

## ASSESSMENT OF EDUCATIONAL GOALS IN TEACHING OF INFORMATICS

**Janka MAJHEROVÁ**

**Abstract:** In this paper we present our experiences with the creation of education targets in teaching of informatics by application of revised Bloom's taxonomy. We also want to mention a qualitative approach in the assessment of cognitive aspects of teaching with the method of grounded theory.

**Key words:** educational goals, revised Bloom's taxonomy, teaching of informatics, grounded theory.

### HODNOTENIE VZDELÁVACÍCH CIEĽOV VO VYUČOVANÍ INFORMATIKY

**Abstrakt:** V príspevku uvádzame skúsenosti s tvorbou vzdelávacích cieľov pri vyučovaní informatiky podľa upravenej Bloomovej taxonómie. Zároveň chceme poukázať na kvalitatívne hodnotenie produktov výučby pomocou metódy zakotvenej teórie.

**Kľúčové slová:** vzdelávacie ciele, upravená Bloomova taxonómia, vyučovanie informatiky, zakotvená teória.

#### Úvod

V rámci výskumu výučby témy modelovanie v predmete informatika na strednej škole sme realizovali experimentálnu výučbu v 1. ročníku gymnázia. Cieľom výskumu bolo overiť spôsob zaradenia témy modelovanie do výučby informatiky ako súčasť výučby algoritmizácie a programovania na strednej škole. Čiastkové ciele práce boli:

- preskúmať doterajšie poznatky teórie vyučovania informatiky v oblasti modelovania v predmete informatika v sekundárnom vzdelávaní,
- overiť, aké formy modelov a modelovania je vhodné rozvíjať vo vyučovaní informatiky na stredných školách ako doplnok výučby algoritmizácie a programovania,
- overiť, nakoľko použitie modelovania vo výučbe informatiky podporí zlepšenie algoritmického myslenia študentov a ich programovacích zručností.

Pri realizácii cieľov práce sme použili viaceré výskumné metódy. Na získanie dát sme používali participatívne pozorovanie s úplnou participáciou počas výučby, neštruktúrované interview so žiakmi a obsahovú analýzu produktov vzdelávacej činnosti.

Výstupom výučby boli viaceré vzdelávacie produkty žiakov – projekty a programy, ktoré predstavovali dáta nášho výskumu. Na ich analýzu sme použili metódu zakotvenej teórie (grounded theory). Motiváciou pre použitie tejto metódy boli výskumné práce v teórii vyučovania

matematiky autoriek Stehlíková (2004) a Bolibruchová (2008).

#### Tvorba vzdelávacích cieľov podľa upravenej Bloomovej taxonómie

Vzdelávacie ciele výučby sme stanovili podľa poznatkov upravenej Bloomovej taxonómie (UBT), ktorá vznikla doplnením pôvodnej Bloomovej taxonómie pod vplyvom rozvoja kognitívnej psychológie a požiadaviek praxe (Anderson, 2001). Zameriava sa na kognitívnu doménu, v ktorej je podľa autorov ťažisko výučby. Upravená (revidovaná) Bloomova taxonómia vzdelávacích cieľov je dvojdimenzionálna. Jednu dimenziu taxonómie tvorí znalostná dimenzia a druhú dimenziu kognitívneho procesu (tab. 1).

Znalostnú dimenziu autori vytvorili z najširšej kategórie pôvodnej Bloomovej taxonómie – vedomosti, ktorú rozdelili na štyri kategórie: faktické poznatky, konceptuálne poznatky, procedurálne poznatky a metakognitívne poznatky.

Druhú dimenziu UBT – dimenziu *kognitívneho procesu* tvorí šesť kategórií: zapamätať si, porozumieť, aplikovať, analyzovať, hodnotiť, tvoriť (tab. 1). Kognitívne dimenzie sú na rozdiel od pôvodnej Bloomovej taxonómie uvádzané v tvare slovesa (verbum), kým znalostné dimenzie sú v tvare podstatného mena (substantívum). Súvisí to s formulovaním vzdelávacích cieľov výučby (Hudecová, 2008).

