

## Literatura

- [1] *Capúrka, D.*: Měření hlučnosti na různých typech škol. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2003.
- [2] *Reichl, J., Všetická, M.*: Encyklopedie fyziky. (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/208-zakladni-definice>.
- [3] *Zdraví a zdravotnictví*: Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (502/2000 Sb.) (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.zdrav.cz/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=1902>.
- [4] *Vernier*: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/slm-bta/>.
- [5] *Pasco*: Science education (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: [http://www.pasco.cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=161&Itemid=1](http://www.pasco.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=161&Itemid=1).
- [6] *Vernier*: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>.
- [5] *Pasco*: Science education (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: [www.pasco.cz](http://www.pasco.cz).

# Matematické modelovanie na počítači vo vyučovaní fyziky

VERONIKA TIMKOVÁ<sup>1</sup> – ZUZANA JEŠKOVÁ<sup>1</sup> – JAN VÁLEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prirodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, SLOVENSKO

<sup>2</sup>Pedagogická fakulta MU, Brno

## Úvod

S nástupom školskej reformy na Slovensku roku 2008 došlo vo vzdelávaní k značným zmenám, na ktoré väčšina škôl nebola pripravená. Zmeny zasiahli nielen obsah, ale aj metódy výučby, ktoré boli doposiaľ viac orientované na získavanie poznatkov a hlavným cieľom boli výstupné teoretické vedomosti žiakov. Cieľom reformy je preniesť ťažisko výučby orientovanej na obsah vzdelávania smerom k rozvoju spôsobilostí a zručností žiakov. Veľký dôraz sa kladie na uplatňovanie interaktívnych metód vo vzdelávaní a aktívneho žiackeho učenia.

Obdobná situácia nastala tiež v Českej republike, kde od r. 2005 začal platiť nový Rámcový vzdelávací program pre základné vzdelávanie. Zmeny vychádzali z novej stratégie vzdelávania, ktorá kladie dôraz na činnostný a bádateľský charakter výučby prírodných vied. Na túto reformu nadväzovala následne reforma stredoškolského vzdelávania, ktorá sa niesla v podobnom duchu, t.j. okrem porozumenia vedeckých poznatkov zdôrazňuje aj žiacke osvojovanie si empirických a teoretických metód prírodovedného výskumu.

V slovenských aj českých vzdelávacích programoch zameraných na prírodné vedy sa často objavuje pojem výskum, resp. bádanie. Tento prístup v súčasnosti často skloňovaný v celoeurópskom kontexte ako *Inquiry-based science education*, alebo prírodovedné vzdelávanie založené na aktívnom žiackom bádani [1, 2] znamená, že žiak pracuje podobným spôsobom ako vedec a cieľom nie je len poznatok ako taký, ale aj cesta, ako sa žiak k tomuto poznatku dopracuje. Tento spôsob vzdelávania súvisí hlavne s experimentovaním, ale súčasťou práce vedca je aj tvorba modelov a teórií, ktorými sledovaný jav popisuje. Modelovanie (smerujúce predovšetkým k tvorbe matematických modelov situácií) tak ide ruka v ruke s experimentovaním, preto by aj v prírodovednom vzdelávaní mali byť tieto dva procesy zastúpené. Deje prebiehajúce okolo nás sú však väčšinou zložité a ich popis a riešenie často presahuje rámec strednej školy. V súčasnosti dostupné digitálne technológie však môžu práve ako v oblasti experimentovania tak aj pri tvorbe a využívaní matematických modelov fyzikálnych javov významne pomôcť. Pri tvorbe matematických modelov javov často pomáhajú obísť náročnú matematiku, čím vieme žiakom predstaviť a popísať deje, ktoré sú bližšie realite a ktoré nedokážu sami počítať. Implementovať matematické modelovanie do fyzikálneho vzdelávania na stredných školách však nie je jednoduché. Do veľkej miery závisí od pripravenosti učiteľa a jeho zručností a schopností v tejto oblasti.

