu na vrchole sa rozširuje jedna alebo viacero čiar do nižšej vrstvy, kde sa nachádzajú ďalšie slová, konkretizujúce slovo vo vyššej vrstve. A takto to ide do stále nižšej a nižšej vrstvy. Pri každom zostupe do nižšej vrstvy dostávame viac konkrétnejších informácií, ktoré nám pomáhajú lepšie pochopiť slovo alebo pojem, nachádzajúci sa v najvyššej vrstve.

Obrázok 1: Príklad pojmovej mapy



Zdroj: vlastné spracovanie

Ako vidíme na obrázku hore, hlavné slovo je vesmír, z ktorého sa následne rozvetvujú ďalšie slová, popisujúce hlavné slovo. Mapa končí slovom konkrétnej osoby ako prvku nachádzajúceho sa vo vesmíre. Táto pojmová mapa je veľmi zjednodušená verzia, ale na každý pojem umiestnený v tejto pojmovej mape by sa dala vytvoriť samostatná pojmová mapa.

Keby sme všetky tieto mapy následne pospájali do jedného celku vznikla by jedna obrovská, ktorá by logicky a hierarchicky opisovala vesmír so všetkými doteraz nadobudnutými poznatkami o ňom a všetko čo sa v ňom nachádza. Aj my ľudia si tvoríme v hlave takéto pojmové mapy umožňujúce nám lepšie pochopiť vesmír a svet v ktorom žijeme. Každá pojmová mapa je v tomto smere jedinečná, lebo svet a vesmír každý vníma inak.

Typy pojmových máp

Poznáme niekoľko typov pojmových máp. Prokš a Hedl (2008) uvádzajú nasledovných 7 kategórií:

1. Pavúkova pojmová mapa – hlavný pojem je umiestnený v strede a ostatné pojmy sú radiálne umiestnené okolo
2. Hierarchická pojmová mapa - informácie sú umiestnené v zostupnom alebo vo vzostupnom poradí podľa ich významu (dôležitosti), pričom najdôležitejšia informácia je umiestnená v hornej alebo v spodnej časti mapy.
3. Pojmová mapa vo forme vývojového diagramu
4. Systémová pojmová mapa
5. Panoramatická pojmová mapa.
6. Trojrozmerná pojmová mapa
7. Mandalova mapa

Pojmové mapy môžeme rozdeliť aj podľa funkcie na organizačné, vizuálne, podporné a iné.

Proces tvorby pojmovej mapy

Tvorba a použitie pojmových máp nie je jednoduchý proces. Pojmová mapa obsahuje niekoľko základných stavebných prvkov a to sú nasledovné:

- Pojem – tvoriaci súčasť ľudského vedomia, sám o sebe nedokáže popísať celý stav, základný stavebný prvok pojmových máp
- Mapa – vizuálny a navigačný prvok, hierarchické usporiadanie
- Vzťah – spája dva a viaceré pojmy do jedného celku, spája aj pojmy, ktoré priamo so sebou nesúvisia (viaceré pojmy sú vzájomne prepojené viacerými vzťahmi).
- Tvrdenie – pojem-vzťah-pojem

Po oboznámení sa so základnými stavebnými prvkami pojmových máp nasleduje samotný proces tvorby a použitia. Tento proces sa rozdeľuje do niekoľkých častí:

1. Definícia problému, témy
2. Naplánovanie si jednotlivých krokov činnosti
3. Sledovanie priebehu činnosti
4. Kontrola výsledkov

1. Definícia problému, témy
Ak chceme pojmové mapy využiť napr. v školstve, je nutné si jasne zadefinovať problém respektíve tému. Následne si danú tému rozanalyzujeme a nájdeme kľúčové pojmy, ktoré sa snažíme hierarchicky usporiadať a vytvoriť medzi týmito pojmami vzťah, ktorý si žiaci ľahko zapamätajú.

2. Naplánovanie si jednotlivých krokov činnosti
Po vytvorení pojmovej mapy si musíme naplánovať v prvom rade spôsob výkladu a prednesu učiva žiakom. Toto je v podstate najdôležitejšia činnosť, pretože aj keď je dané učivo logicky a hierarchicky usporiadané, stále musí byť vysvetlené tak, aby žiaci boli schopný toto učivo dobre pochopiť. Pojmová mapa je len vizualizačná pomôcka uľahčujúca pochopenia učiva zo strany žiakov, na učiteľovi stále leží zodpovednosť učivo vysvetliť. Treba si premyslieť aké pomôcky sa budú pri prednese používať, aké otázky budeme žiakom klásť na overenie pochopenia učiva a udržanie ich pozornosti pri výklade učiva.

3. Sledovanie priebehu činnosti
Pri samotnom výklade učiva je potrebné sledovať aktivitu žiakov, ich pozornosť, aké otázky sa počas výkladu pýtali a či učivu porozumeli

4. Kontrola výsledkov
Aj napriek tomu, že je pojmová mapa dobre pripravená a výklad učiva precízne zo strany učiteľa odprezentovaný, môže sa stať, že žiaci aj napriek tomu, čo učiteľ považuje za dobre vysvetlené, nemusia rozumieť. Preto je dôležité, aby si učiteľ spísal, prípadne zapamätal všetky otázky týkajúce sa nepochopeného učiva počas výkladu. Odpovede na tieto otázky by mal následne zakomponovať do pojmovej mapy a posilniť ju o nové pojmy a upraviť výklad.