**Tab. 1:** Dimenzie upravenej Bloomovej taxonómie.

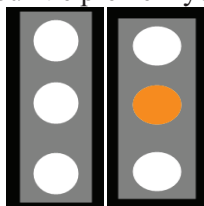
		DIMENZIA KOGNITÍVNEHO PROCESU					
		1. Zapamätať si	2. Porozumieť	3. Aplikovať	4. Analyzovať	5. Hodnotiť	6. Tvoriť
ZNALOSTNÁ DIMENZIA	A. faktické poznatky						
	B. konceptuálne poznatky						
	C. procedurálne poznatky						
	D. metakognitívne poznatky						

### Vstupná etapa výskumu

Súčasťou nášho výskumu bola etapa predvýskumu, ktorú tvorilo desať hodín výučby tematického celku Algoritmy a vizuálne programovanie v cieľovej skupine. Cieľom tejto časti výučby bolo oboznámiť žiakov s prostredím programu Baltie 4 C#, so základnými pojmami algoritmizácie a so základmi programovania pomocou grafických úloh. Overili sme použitie programovacieho prostredia Baltie 4 C# v konkrétnej skupine žiakov a úroveň vedomostí žiakov o algoritmoch, programovaní a modelovaní.

Žiaci boli začiatocníci v programovaní. Tomuto zisteniu bol prispôsobený aj priebeh výučby.

Pre vstupnú analýzu nášho výskumu sme použili žiacke riešenia úlohy semafor. V tejto úlohe ide o vytvorenie jednoduchého grafického modelu (obr. 1). Účelom modelovania bolo simulovať cyklický režim blikania oranžovej farby v semafore. V úlohe sa nevyžadovalo použitie premenných a procedúr.



**Obr. 1:** Úloha semafor.

Cieľom bolo overiť u žiakov schopnosť navrhnuť a realizovať jednoduchý grafický model, čo znamená navrhnuť postup riešenia, zapísať ho v programovacom prostredí, použiť správne parametre príkazov, porozumieť a použiť jednoduchý cyklus. Od žiaka sa pri riešení tejto úlohy vyžaduje úroveň zapamätania a porozumenia faktických a konceptuálnych poznatkov, ako aj aplikácia vedomostí a zručností

(procesuálne poznatky). Pre správne riešenie úlohy je však potrebná aj jednoduchá analýza problému. Názorne to môžeme znázorniť v taxonomickej tabuľke podľa upravenej Bloomovej taxonómie (tab. 2).

**Tab. 2:** Dimenzie vzdelávacích cieľov.

	1	2	3	4	5	6
A	X	X				
B	X	X	X	X		
C		X	X	X		
D						

Hodnotili sme správnosť riešenia, efektívnosť a prehľadnosť zápisu programu. Z 12 žiakov štyria vyriešili úlohu správne, ôsmi mali program čiastočne správny. Niektoré programy neboli správne kvôli jednému nesprávnemu príkazu, ktorý nevedeli žiaci opraviť (použili nesprávne parametre pre kruh a pod.).

Je zrejmé, že z kvantitatívneho hodnotenia žiackych riešení sme získali iba čiastočný obraz o úrovni procesu ich myslenia pri riešení úlohy na počítači. Preto sme sa ďalej zamerali na kvalitatívnu analýzu dát, pričom sme použili postup podľa metódy zakotvenej teórie.

### Návrh kategórií podľa zakotvenej teórie

Metóda zakotvenej teórie, ktorú vyvinuli autori Strauss a Glaser a modifikovali Strauss a Corbinová (Hendl, 2005, s. 243), je stratégiou kvalitatívneho výskumu a zároveň je spôsobom na analýzu získaných dát. Cieľom zakotvenej teórie je návrh teórie na základe dát získaných pri viacerých vstupoch do terénu (Strauss, Corbinová, 1999). Medzi jednotlivými zbermi dát sa dáta analyzujú. Ústredným procesom tvorby teórie z dát je kódovanie. V zakotvenej teórii ide o tri hlavné typy kódovania – otvorené, axiálne a selektívne. Tieto typy nemusíme používať

úplne oddelene, môžeme medzi nimi podľa potreby prechádzať.