## Matematické modelovanie na počítači

Ak hovoríme o matematickom modelovaní, máme na mysli model nejakého javu alebo systému, ktorý je reprezentovaný matematicky najčastejšie v podobe rovníc, pričom každý z parametrov rovnice odpovedá nejakej fyzikálnej veličine popisujúcej vlastnosti systému. Ak poznáme matematickú funkciu, ktorá je riešením rovnice, môžeme pomocou počítača zobrazíť grafickú reprezentáciu modelovaného javu. Tento postup je známy ako *statické modelovanie*. Na druhej strane, *dynamické modelovanie* je za-

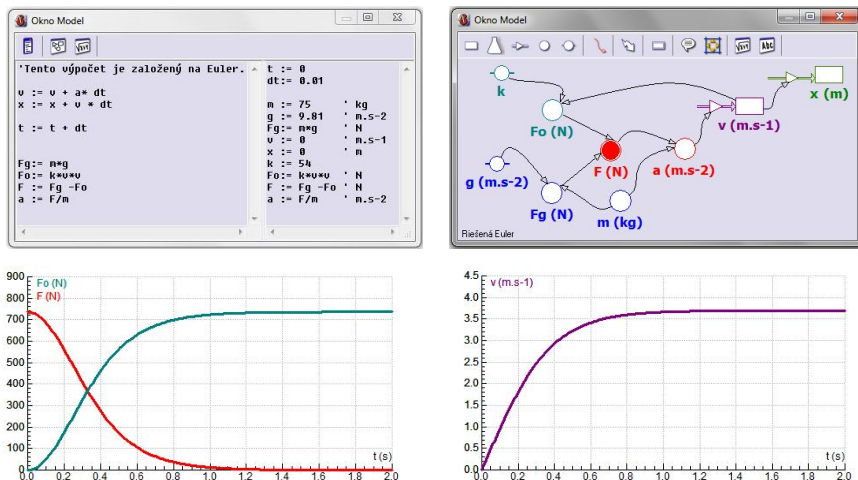
ložené na výpočtoch vykonávaných v postupnosti elementárnych krokov. Počas stanoveného konštantného kroku, resp. intervalu, ktorý najčastejšie predstavuje časový interval, považujeme hodnoty premenných za konštantné. Toto zjednodušenie vedie k približnému výsledku, pričom jeho presnosť rastie s klesajúcou veľkosťou časového intervalu. Počítač nám pomáha v tom, že dokáže realizovať veľké množstvo výpočtov v relatívne krátkom čase a zostavením dynamického modelu môže aj žiak strednej školy riešiť náročnejšie problémy, ktoré by na základe svojich matematických schopností vyriešiť nedokázal. Dynamické modelovanie ako jeden z prístupov k riešeniu fyzikálnych problémov sa v našom vzdelávaní systematickejšie objavuje od začiatku 90-tych rokov [3, 4, 5, 6]. Mnohí autori zaoberajúci sa touto problematikou vytvorili viacero výučbových materiálov vhodných k zaradeniu na strednej škole [7, 8, 9].

V nasledujúcich kapitolách budeme matematické modelovanie na počítači, či už statické alebo dynamické, rozdeľovať do troch úrovní

- Využívanie hotových modelov (apletov, počítačových simulácií) vytvorených na tomto princípe, pričom učiteľ, ani žiaci do matematickej podoby modelu skrývajúcej sa za modelom nezasahujú ani ho nijak neupravujú. Výstupom modelu pritom môže byť počítačová simulácia, resp. animácia alebo graf vhodnej závislosti popisujúcej fyzikálnu situáciu.
- Úprava existujúcich modelov a samostatná tvorba modelov učiteľom vo vhodnom programe, pričom žiak je v pozícii používateľa modelu, t.j. pracuje so simuláciou.
- Úprava existujúcich modelov a samostatná tvorba modelov žiakmi vo vhodnom programe pod vedením učiteľa.