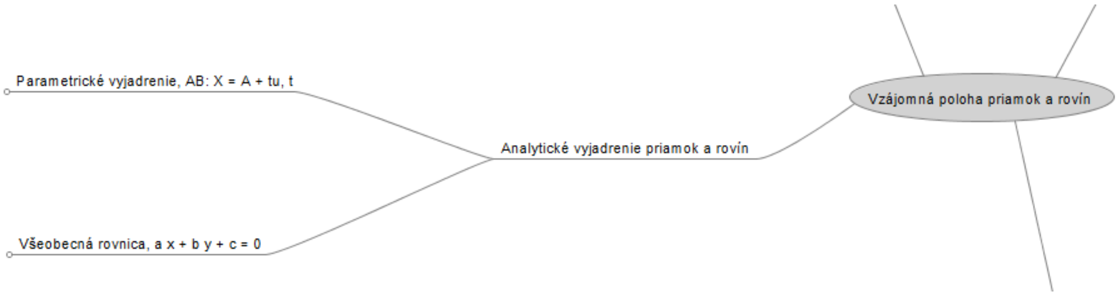
Príklad použitia pojmovej mapy na konkrétnom učive z geometrie

Pojmové mapy sme použili na konkrétnom učive z geometrie. Toto učivo sa zaoberalo vzájomnými polohami priamok a rovín v rovine a môžeme ju rozdeliť do niekoľkých podtém a to:

- Analytické vyjadrenie priamok a rovín
- Vzájomná poloha dvoch priamok
- Vzájomná poloha priamky a roviny
- Vzájomná poloha dvoch rovín

Skôr ako sa budeme zaoberať samotnými vzájomnými polohami priamok a rovín, najprv musíme vedieť ako dokážeme priamky a roviny v rovine vyjadriť.

Obrázok 2: Príklad pojmovej mapy na vzájomnú polohu priamok a rovín



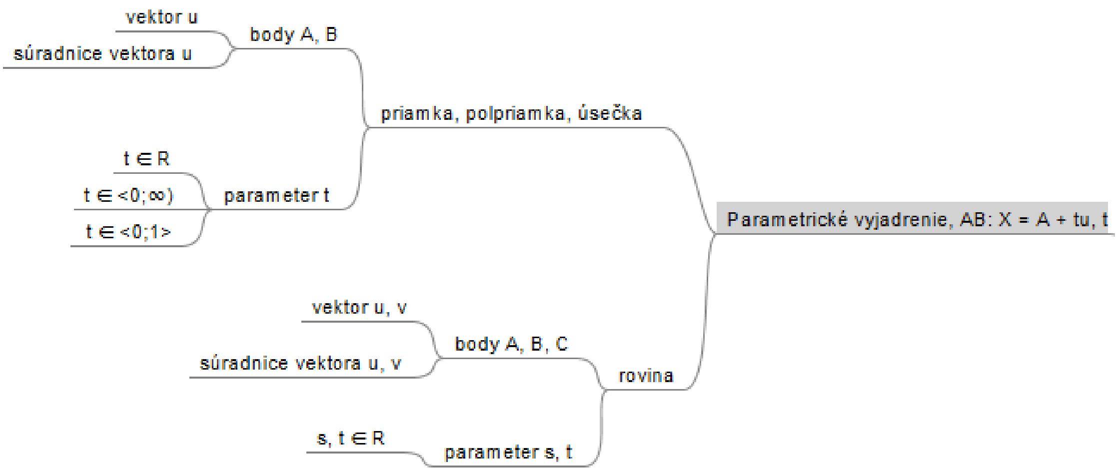
Zdroj: vlastné spracovanie

Ako je vidieť na obrázku, hlavný pojem tejto pojmovej mapy je Vzájomná poloha priamok a rovín v rovine. Z neho následne vychádza čiara do pojmu Analytické vyjadrenie priamok a rovín, ktoré sa následne delí na dve čiary a to do Parametrického vyjadrenia a všeobecná rovnica. Táto časť sa zaoberá vyjadrením priamok a rovín v rovine a je v tejto téme veľmi dôležitá, lebo bez nej, by sme nevedeli tieto polohy identifikovať výpočtom.

Na tejto časti, ukážeme aplikáciu pojmových máp aj s príkladom prednesu na hodine.

Pojmová mapa zaoberajúca sa časťou parametrického vyjadrenie s príkladom vysvetlenia

Obrázok 3: Pojmová mapa na parametrické vyjadrenie



Zdroj: vlastné spracovanie

<u>Príklad prednesu: (priamka, polpriamka, úsečka)</u>

Predtým, než budeme hovoriť o vyjadrení priamky pomocou rovnice, považujeme za vhodné si povedať čo je to priamka. Priamka je lineárny útvar, ktorý je jednoznačne určený 2 rôznymi bodmi a samotná priamka obsahuje nekonečne veľa bodov.