Pri otvorenom kódovaní analyzujeme získané dáta a výsledkom sú pojmy (pomenované javy), ktoré sa združujú do kategórií. Zároveň určujeme vlastnosti a dimenzie kategórií. Po otvorenom kódovaní dáta znovu usporiadame v axiálnom kódovaní prostredníctvom vytvárania spojení medzi kategóriami. Vytvárame podkategórie, čiže podmienky javov, príčinné súvislosti, stratégie a následky javov. Keď máme dobre usporiadané koncepty a kategórie, začneme s integráciou výsledkov. Pri selektívnom kódovaní vyberieme jednu centrálnu kategóriu, ktorá je vo vzťahu s ostatnými kategóriami (Gavora, 2006, s.140).

Pri použití metódy zakotvenej teórie pri analýze získaných dát sme sa zamerali na javy, ktoré súviseli s cieľom nášho výskumu. Otvorené kódovanie sme realizovali kódovaním kategórií spojených s algoritmizáciou a programovaním v súčinnosti s modelovaním. Pri určení názvov kategórií sme vychádzali z obsahového a výkonového štandardu témy Algoritmy pre stredné školy (ŠPÚ, 2008).

*Kategórie algoritmizácie a programovania:*

- žiak opíše postup, ktorý použil na riešenie problému,
- riešenie problému rozloží na postupnosť elementárnych krokov,
- rozumie zápisu algoritmu a interpretuje ho,
- overí správnosť algoritmu testovaním,
- uvažuje nad správnosťou a efektívnosťou postupu,
- používa cykly,
- používa parametre príkazov,
- analyzuje a testuje jednoduché programy,
- nachádza a opravuje jednoduché chyby v programe.

*Kategórie spojené s modelovaním:*

- žiak určí a analyzuje jednotlivé zložky modelu,
- navrhne postupnosť krokov pri tvorbe modelu,
- zmení vlastnosti modelu,
- ovláda realizáciu modelu v programovacom prostredí.

## Analýza dát

Pre účely kvalitatívneho skúmania sme realizovali so žiakmi neštrukturované interview, v ktorých opisovali svoje riešenia. Žiakov sme sa pýtali, či vedú program opraviť, ak nebol správny alebo upraviť, aby sa zmenil výstup. Záznamy rozhovorov sme prepísali do textovej podoby, následne kódovali po odsekoch a vyznačili kategórie.

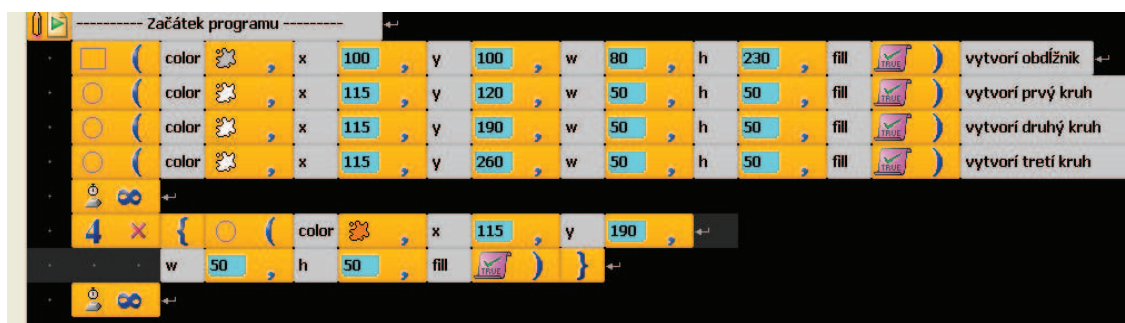
Pri analýze programov žiakov sme sa zamerali najmä na vytvorenie správneho algoritmu, jeho zápis v programovacom prostredí, správnosť programu, použitie cyklu a parametrov príkazov ako aj správnosť vytvoreného modelu. Ako ukážku uvedieme analýzu dát u Andrey.