Pre prírodovedné vzdelávanie existuje niekoľko dostupných modelovacích programov, ktoré umožňujú vytvárať statické a dynamické modely (napr. Modellus, MS Excel, COACH, dávnejšie Famulus). Na Slovensku často používaný systém COACH 6 (<http://cma-science.nl/en/>) umožňuje vytvárať matematické modely v textovom a grafickom móde. Textový model je založený na rovniciach a výpočtoch, ktoré sa cyklicky opakujú. Pri ikonografickom modelovaní sú premenné reprezentované grafickými symbolmi. Obr. 1 predstavuje dynamický model pohybu parašutistu, na ktorého počas pádu pôsobí sila, ktorej veľkosť sa mení, pričom však počas zvoleného malého časového intervalu považujeme výslednú silu, resp. zrýchlenie a rýchlosť za konštantné veličiny. Kvôli širokej ponuke možností je

tento program možné využívať na všetkých troch úrovniach modelovania. Samozrejme, že môžeme vo výučbe používať aj klasické programovacie jazyky, v ktorých pripravíme základné knižnice príkazov a žiaci ich následne môžu využívať vo svojich modeloch (napr.: Pascal, C alebo rozhranie, pomocou ktorého je možné okamžite prezentovať modely on-line, ako je napríklad PHP) [10, 11, 12].



Obr. 1 Model parašutistu v grafickom a textovom móde a odpovedajúce grafy závislosti výslednej pôsobiacej sily, odporovej sily a rýchlosti jeho pohybu (COACH 6)

Menej náročnou verziou programov na tvorbu modelov je Algodoo (<http://www.algodoo.com/>), predtým Phun [13]. V tomto programe je možné „nakresliť“ rôzne telesá a následne im priradiť určité fyzikálne vlastnosti, preto je možné s ním pracovať i na základnej škole. Avšak ide skôr o prostredie na vytváranie simulácií a apletov, ktorých fyzikálna podstata nám ostáva skrytá a my vidíme len výsledné vlastnosti nasimulovaného systému, preto ho môžeme využívať len na prvej a obmedzene na druhej úrovni modelovania. Ešte menšie požiadavky na užívateľa kladú aj na internete dostupné počítačové aplety a simulácie, napr. PheT, simulácie Waltera Fendta a ďalšie.

## Matematické modelovanie na počítači v školskej praxi – prieskum

V súvislosti s metódou matematického modelovania sme sa zaoberali otázkou, *do akej miery sa vo vyučovaní fyziky metóda matematického modelovania na počítači na stredných školách využíva s čím úzko súvisí otázka, či sú učitelia pripravení a zruční v tejto oblasti.* Pri hľadaní odpovede sme realizovali výskum, v rámci ktorého sme so zreteľom na matematické modelovanie analyzovali vzdelávacie programy a zároveň sme zisťovali aktuálny stav vo výučbe prostredníctvom dotazníka, ktorý sme zadali vzorke učiteľov fyziky zo Slovenska a Čiech.

### Analýza štátnych vzdelávacích programov

Aj keď sa v súčasnom štátnom vzdelávacom programe Fyzika ISCED 3A pre gymnáziá na Slovensku skloňujú pojmy „bádanie a experiment“ kľúčové slovo matematické modelovanie sme v ňom hľadali márne. Slovo „modelovanie“ sme našli len v spojení s modelmi objektov alebo javov. Ak sa ale zameriame na podstatu modelovania, tak môžeme modelovanie nájsť veľmi nepriamo pri cieľoch predmetu fyzika ako napríklad opísať spôsoby, ako prírodné vedy pracujú; formulovať a testovať hypotézy v podmienkach riadenia premenných veličín; organizovať, prezentovať a vyhodnocovať dáta rôznymi spôsobmi a vytvárať predpovede založené na dátach [14]. Modelovanie sa tiež objavuje v cieľových požiadavkách na maturitu z fyziky. Konkrétne v oblasti Aplikácia má byť žiak schopný pracovať s počítačom v oblasti matematického modelovania fyzikálnych situácií, fyzikálnych závislostí a spracovania výsledkov fyzikálnych meraní [15].