Ako určíme smer tejto priamky? Koľko bodov potrebujeme na určenie smeru?

Ako už vieme z vektorov na určenie smeru vektora potrebujeme ľubovoľné 2 body patriace danému vektoru. Keď toto aplikujeme na priamku a vyberieme si body A a B, z ktorých spravíme vektor **u** = B – A, tak nám tento vektor určuje smer danej priamky. Vektorov na priamke je nekonečne veľa a líšia sa vo veľkosti alebo orientácií. Ako nám tento fakt pomôže pri získaní rovnice priamky?
Keď už vieme, že ľubovoľné 2 vektory sa od seba odlišujú veľkosťou, inak povedané jeden je násobkom druhého, povedzme o t-násobok, tak nám bude platiť nasledujúca rovnosť.

(1) $X - A = t \,.\, \mathbf{u}$

Pričom bod X je ľubovoľne vybraný bod patriaci priamke, A je začiatočný bod vektora **u.**

(p1) $A \longrightarrow B$

(p2) $A \xrightarrow{\hspace{6em}} X$

Rovnicu (1) upravíme, tak že k obom stranám pripočítame bod A čím dostaneme

(2) $X = A + t \,.\, \mathbf{u}$

Z rovnice (2) vidíme, že ak k bodu A pripočítame násobok vektora **u**, tak dostaneme bod X. Čo môžeme vidieť aj z (p2), keďže modrý a oranžový vektor sú rovnobežné a majú rovnaký smer.

Rovnicu (2) nazývame parametrickým vyjadrením priamky. Názornejšie to bude keď to rozpíšeme po súradniciach

(3) $x = a_x + t \,.\, \mathbf{u_x}$
$y = a_y + t \,.\, \mathbf{u_y}$

Teraz sa poďme pobaviť o parametri t. Aké hodnoty môžeme dosadiť za parameter t? Začnime od najľahšej hodnoty a to od 0.

Keď za t dosadíme 0 tak vidíme, že dostaneme bod A.
Ak za t dosadíme 1 dostaneme bod B

Aké ďalšie hodnoty môže nadobúdať? Aké hodnoty môže nadobúdať t pre priamku, polpriamku a úsečku? Ak si uvedomíme aké vlastnosti majú priamka, polpriamka a úsečka, tak dokážeme zodpovedať položenú otázku.

Priamky AB : X = A + t.u, kde t € R, u = B − A
úsečky AB : X = A + t.u, kde t € <0,1> u = B − A
polpriamky AB : X = A + t.u, kde t € (0,∞), u = B − A

Záver

V tomto článku sme chceli vyzdvihnúť význam malo používaných pojmových máp vo výchovno-vzdelávacom procese. Chceli sme upozorniť na fakt, že každý človek vlastne používa pojmové mapy v každodennom živote a ani si to neuvedomuje. Preto sme chceli poukázať na možnosť odbornejšej aplikácie pojmových máp, konkrétne vo výchovno-vzdelávacom procese v oblasti matematiky. Na konkrétnom príklade sme ukázali použitie pojmových máp aj s príkladom vysvetlenia učiva pretransformovaného do pojmovej mapy, kde je učivo logicky a postupne vysvetlené, čo môže mať pozitívny vplyv pri vysvetľovaní nadväzujúceho učiva. Záverom sme chceli poukázať na to, že pojmové mapy pri správnom použití sú ideálnym nástrojom na prezentáciu učiva a uľahčenie pochopenia daného učiva zo strany žiakov.

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 006DTI-4/2016 Model hodnotenia a zlepšovania kvality výchovno-vzdelávacieho procesu na stredných odborných školách.

Literatúra

Blaško, M. (2013). Kvalita v systéme modernej výučby. 2013 [online]. web.tuke.sk, [cit. 4.3.2014]. Dostupné na www: http://web.tuke.sk/kip/main.php?om=1300&res=low&menu=1310

Bobot, V.; Jakubeková, M.; Rurák, R. (2012). Využívanie informačno-komunikačných technológií vo vyučovaní. 2012 [online]. mpc-edu.sk, [cit.4.3.2014]. Dostupné na www: http://www.mpc-edu.sk/library/files/ikt_vo_vyu_ovan_.pdf

Buzan, T. (2007). Mentální mapování. Praha: Portál s.r.o., Praha 2007. ISBN 978-80-7367-200-3

Buzan, T.; Barry, B. (2011). Myšlenkové mapy: Praha: Bizbooks, 2011. ISBN 978-80-2512-910-4 Vydavateľstvo Cpress

Kontrová, L.; Lengyelfalusy, T.; Lengyelfalusyová, D. (2012). A statistical analysis of the effectiveness of selected methods in the teaching of mathematics. In: Communications: scientific letters of the University of Žilina. Vol. 14, No. 1 (2012), s. 55 – 60. ISSN 1335-4205

Lengyelfalusy, T., Mitrengová, D. (2010). Tvorivosť a dôvtip pri riešení matematických úloh. In: 7. žilinská didaktická konferencia. Zborník abstraktov a elektronických verzií príspevkov na CD-ROMe. FPV ŽU Žilina, 2010, ISBN 978-80-554-0216-1

Lengyelfalusy, T. (2015). Tvorivosť učiteľa ako nevyhnutnosť pri rozvoji tvorivosti žiaka (nie len) na hodinách matematiky In: MITAV 2015. Brno: Univerzita obrany, 2015. ISBN 978-80-7231-923-7.