Andrea mala program semafor čiastočne správny. Oranžová farba svietila trvalo. Použila cyklus, ale nepoužila správne príkazy. Komentáre použila len v prvej časti programu. Parametre príkazov nastavila správne (obr. 2). Pri interview s Andreou sme v opise postupu jej riešenia našli nasledovné kategórie: zostavila postup riešenia úlohy, navrhla postupnosť krokov pri tvorbe modelu, vyjadrila riešenie problému v špecifickom zápise, použila parametre príkazov, opravila jednoduché chyby v programe.

Andrea cyklus použila, ale nevedela analyzovať, prečo program nepracuje správne. Nevedela upraviť vlastnosti modelu. Andrea dosiahla úroveň zapamätania a čiastočného porozumenia a používania vedomostí a zručností, čo môžeme vyjadriť v taxonomickej tabuľke podľa UBT (tab. 3).

**Tab. 3:** Dimenzie kategórií pre Andreu.

	1	2	3	4	5	6
A	X					
B	X	X				
C		X	X			
D						



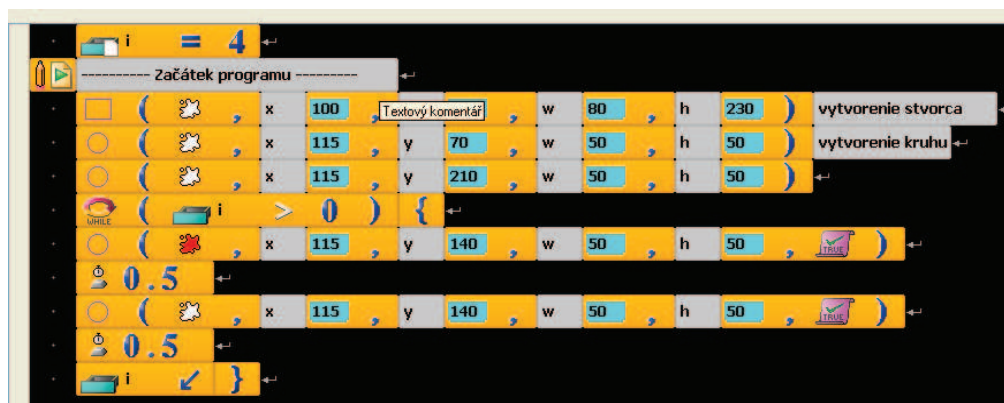
Obr. 2: Kód programu semafor Andrey.

Na porovnanie uvedieme ešte program a tabuľku Lenky. Lenka získala za riešenie plný počet bodov. Jej program je prehľadný a správny. Lenka dosiahla úroveň zapamätania, porozumenia a používania vedomostí a zručností (tab. 4). Navyše vedela analyzovať a použiť príkaz cyklu s podmienkou v novom príklade. Ako jediná zo žiakov použila cyklus s podmienkou, ktorý mali žiaci počas prechádzajúcej výučby vysvetlený v inom príklade. (obr. 3).

Tab. 4: Dimenzie kategórií pre Lenku.

	1	2	3	4	5	6
A	X	X				
B	X	X	X	X		
C		X	X	X		
D						

Podobne sme podľa prítomných kategórií v interview a v programoch pre riešenie príkladu so semaforom vytvorili tabuľky dimenzií dosiahnutých vzdelávacích cieľov ostatných žiakov.



Obr. 3: Kód programu semafor Lenky.

Žiaci, ktorí nepoužili cyklus alebo ho použili nesprávne, dosiahli úroveň zapamätania a porozumenia vedomostí. U žiakov, ktorí model vytvorili správne, sme hodnotili dosiahnutie úrovne použitia a analýzy vedomostí a zručností. Prítomnosť základných kategórií v programoch žiakov vyjadruje tabuľka 5. Symbolom + sme označili prítomnosť kategórie, symbolom - neprítomnosť kategórie. Ak žiak mal napr. algoritmus alebo program čiastočne správny, označili sme to písmenom č.