Podobná situácia je aj v Českej republike. V Rámcovom vzdelávacom programe pre gymnáziá (RVP G) v oblasti Človek a príroda v odbore Fyzika sa explicitne matematické modelovanie nenachádza. Prácu s modelmi môžeme nájsť len medzi riadkami cieľových zameraní oblasti Človek a príroda, kde sa na str. 27 uvádza, že žiak má byť vedený k [16]:

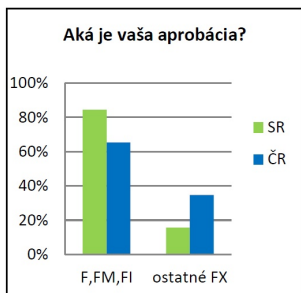
- „tvorbě modelu přírodního objektu či procesu umožňujícího pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti,
- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů,
- využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti.“

Modelovanie sa objavuje aj v českých požiadavkách na maturitné skúšky. Uvádza sa, že žiak má vedieť vytvárať fyzikálny model reálnej situácie (zjednodušovať, charakterizovať fyzikálnymi veličinami, rozlíšiť podstatné vlastnosti od nepodstatných, rozlíšiť premenné veličiny a stále parametre, vybrať fyzikálny zákon a rozpoznať medze jeho platnosti, rozhodnúť, či daný model je vhodný pre daný problém) [17].

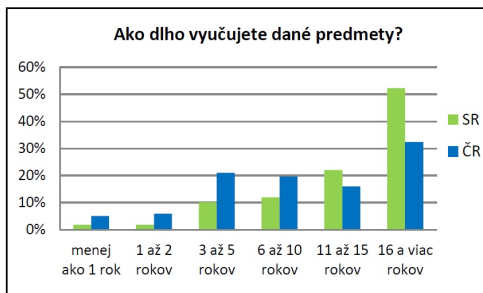
Napriek tomu, že vzdelávacie programy na Slovensku ani v Čechách explicitne nezaväzujú učiteľa k využívaniu matematického modelovania sme osobne presvedčení, že táto metóda má vo vyučovaní fyziky na strednej škole svoje miesto. Preto sme sa pozreli na túto problematiku podrobnejšie s cieľom zistiť detailné informácie o postavení tejto metódy a pripravenosti učiteľa k jej používaniu. V priebehu rokov 2013–2015 sme uskutočnili a analyzovali dva nezávislé prieskumy v Čechách aj na Slovensku. Realizácia prebehla formou elektronických dotazníkov. Aj keď nešlo o úplne identické prieskumy, ich obsah bol veľmi podobný, preto sme sa rozhodli predstaviť niekoľko spoločných výsledkov.

## Výskumná vzorka

Prieskumu sa zúčastnilo spolu 109 slovenských a 219 českých učiteľov zo základných a stredných škôl. Najskôr sme zisťovali zloženie našich respondentov. Išlo prevažne o učiteľov fyziky, resp. fyziky v kombinácii s matematikou alebo informatikou (obr. 2) s dlhoročnou praxou (obr. 3).



Obr. 2 Rozdelenie respondentov podľa aprobácie



Obr. 3 Rozdelenie respondentov podľa dĺžky pedagogickej praxe

## Výsledky prieskumu

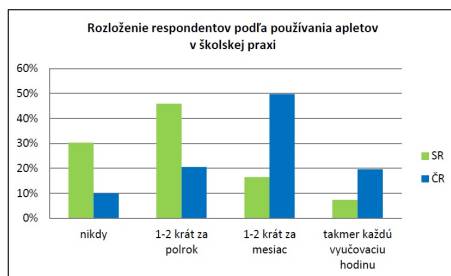
Zaujímavé výsledky poskytla jedna z úvodných otázok dotazníka, ktorá od účastníkov požadovala charakterizovať *vedecký prístup k riešeniu prob-*

lémov, a to pomocou štyroch kľúčových slov, ktoré učitelia považujú v odpovedi na uvedenú otázku za najpodstatnejšie. Hoci túto otázku zodpovedala len menšia vzorka slovenských učiteľov (57), odpovede sú zaujímavé, preto ich na tomto mieste uvádzame v podobe slovného mračna, v ktorom veľkosti uvedených kľúčových slov reprezentujú frekvenciu výskytu uvedených kľúčových slov (obr. 4). Z mračna vidieť, že dominantné postavenie v odpovediach respondentov zaujíma jednoznačne experiment. Slová ako model, modelovanie sa síce v odpovediach respondentov objavujú, avšak vo veľmi malej miere, podobne ako ďalšie s tým súvisiace pojmy (teória, matematická formulácia, abstrakcia, dedukcia, analýza, riešenie problému, IKT a pod.). Experiment učitelia považujú za najdôležitejšiu vedeckú metódu, čo koreluje aj s obsahom štátneho vzdelávacieho programu.