Vodičková, V. Vzájomná poloha priamky a roviny: Dostupné z: http://www.galeje.sk/web_object/9514.pdf

Kontakt

Mgr. Andrej Vanko
Katedra matematiky, Fakulta prírodných vied UKF v Nitre
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovenská republika
andrej@nanet.sk

Do we criticize Framework Education Program rightfully?

Kritizujeme RVP oprávněně?

Jan VÁLEK

Abstract

An obligatory curriculum document, the Framework Education Program (FEP), is constantly under criticism of the extent to which the level of knowledge, cognition and skills of students in each school is shattered at the same level of education. Although the FEP is upgraded, this situation does not improve. Upgrading leads to extensions of expected outputs and curriculum, but there is no reduction in unnecessary content. Changes in linkages between disciplines if they are, are only minimal. Through a meta-research survey, we summarize the data that can shed light on the Framework Education Program.

Keywords

Framework Education Program; PISA; TIMSS; criticism

Abstrakt

Závazný kurikulární dokument, Rámcový vzdělávací program, je neustále pod palbou kritiky kvůli tomu, do jaké míry je roztříštěna úroveň znalostí, vědomostí a dovedností žáků jednotlivých škol na stejném vzdělávacím stupni. Ačkoliv je RVP aktualizován nijak se to nezlepšuje. Při aktualizaci většinou dochází k rozšíření očekávaných výstupů a učiva, ale k redukci nepotřebného obsahu nedochází. Úpravy vazeb mezi jednotlivými oblastmi pokud jsou, tak jen minimální. Meta-výzkumným šetřením shrneme data, která mohou vrhnout jiné světlo na Rámcový vzdělávací program.

Klíčová slova

Rámcový vzdělávací program; PISA; TIMSS; kritika

DOI: *https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8590-2017-23*

Úvod

Cíle současného vzdělávání na různých úrovních a typech škol vymezuje Rámcový vzdělávací program (dále RVP). Zároveň má RVP zajistit prostupnost mezi jednotlivými školami napříč celou Českou republikou a má učiteli poskytnou jasný okruh, ve kterém bude svěřené žáky vzdělávat. Další dokument, který definuje cíle vzdělávání a vychází z RVP je Školní vzdělávací program (dále ŠVP). Ten je tvořen jednotlivými školami. Ačkoliv si autoři od RVP slibovali různost od starých Vzdělávacích programů/Učebních osnov a deklarovanou volnost pro školy a učitele, často se můžeme setkat s tím, že opak je pravdou. Současné RVP jsou často ve velkém rozsahu podobné ne-li shodné se starými programy/osnovami. Vzhledem k tomu, že před rokem 1989 panovala v tehdejším Československu jiná politická situace a docházelo k centrálnímu řízení, byly také tehdejší učební plány dosti konzervativní. Po změně politických poměrů došlo k uvolnění pravidel a povinností a školy mohou do programů částečně zasahovat.

Stát, konkrétně *Národní ústav pro vzdělávání* (NÚV) (který vznikl 1. 7. 2011 sloučením *Národního ústavu odborného vzdělávání* (NÚOV), *Výzkumného ústavu pedagogického v Praze* (VÚP) a *Institutu pedagogicko-psychologického poradenství ČR* (IPPP ČR)), na RVP pracuje a jako jediný může dávat návrhy na změnu RVP. Bohužel při pohledu na RVP ZV se ve prospěch některých předmětů redukují počty hodin věnované přírodovědným předmětům (22 hodin v RVP ZV z roku 2005 srov. s 21 hodinami již od RVP ZV z roku 2007 do 2016).

Podle § 4 odst. 2 zákon č. 561/2004 Sb. (ve znění účinném od 1. 1. 2017 do 31. 8. 2017) (Školský zákon) musí Rámcové vzdělávací programy odpovídat nejnovějším poznatkům:

a) vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat,

b) pedagogiky a psychologie o účinných metodách a organizačním uspořádání vzdělávání přiměřeně věku a rozvoji vzdělávaného.

Podle těchto hledisek budou rámcové vzdělávací programy také upravovány. Tvorbu a oponenturu rámcových vzdělávacích programů zajišťují příslušná ministerstva prostřednictvím odborníků vědy a praxe, včetně pedagogiky a psychologie.

Soudobé trendy základního ale i středního školství jsou formulovány v RVP pro základní vzdělávání, pro SOU, pro SOŠ a v RVP pro gymnázia. V nich je kladen důraz na klíčové kompetence a průřezová témata, což respektuje novou strategii vzdělávání, nejen v České republice, ale celoevropskou vycházející Kodaňské deklarace z r. 2002.