Z pozorovaných kategórií v riešení úlohy semafor vidíme, že žiaci na začiatku výskumu prejavili rôznu úroveň vedomostí a zručností pri návrhu algoritmu, programovaní a tvorbe

modelu. Algoritmy pre zhotovenie modelu semafora mali väčšinou správne, postup bol pre nich jasný. Ak žiak nenaznačil v postupe riešenia opakovanie, pokladáme to za čiastočne správne riešenie. Programy boli u väčšiny žiakov správne len čiastočne, chýbala zmena farby prostredného kruhu, model bol teda čiastočne správny. Model bol u niektorých žiakov len čiastočne správny. Samostatne upraviť vlastnosti modelu, napr. zmeniť režim semafora, vedeli len dvaja žiaci. Ak pri rozhovore o riešení úlohy žiaci vedeli opraviť svoju chybu v programe alebo upraviť model, hodnotili sme to ako schopnosť analyzovať poznatky.

Tab. 5: Výskyt kategórií v riešeníach programu semafor.

	Algoritmus	Program		Model	
	návrh+zápis	správnosť	Cyklus	návrh	zmena
Lukáš	č	č	-	č	-
Juraj	č	č	-	č	-
Pavol	č	č	-	č	-
Jana	č	č	-	č	-
Kristián	+	č	-	+	-
Zuzana	+	+	-	+	-
Jakub	+	+	-	+	-
Andrea	+	č	+	+	-
Anna	+	č	+	+	-
Zuzka	+	č	+	+	-
Štefan	+	+	+	+	+
Lenka	+	+	+	+	+

### Výsledky výskumu

Po etape predvýskumu sme realizovali päť vyučovacích jednotiek s témou Modelovanie v informatike, kde sme sa venovali tvorbe modelu rastlín pomocou korytnačej grafiky. Po ukončení výučby sme uskutočnili takisto rozbor žiackych produktov (programov) spolu s neštruktúrovaným interview. Podobne ako pri úlohe semafor sme výsledky analýzy žiackych produktov podľa metódy zakotvenej teórie zhrnuli do tabuľky kategórií (tab. 6). Sledovali sme, či žiak správne navrhol a zapísal algoritmus na vytvorenie modelu rastliny, či v programe použil cyklus, premenné a procedúru, ako navrhol model a či ho vedel zmeniť. Pri tvorbe

modelu rastliny vidíme podľa tabuľky u väčšiny študentov prítomnosť kategórií súvisiacich s algoritmizáciou, programovaním a modelovaním.

Každý žiak vedel navrhnúť a zapísať algoritmus na vytvorenie grafického modelu rastliny. Pri realizácii modelu v programovacom prostredí všetci použili cyklus. Premenné a procedúry používali niektorí žiaci len čiastočne, to znamená, že uprednostnili konkrétne hodnoty parametrov príkazov a procedúr (Jana, Jakub, Andrea). Približne polovica žiakov vedela vytvoriť vlastnú procedúru, čo charakterizuje vyššiu úroveň programovacích zručností na úrovni analýzy (Kristián, Zuzana, Štefan, Lenka).

Tab. 6: Výskyt kategórií pri tvorbe modelu rastliny

	Algoritmus	Program			Model	
	návrh+zápis	cyklus	premenná	procedúra	návrh	zmena
Lukáš	+	+	+	č	+	-
Juraj	+	+	+	+	+	-
Pavol	+	+	+	č	+	+
Jana	+	+	č	č	+	+
Kristián	+	+	+	+	+	+
Zuzana	+	+	-	+	+	+
Jakub	+	+	č	+	+	-
Andrea	+	+	č	č	+	+
Anna	+	+	č	č	+	+
Zuzka	+	+	č	č	+	+
Štefan	+	+	+	+	+	+
Lenka	+	+	+	+	+	+



Pri porovnaní tabuliek 5 a 6 vidíme posun úrovne vedomostí a zručností u každého žiaka. Rozdiely medzi žiakmi sú podľa nás spôsobené rôznou dispozíciou žiakov pre vyššiu úroveň kognitívnych operácií. Často pristupovali k tomu aj subjektívne príčiny, napr. vzťah k predmetu informatika.