Obr. 4 Slovné mračno – kľúčové slová charakterizujúce vedecký prístup k riešeniu problémov

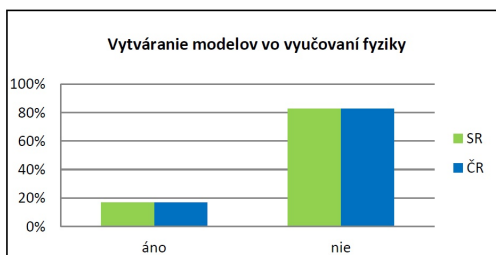
V ďalších otázkach sme sa postupne zameriavali na prvé dve úrovne využívania matematických modelov na počítači, a to od používania hotových apletov až k tvorbe vlastných modelov učiteľom v niektorom z dostupných nato určených programov.



Obr. 5 Rozloženie respondentov podľa používania apletov v školskej praxi

V otázke či a ako často využívajú počas vyučovacích hodín aplety môžeme vidieť mierny rozdiel medzi slovenskými a českými respondentmi (obr. 5). Zatiaľ čo českí učitelia sa hlásia k používaniu apletov v najväčšej miere raz až dvakrát za mesiac, u slovenských učiteľov je to len raz až dvakrát za polrok. Neprehliadnuteľný je aj fakt, že až 30 % slovenských učiteľov uvádza, že aplety nepoužíva na hodinách vôbec.

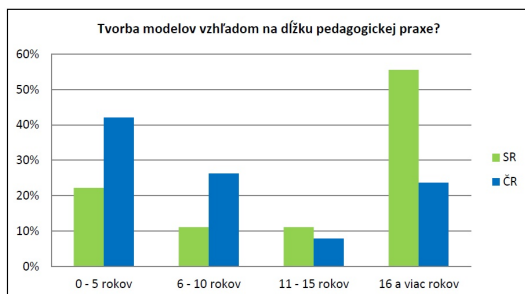
Ďalšia otázka smerovala k vyššej úrovni využívania modelovania, t.j. týkala sa samostatnej tvorby matematických modelov učiteľom. Zisťovali sme, či sú učitelia schopní vytvárať modely, čo je jedným z prvých predpokladov, aby ich mohli použiť aj vo vyučovaní a naučiť modelovať aj svojich žiakov. V tomto prípade sa slovenskí a českí respondenti nelíšili (obr. 6). U českých respondentov sa k schopnosti vytvárať modely hlási len 17 % učiteľov rovnako ako na Slovensku. Vzhľadom na toto nízke percento učiteľov sme už ďalej nezisťovali, či sa medzi nimi nachádzajú aj takí, ktorí prešli na najvyššiu úroveň modelovania a vytvárajú modely spolu so žiakmi v rámci výučby fyziky. Pozrime sa ale bližšie na týchto učiteľov aby sme zistili, čo ich k matematickému modelovaniu na počítači privedlo.



Obr. 6 Rozloženie respondentov podľa používania/vytvárania modelov v školskej praxi

Prvým faktorom, ktorý by mohol používanie modelovania ovplyvňovať, je vek respondentov, resp. dĺžka ich pedagogickej praxe. Z obr. 7 badáme výraznejší rozdiel medzi stavom v Čechách a na Slovensku. Zatiaľ čo v Čechách sa modelovaniu venujú predovšetkým mladí učitelia, na Slovensku je to práve naopak. Pôvod gramotnosti starších slovenských učiteľov s dlhoročnou praxou môžeme hľadať zrejme v kurzoch celoživotného vzdelávania, ktoré títo učitelia navštevujú. U mladých učiteľov pravdepodobne vyplýva z ich čerstvých skúseností z vysokých škôl, kde sa modelovaniu začína venovať väčšia pozornosť. Zaujímavé je, že v najmenej miere modelujú učitelia v takpovediac najlepších rokoch, t.j. s praxou 11 až 15 rokov.