Kurikulární dokumenty platné před RVP

Po roce 1989 získaly školy zpět možnost stanovit a realizovat vlastní vzdělávací plány pro vzdělávání svých žáků. Mohly si opět přizpůsobit obsah vzdělávání vymezený základními pedagogickými dokumenty. S tím souvisí také zvýšené pravomoci ředitelů ve smyslu stanovení jednotlivých předmětů, kterým se bude škola věnovat se zvýšenou časovou dotací anebo úprava obsahů předmětů. Tento krok musel být také podpořený základní literaturou, tedy bylo v pravomoci školy, jaké učebnice a jiné materiály bude používat. (MŠMT, 2009; Zpráva o vývoji českého školství od listopadu 1989)

Před zavedením RVP v České republice platily **Vzdělávací programy**. Pro základní vzdělávání to byly: *Základní škola; Obecná škola; Občanská škola* a *Národní škola* z nich vycházely učební plány. (Šimoník, 2005)

Jednotlivé **Vzdělávací programy** vykazují mezi sebou určité odlišnosti, ale základní žákovské znalosti na výstupu pro jednotlivé úrovně jsou srovnatelné. Zde je potřeba zmínit, že nebylo vždy explicitně uváděno, jaké jsou cíle jednotlivých předmětů nebo dokonce celkové základního vzdělávání, obsahy byly dány. (Tupý, 2014), (Šimoník, 2005)

Základní motivy RVP byly představeny v roce 2001 v **Národním programu rozvoje vzdělávání v České republice** (tzv. *Bílá kniha*, programový dokument Vlády ČR). Schválení RVP proběhlo v roce 2004. Pilotáž vybraných částí Školního vzdělávacího programu probíhala, od září 2004 na šestnácti ZŠ, kde bylo vyučováno podle RVP, potažmo jejich vlastního ŠVP. Pilotáž byla ukončena v červnu 2006. Vlastní výuka podle RVP ZV započala v září 2007, kdy se podle něj učili žáci 1. a 6. tříd ZŠ. (Tupý, 2014), (Šimoník, 2005), (Filová, 2007)

RVP jsou dokumenty určené pro stanovení společného rámce pro školy a učitele. Tato koncepce zdůrazňuje klíčové kompetence důležité pro běžný život člověka, jejich spojitost se vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě každého z nás. Dochází k odklonu od encyklopedického pojetí kurikulárních dokumentů. Sama koncepce přináší model celoživotního učení. Mimo jiné RVP také podporuje pedagogickou autonomii škol a odbornou odpovědnost učitelů za výsledky jejich vzdělávání. (Walterová, 1994), (Šimoník, 2005), (Filová, 2007), (Tupý, 2014)

Co se týče zavádění RVP, bylo celkem logicky strukturované. Tedy probíhalo postupně, jak žáci základních škol postupně přecházeli na školy střední. Ovšem nelze zde předpokládat, že mezi zavedení RVP ZV a RVP SOV nebo RVP G uplynuly čtyři školní roky, to nikoliv, ale náběh byl postupný. Jednotlivé etapy a roky zavádění RVP do českého školství jsou zobrazeny v tabulce (Tabulka 1).

Tabulka 1: Průběh reformy – Vydávání RVP

	Schválení RVP	**Školy začínají v prvních ročnících učit podle příslušných ŠVP**
Mateřské školy	1. 3. 2005	1. 9. 2007
Základní školy	31. 8. 2005	1. 9. 2007 (povinně v 1. i v 6. roč.)
Základní umělecké školy	do 31. 8. 2010	1. 9. 2012
Gymnázia	24. 7. 2007	1. 9. 2009
Dvojjazyčná gymnázia	do 31. 8. 2009	1. 9. 2009
Sportovní gymnázia	24. 7. 2007	1. 9. 2009
Ostatní střední školy (SOŠ, SOU, VOŠ)		
1. etapa (61 RVP OV)	31. 8. 2007	1. 9. 2009
2. etapa (82 RVP OV)	1. 9. 2008	1. 9. 2010
3. etapa	do 31. 8. 2009	1. 9. 2011
4. etapa	do 31. 8. 2010	1. 9. 2012

(Zdroj: „Harmonogram, MŠMT ČR”, 2013)

RVP ZV byl od začátku jeho platnosti do 21. 5. 2016 několikrát inovován (podle „Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti”, 2017):

- 29. 8. 2005 (č. j. 27002/2005-22) s účinností od 1. 9. 2005 (základní verze RVP ZV),
- 30. 4. 2007 (č. j. 24653/2006-24) s účinností od 1. 9. 2007,
- 26. 6. 2007 (č. j. 15523/2007-22-2) s účinností 1. 9. 2007–31. 8. 2010, (byl vydám nový RVP ZV),
- 16. 12. 2009 (č. j. 2586/2010-22),

- 30. 7. 2010 (č. j. 20092/2010-2),
- 20. 8. 2010 (č. j. 20772/2010-2) (byl vydám nový RVP ZV),
- 18. 1. 2012 (č. j. MSMT-1236/2012-22) s účinností od 1. 9. 2012,
- 29. 1. 2013 (č. j. MSMT-2647/2013-210) s účinností od 1. 9. 2013 (byl vydám opět nový RVP ZV),
- 9. 7. 2013 (č. j. MSMT-26522/2013) s účinností od 1. 9. 2013,
- 22. 2. 2016 (č. j. MŠMT-28603/2016) s účinností od 1. 3. 2016.