## Záver

Určenie vzdelávacieho cieľa a didaktických aktivít podľa poznatkov upravenej Bloomovej taxonómie prispelo k zefektívneniu našej výučby počas výskumu a k výberu vhodných aktivít na vyučovacej hodine, čo pokladáme za jeden z prínosov nášho výskumu. Podľa tejto taxonómie sme tiež hodnotili úrovne vedomostí a zručností dosiahnuté žiakmi. Naším cieľom bolo, aby žiak neostal len pri úrovni zapamätania a porozumenia, ale vedel použiť svoje vedomosti a analyzovať ich pri riešení iného problému. Získava tak kľúčové kompetencie potrebné pre jeho ďalšie štúdium a odbornosť (Kútina, 2009). Stratégia kvalitatívneho prístupu a použitie metódy zakotvenej teórie pri analýze dát výskumu sa ukázali vhodné. Pomohli nám naplniť čiastkové ciele výskumu. Overili sme, že tvorba modelu v programovacom prostredí pomôže žiakom porozumieť a v praxi realizovať princípy algoritmizácie.

Modelovanie podporilo programovacie zručnosti žiakov, že si prehĺbili vedomosti a zručnosti pre prácu s programovacím prostredím. Tvorba grafického modelu sprostredkovala žiakom porozumenie a použitie príkaz cyklu, premenných ako aj vizuálne názorné testovanie a ladenie programu. Programy s vizuálnym výstupom modelu pomohli žiakom overiť správnosť programu a upraviť ho v prípade potreby.

V budúcnosti by sme chceli overiť použitie metódy zakotvenej teórie v celom priebehu výskumu.

## Literatúra:

- [1] Anderson, L. et al.: A Taxonomy for Learning, Teaching a Assessing of Educational Objectives. New York: Longman, 2001, 352 s.
- [2] Bolibruchová, M.: Rozvíjanie priestorovej predstavivosti žiakov na hodinách geometrie na 1. stupni základných škôl. Dizertačná práca. Ružomberok: PF KU 2008.
- [3] Gavora, P.: Sprievodca metodológiou kvalitatívneho výskumu. Regent 2006. ISBN 80-88904-46-3
- [4] Hendl, J.: Kvalitatívni výzkum. Základní metody a aplikace. Praha: Portál 2005. 408 s. ISBN 80-7367-040-2
- [5] Hlavatá, E. - Pecinovský, R. – Soukup, B.: Základy programování pro Baltie 4 C#. (online). <<http://www.sgpsys.com/cz/metodika/B4.asp/>> [cit. 14. 2. 2010]
- [6] Hudecová, D.: Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. (on-line). <<http://www.msmt.cz/Files/DOC/NHRevizeBloomovytaxonomieedukace.doc>> [cit. 10.1.2010].
- [7] Kútina, A., Palásthy, H.: Didaktické aspekty IKT vo výučbe technických predmetov. In: JTIE (online). ISSN 1803-6805. Roč. 1, č. 3 (2009), s. 110-114.
- [8] Majherová, J.: Modelovanie vo vyučovaní informatiky ako podpora algoritmizácie a programovania. Dizertačná práca. Bratislava: SAV 2009
- [9] Rámcový vzdelávací program pre stredné školy. Obsah vzdelávania Vzdelávacia oblasť Matematické myslenie a práca s informáciami. ŠPÚ. (on-line). <[http://www2.statpedu.sk/buxus/docs//RVP/rvp\\_ss\\_0203\\_matematika.pdf](http://www2.statpedu.sk/buxus/docs//RVP/rvp_ss_0203_matematika.pdf)> [cit. 10.1.2010].
- [10] Stehlíková, N.: Řešení multiplikativních rovnic v konečné aritmetické struktuře. In: Vagaský, M., Hejný, M. (ed.): Pythagoras 2004 Letná škola z teorie vyučování matematiky. Bratislava: EXAM, 2005, s. 89-93. ISBN 80-89194-01-X.
- [11] Strauss, A.- Corbinová, J.: Základy kvalitatívniho výzkumu. Postupy a techniky metody zakotvené teorie. Boskovice: Albert 1999. Preklad: Basics of Qualitative research: Grounded Theory Procedures and techniques. California: Newbury Park 1990. ISBN 80-85834-60-X.

## Autor:

**Ing. Janka Majherová**  
**Pedagogická fakulta, Katedra informatiky,**  
**Katolícka univerzita v Ružomberku**  
**Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok, SR**  
**e-mail: majherova@ku.sk**