Obr. 7 Rozloženie respondentov, ktorí vytvárajú modely vzhľadom na dĺžku ich pedagogickej praxe

Skúsenosti učiteľov s modelovaním na vysokej škole uvádza tabuľka 1. Najprv sme sa zamerali opäť na najjednoduchšiu formu používania modelov, t.j. apletov, resp. počítačových simulácií (tab. 1). Všimnime si najmä respondentov, ktorí aplety používajú. Vidíme, že aj napriek tomu, že veľká časť učiteľov, ktorá používa aplety v praxi, počas svojho vysokoškolského štúdia s apletmi nepracovala. Títo učitelia sú však schopní ich používať a aj to v školskej praxi uplatňujú, či už v Čechách alebo na Slovensku.

Tabuľka 1 Počty českých/slovenských respondentov, podľa používania modelov – apletov v praxi vzhľadom na skúsenosti z vysokoškolského štúdia

|                            | Pracovali s apletmi na univerzite |    | Nepracovali s apletmi na univerzite |    | spolu |     |
|----------------------------|-----------------------------------|----|-------------------------------------|----|-------|-----|
|                            | ČR                                | SR | ČR                                  | SR | ČR    | SR  |
| Používajú aplety v praxi   | 47                                | 15 | 150                                 | 61 | 197   | 76  |
| Nepoužívajú aplety v praxi | 12                                | 7  | 10                                  | 26 | 22    | 33  |
| spolu                      | 59                                | 22 | 160                                 | 87 | 219   | 109 |

Na druhej strane, ak sa zameriame na vytváranie modelov učiteľmi, čo je oproti používaniu hotových apletov oveľa náročnejšie, môžeme pozorovať presne opačný výsledok. Markantnejšie je to viditeľné u českých respondentov (tab. 2), kde až 68 % tých, čo vytvárali modely už na univerzite, vytvárajú modely aj v súčasnosti. Údaje zo Slovenska vyzerajú na prvý pohľad pesimistickejšie (tab. 2). Avšak, slovenskí respondenti boli z väčšej časti učitelia s dlhoročnou praxou (až 52 % s praxou väčšou ako 16 rokov), takže je len prirodzené, že sa počas vysokoškolského štúdia s ma-

tematickým modelovaním na počítači nestretli. Napriek tomu, ako sme spomínali vyššie, práve oni v najväčšej miere modelovanie používajú aj na vyššej úrovni. Zisťovali sme preto, či sa s ním stretli niekde inde. Hodnoty v zátvorke v tabuľke 2 predstavujú nielen respondentov, ktorí sa s modelovaním stretli počas vysokoškolského štúdia ale aj počas doplnujúceho štúdia, resp. počas školení v rámci celoživotného vzdelávania. Tým sme sa dostali k podobným výsledkom ako v Čechách, teda až 72 % učiteľov, ktorí sa s modelovaním stretli počas svojho štúdia či iného vzdelávania, modely aj vytvára. Všimnime si tiež, že len veľmi málo z nich (iba 31 % českých a 28 % slovenských učiteľov), ktorí tvoria modely bolo schopných prejsť na túto úroveň pomocou samoštúdia (tab. 2), zatiaľ čo pri apletoch to bolo 76 % českých a 80 % slovenských učiteľov, ktorí aplety používajú (tab. 1).

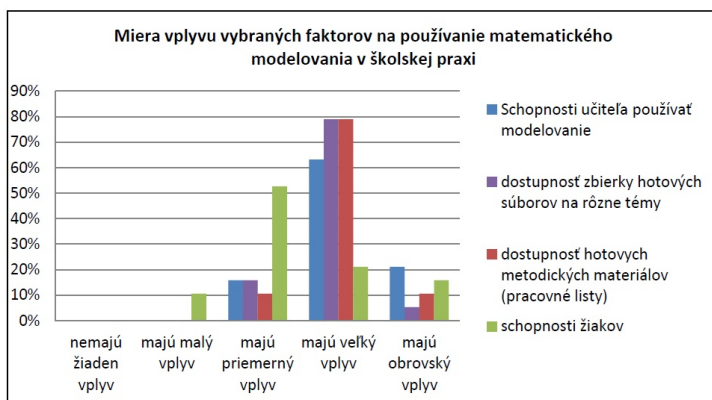
Tabuľka 2 Počty českých/slovenských respondentov, podľa tvorby modelov v praxi vzhľadom na skúsenosti z vysokoškolského štúdia