Rámcové vzdělávací programy středního odborného vzdělávání (**RVP SOV**) byly od roku 2007 vydávány ve vlnách (podle „Přehled vydávání RVP SOV po vlnách, Národní ústav pro vzdělávání", 2017):

- 1. vlna (červen 2007): školy podle nich učí od 1. září 2009
- 2. vlna (květen 2008): školy podle nich učí od 1. září 2010
- 3. vlna (květen 2009): školy podle nich učí od 1. září 2011
- 4. vlna (duben 2010): školy podle nich učí od 1. září 2012
- 5. vlna (červenec 2012): školy podle nich začnou učit od 1. září 2014
- 6. vlna (listopad 2012): školy podle nich začnou učit od 1. září 2015

Pro každý obor vzdělání uvedený v *Nařízení vlády o soustavě oborů vzdělání v základním, středním a vyšším odborném vzdělávání* vydalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy samostatný RVP (celkem bylo vydáno 281 RVP).

Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia (**RVP G**) prošly těmito změnami (podle „RVP pro gymnázia, Národní ústav pro vzdělávání", 2017):

- 18. 5. 2009 (č. j. 12858/2007–2/VÚP) u RVP G a RVP pro gymnázia se sportovní přípravou (RVP GSP) byly doplněny počty povinných zkoušek profilové části maturitní zkoušky,
- 25. 11. 2011 (č. j. 35455/2011-23) změna počtu povinných zkoušek profilové části maturitní zkoušky,
- 20. 4. 2015 (č. j. MSMT-4385/2015-1) změna počtu povinných zkoušek profilové části maturitní zkoušky v RVP GSP.

Další otázka která se se zaváděním RVP pojí, je kolik již máme k dnešku (rok 2017 nebo spíše školní rok 2016/2017) ročníků, které absolvovaly vzdělání pod RVP. Počty jsou následující:

- 2 ročníky zcela pod RVP ZV (narozeni 2001, 2002),
- 7 ročníků pouze pod RVP ZV na 2. stupni (narozeni 1996–2002),
- 1 ročník osmiletých gymnázií v zcela pod RVP G nebo RVP GSP (narozeni 1998),
- až 5 ročníků SOV, podle postupného náběhu RVP (narozeni 1994–1998).

Bližší počty absolventů a počty živě narozených dětí ve výše uvedených letech jsou uvedeny v tabulkách (Tabulka 2a, 2b).

Tabulka 2a: Počty absolventů jednotlivých typů škol s RVP

	Rok narození	Školní rok	Narozeno	Absolventů	Kód v UIV.cz
RVP ZV 1. + 2. stupeň	2001	2015/2016	90 715	75 773	C1.33.1
	2002	2016/2017	92 786	76 592	C1.4.1
RVP ZV 2. stupeň	1996	2010/2011	90 446	79 302	C1.4
	1997	2011/2012	90 657	75 750	C1.4
	1998	2012/2013	90 535	74 832	C1.4
	1999	2013/2014	89 471	75 652	C1.4
	2000	2014/2015	90 910	75 501	C1.4.1
RVP G (osmileté)	1998	2016/2017	90 535	???	???
RVP G + RVP SOV	1994	2012/2013	106 579	101 055	D1.1.4
	1995	2013/2014	96 097	90 076	D1.1.4
	1996	2014/2015	90 446	83 822	D1.1.4
	1997	2015/2016	90 657	78 385	D1.1.4
	1998	2016/2017	90 535	???	???

(Zdroj: jednotlivé Statistické ročenky školství – Výkonové ukazatele pro jednotlivé školní roky; UIV.cz; Český statistický úřad)
Pozn 1.: Pro školní rok 2016/2017 dosud nebyly k dispozici počty absolventů. Počty žáků ve 4. a 8. ročních SOU, SOŠ a G zatím také nebyly finální.
Pozn 2.: Žáci kteří absolvovali 2. stupeň ZŠ pod RVP ZV byli také ve školních rocích 2015/2016 a 2016/2017, ovšem tyto již jsme započítali do žáků, kteří absolvovali celou základní školu pod RVP ZV 1.+2. stupeň.

Tabulka 2b: Počty absolventů jednotlivých typů škol s RVP, konkrétně rozepsané pro RVP G + RVP SOV

Rok narození	Školní rok	Narozeno	Absolventů celkem	Absolventů SOV	Absolventů G	Kód v UIV.cz
1994	2012/2013	106 579	101 055	78 279	22 776	D1.1.4
1995	2013/2014	96 097	90 076	68 832	21 244	D1.1.4
1996	2014/2015	90 446	83 822	63 231	20 591	D1.1.4
1997	2015/2016	90 657	78 385	58 106	20 279	D1.1.4
1998	2016/2017	90 535	???	???	???	???