|                  | Vytvárali modely na univerzite |        | Nevytvárali modely na univerzite |        | spolu |     |
|------------------|--------------------------------|--------|----------------------------------|--------|-------|-----|
|                  | ČR                             | SR     | ČR                               | SR     | ČR    | SR  |
| Tvorila modely   | 26                             | 8(13)  | 12                               | 10(5)  | 38    | 18  |
| Netvorila modely | 33                             | 14(16) | 148                              | 77(75) | 181   | 91  |
| spolu            | 59                             | 22(29) | 160                              | 87(80) | 219   | 109 |

Ďalšia kategória otázok smerovala k tomu, *do akej miery ovplyvňujú určité faktory reálne zaradenie modelovania do vyučovacieho procesu* (obr. 8). Z odpovedí 57 slovenských učiteľov vidíme, že schopnosti žiakov vidia učitelia ako najmenej podstatný faktor pre reálne využívanie modelovania. Zdá sa, že učitelia svojim žiakom dôverujú ale naopak, už menej dôverujú svojim vlastným schopnostiam, ktoré považujú popri učiteľmi najviac zdorazňovanej nevyhnutnej dostupnosti metodických materiálov a počítačových súborov za kľúčové.

Učitelia však uvádzajú aj ďalšie faktory. Veľký alebo obrovský vplyv má podľa nich aj materiálne vybavenie učební, či už hardvérové (90 % respondentov) alebo softvérové (73 % respondentov), možnosť delenia hodín (73 % respondentov) a samozrejme aj dostatočná časová dotácia fyziky (84 % respondentov). Čo sa týka českých respondentov, im sme položili sériu otázok už konkrétne zameraných na dostupnosť podporných mate-

riálov (tab. 3). Aj tu môžeme badať tendenciu záujmu o viac podporných materiálov, či už sa jedná o pripravené modely alebo pracovné listy.



Obr. 8 Vplyv vybraných faktorov na používanie matematického modelovania v školskej praxi

Tabuľka 3 Otázky týkajúce sa potreby dostupnosti hotových počítačových modelov a pedagogických materiálov

|    |   | ČR  |     |
|----|---|-----|-----|
|    |   | áno | nie |
| 1. | Pokud bude více počítačových modelů dostupných na internetu na jednom místě, uvítám to a budu s nimi pracovat.                            | 195 | 19  |
| 2. | Pokud budou počítačové modely dostupné na internetu bez nutnosti instalovat do počítače další programy, uvítám to a budu s nimi pracovat. | 202 | 17  |
| 3. | Pokud bych mohl/a zaslat návrh na nový model, využil/a bych této možnosti.  | 101 | 118 |
| 4. | Pokud budou počítačové modely vycházet z dějů v běžném životě, budu s nimi v hodinách pracovat.   | 206 | 13  |
| 5. | Pokud budou k počítačovým modelům vytvořeny pracovní listy, uvítám to a budu s modely a pracovními listy pracovat.                        | 173 | 46  |
| 6. | Pokud budou dostupné počítačové modely interaktivní, uvítám to a budu s nimi pracovat.  | 197 | 22  |

## Diskusia a záver

Na záver v krátkosti zhrnieme výsledky prieskumu zameraného na používanie matematického modelovania na počítači na Slovensku aj v Čechách.