(Zdroj: jednotlivé Statistické ročenky školství – Výkonové ukazatele pro jednotlivé školní roky; UIV.cz; Český statistický úřad)

Kurikulární dokumenty a mezinárodní srovnávání žáků, škol a učitelů

Jak bylo uvedeno výše, RVP začalo svoji platnost od září 2007, podíváme se nyní na vybrané mezinárodní srovnávací testy **PISA** a **TIMSS** z pohledu úspěšnosti žáků.

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*)

Šetření zjišťuje úroveň vědomostí a dovedností žáků v matematice a v přírodních vědách. Zaměřuje se přitom na devítileté a třináctileté žáky (žáci 4. a 8. ročníků ZŠ), v ČR se v roce 2015 zúčastnili pouze žáci 4. ročníků. První šetření proběhlo v roce 1995, další šetření se opakují po čtyřech letech. ČR se zúčastnila téměř věch sběrů dat vyjma roku 2003. Uvažujeme, že stejně jako v roce 2015 i předešlé sběry probíhaly ve stejných měsících a to na jaře daného roku. (Tomášek, Basl, & Janoušková, 2016)

Žáci 4. ročníků, kteří se v letech 2011 a 2015 zúčastnili šetření, absolvovali vzdělávání již pouze v jednom vzdělávacím systému a to RVP ZV. Žáci zaznamenali v přírodních vědách meziročníkový propad z průměrných 536 bodů (r. 2011) na 534 bodů (r. 2015). Podrobnější výsledků za další roky jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 3).

Tabulka 3: Průměrné počty bodů žáků v Mezinárodních šetřeních TIMSS z období 1995–2015

		1995	1999	2003	2007	2011	2015
4. ročník ZŠ	**Matematická gramotnost**	541	–	–	486	511	528
	Přírodovědná gramotnost	532	–	–	515	536	534
8. ročník ZŠ	**Matematická gramotnost**	546	520	–	504	–	–
	Přírodovědná gramotnost	555	539	–	539	–	–

(Zdroj: jednotlivé Národní zprávy o výsledcích žáků)
Pozn.: V roce 2003 se ČR šetření TIMSS nezúčastnila. V dalších letech, ve kterých není uvedená hodnota, se daný ročník ZŠ nešetřil.

PISA (*Programme for International Student Assessment*)

Zaměřeno na matematickou, přírodovědnou a čtenářskou gramotnost patnáctiletých žáků v různých oblastech vzdělávání. Testování žáků probíhá jednou za tři roky a začalo v roce 2000. ČR se ho účastnila ve všech jeho ročnících. Každý ročník je více zaměřen na jednu z výše uvedených gramotností. Dále budeme uvažovat, že stejně jako v roce 2015 i ostatní sběry probíhaly ve stejných měsících a to březnu a dubnu daného roku. (Blažek & Příhodová, 2016)

Jak vnímá PISA 2015, přírodovědnou gramotnost? Jako základ stanovuje žákovskou znalost základních teorií a principů vědy. Dále jsou v jejich testech zkoumány ty části přírodních věd, které mají zásadní význam pro člověka v jeho každodenních činnostech. Lze tedy říci, že takové znalosti představují úroveň poznatků z oborů přírodních věd, které by měli žáci ovládat po skončení deváté třídy základní školy. (Blažek & Příhodová, 2016)

Žáci, kteří se v letech 2012 a 2015 zúčastnili šetření, absolvovali vzdělávání ve dvou různých vzdělávacích systémech a to Vzdělávací program (na 1. stupni) a RVP ZV (na 2. stupni).

Podotýkám, že jedná o žáky s rokem nástupu povinné školní docházky 2003/2004 pro šetření v roce 2012 a s rokem nástupu 2006/2007 pro šetření v roce 2015.

Tato nesourodost mohla zapříčinit propad z 508 bodů (r. 2012) na 493 bodů (r. 2015). Podrobnější výsledků za další roky jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 4).

Tabulka 4: Průměrné počty bodů žáků v Mezinárodních šetřeních PISA z období 2000–2015

	2000	2003	2006	2009	2012	2015
Čtenářská gramotnost	492	489	483	478	493	487
Matematická gramotnost	498	516	510	493	499	492
Přírodovědná gramotnost	512	523	513	500	508	493

(Zdroj: jednotlivé Národní zprávy o výsledcích žáků)

Výše uvedeným bylo poukázáno na možnost, že RVP je sice kritizovaný, ale pokud budeme porovnávat výsledky s jeho předchůdcem, pak se z posledních dvou šetření zdá, že žáci získávají v TIMSS více bodů, v PISA méně. Mohlo by při dalším šetření v letech 2018 (PISA) a 2019 (TIMSS) dojít k nárůstu získaných bodů? Není opravdu RVP ZV tím správným směrem vzdělávání? Nebo je z tohoto pohledu špatné?

Závěr

Jak bylo výše naznačeno, RVP je dokument, který je aktualizován jak podle současných a hlavně budoucích potřeb společnosti, nových zkušeností učitelů i podle předpokládaných potřeb žáků.

RVP a jeho náplň jednotlivých předmětů v každém oboru by měla odpovídat soudobému vnímání světa současných mladých lidí. Může však zásadním způsobem změnit jejich současný negativní postoj například k přírodním vědám? Dokument jako takový asi nikoliv, je potřeba aktivně zapojit učitele. Zde můžeme narazit na problém přirozené obnovy učitelů přírodovědných předmětů (Sládek & Válek, 2015), (Sládek & Válek, 2016) a také dalším faktorem by mohlo být, že RVP potažmo ŠVP často vytvářeli sice zkušení pedagogové a odborníci, ovšem pamatující tvorbu Vzdělávací programů před RVP a hrozí zde, že se propisují stejné myšlenky do nových dokumentů. To že do finální verze těchto dokumentů mohly zasahovat osoby, které neměly žádné odborné vzdělání v daných oborech, si asi všichni uvědomujeme, ovšem společně věříme, že se tak nedělo v nijak velké míře.

Jak jsme si také ukázali, dochází k redukci časové dotace přírodovědných předmětů v RVP ZV což, není v současném stavu krok správným směrem, uvážíme-li absenci technických odborníků v praxi.

Domnívám se, že obsah nejen fyzikálního vzdělávání na ZŠ, SŠ ale i VŠ by měli vytvářet odborníci, fyzikové, kteří znají současný stav vědy a vývoj poznání, než pedagogové. Skladbu a metodické zpracování by pak měly vytvářet fakulty vysokých škol připravující učitele fyziky spolu s učiteli z praxe. Stále by se ale nemělo zapomínat na to, co je cílem vzdělávání, a to připravit žáky na běžný život, aby v něm nebyli ztraceni a aby byli uplatnitelní na trhu práce. To by mělo zajistit prospívající život RVP.

Nabízí se myšlenka, že RVP je probíhajícím experimentem na školní mládeži s velkou setrvačností.

Rozhodnutí, zda je kritika RVP oprávněná nechám s dovolením na každém z Vás, vážení čtenáři…

Literatura

Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva : Přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce.

Filová, H. (2007). Výběr z reformních i současných edukačních koncepcí: (*Zdroje inspirace pro učitele*). (J. Svobodová, Ed.). Brno: MSD.

Harmonogram, MŠMT ČR. (2013). Harmonogram, MŠMT ČR [Online]. Retrieved May 21, 2017, from http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/harmonogram

Jeřábek, J. (1996). *Vzdělávací program Základní škola*. Praha: Fortuna.

MŠMT. (2009). *Zpráva o vývoji českého školství od listopadu 1989*: (v oblasti regionálního školství). Praha. Retrieved from http://www.msmt.cz/uploads/VKav_200/zprava2009/zprava_vyvoj_skolstvi.doc

Palečková, J., Tomášek, V., Basl, J., Blažek, R., & Boudová, S. (2013). *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2012: Matematická gramotnost patnáctiletých žáků*. Praha: Česká školní inspekce.

Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti. (2017). *Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti* [Online]. Retrieved April 15, 2017, from http://www.nuv.cz/t/prehled-uprav-rvp-zv-1

Přehled vydávání RVP SOV po vlnách, Národní ústav pro vzdělávání. (2017). Přehled vydávání RVP SOV po vlnách, Národní ústav pro vzdělávání [Online]. Retrieved May 21, 2017, from http://www.nuv.cz/t/prehled-vydavani-rvp-sov-po-vlnach

RVP pro gymnázia, Národní ústav pro vzdělávání. (2017). RVP pro gymnázia, Národní ústav pro vzdělávání [Online]. Retrieved May 21, 2017, from http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia

Sládek, P., & Válek, J. (2015). (Ne)kvalifikovanost učitelů – létající učitelé. In H. Cídlová, *XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie DIDAKTIKA CHEMIE A JEJÍ KONTEXTY* (pp. 187–192). Brno: Masarykova univerzita.

Sládek, P., & Válek, J. (2016). Létající fyzikáři. In M. Randa, *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7* (pp. 204–212). Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.

Šimoník, O. (2005). *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno: MSD.

Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce.

Tupý, J. (2014). *Tvorba kurikulárních dokumentů v České republice: historicko-analytický pohled na přípravu kurikulárních dokumentů pro základní vzdělávání v letech 1989-2013*. Brno: Masarykova univerzita.

Vzdělávací program Národní škola (1997)

Vzdělávací program Obecná škola (2006)
Vzdělávací program Základní škola (1996)
Walterová, E. (1994). *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno: Masarykova univerzita.
Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon)

Kontakt

PhDr. Jan Válek, Ph.D.
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika
valek@ped.muni.cz

Jmenný seznam autorů

11. mezinárodní vědecká konference – Didaktická konference 2017
11th International Scientific Conference – Didactic Conference 2017
Sborník příspěvků

Editoři: PhDr. Jan Válek, Ph.D., Ing. Peter Marinič, Ph.D.

Vydala Masarykova univerzita, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno
1. elektronické vydání, 2017
ISBN 978-80-210-8590-9