1. Ukazuje sa, že Slovensko a Česká republika sú na tom čo sa týka matematického modelovania na počítači veľmi podobne. Aj keď českí učitelia používajú počítačové simulácie a aplety vo väčšej miere ako slovenskí učitelia, tvorba matematických modelov učiteľom na počítači je zastúpená približne rovnako. Ukazuje sa tiež rozdielna veková kategória používateľov modelovania na vyššej úrovni. Zatiaľ čo v Čechách ide o mladých učiteľov, na Slovensku sú to skôr učitelia s dlhoročnou praxou, ktorí sa intenzívnejšie venujú ďalšiemu vzdelávaniu.
2. Používanie matematického modelovania na počítači v najjednoduchšej forme cez hotové aplety a počítačové simulácie, nerobí učiteľom v praxi problém aj bez nejakého špeciálneho vzdelávania. Apletu dostupné napr. na internete sú zvyčajne pripravené tak, že aj učiteľ-začiatok dokáže s nimi bez problémov pracovať.
3. Ak hovoríme o druhej úrovni, na ktorej sa matematické modelovanie môže v škole využívať, t.j. úprava modelu, resp. tvorba modelu učiteľom, sú výsledky pesimistickejšie. K schopnosti tvoriť matematické modely sa prihlásila len jedna šestina učiteľov z Čiech a Slovenska. Z toho môžeme usúdiť, že žiaci vo vyučovaní fyziky nepoužívajú matematické modelovanie na počítači na opis fyzikálnych javov ani na riešenie úloh. Zároveň sa ukázalo, že naučiť sa tvoriť modely nie je pre učiteľov jednoduché. Iba jedna tretina respondentov, ktorí sa prihlásili k tejto úrovni modelovania, to zvládla samoštúdiom. Z uvedeného vyplýva, že bez ďalšieho vzdelávania učiteľov v tejto oblasti sa metóda matematického modelovania do praxe bude implementovať veľmi ťažko. Práve tu sa ukazuje, aký veľký vplyv má vysokoškolská príprava a ďalšie vzdelávanie na školskú prax. Zároveň je to jasným signálom, aby boli do študijného plánu študentov učiteľstva zaradzované také predmety, kde sa študenti zoznámia aj s touto vo vede používanou a dôležitou metódou.

Snahou vzdelávacích inštitúcií zameraných na prípravu budúcich učiteľov fyziky je vzdelávať budúcich učiteľov a učiteľov z praxe aj v oblasti matematického modelovania. Na Slovensku je učiteľom z praxe ako aj stu-

dentom učiteľstva v kombinácii s fyzikou ponúkaný kurz Aktívne bádanie v počítačom podporovanom laboratóriu (akreditovaný na PF UPJŠ v Košiciach, <http://ccv.upjs.sk/kontinualnevezdelavanie.php>). Okrem digitálnych nástrojov zameraných na meranie pomocou počítačových senzorov, meranie z videozáznamu alebo obrázku sa kurz v jednom zo svojich modulov venuje aj matematickému modelovaniu na počítači s dôrazom na dynamické modelovanie. Podobný kurz sa pripravuje aj na Pedagogickej fakulte MU v Brne.

Za dôležité tiež považujeme to, aby sa študenti fyziky na univerzite s metódou dynamického modelovania stretli aj v štandardnej výučbe. Na PF UPJŠ v Košiciach sa snažíme využívať dynamické modelovanie na počítači už aj počas základného kurzu fyziky na riešenie fyzikálnych úloh ako aj pri riešení semestrálnych projektov zameraných na riešenie vybraných problémov z mechaniky, kedy je úlohou študentov navrhnúť vhodné experimenty a vytvoriť odpovedajúcu teóriu, resp. matematický model na počítači. Podobne v Čechách sa študenti s touto metódou stretávajú už počas bakalárskeho stupňa aj v rámci špeciálnych predmetov, ako napr. Počítače vo fyzike, kde sa s princípmi dynamického modelovania stretávajú v podobe riešenia úloh pomocou vhodného softvéru.

Na podporu reálneho využívania matematického modelovania na počítači vo vyučovaní fyziky na strednej škole vytvárame zbierku metodických materiálov pre učiteľa a pracovných listov pre žiaka spolu s podpornými počítačovými súborami aktivít, resp. vzorových výsledkov. V súčasnosti overujeme návrh metodiky implementácie modelovania na počítači vo výučbe fyziky v 1. ročníku gymnázia. Navrhnutá metodika poskytne učiteľom podrobný postup, ako so žiakmi modelovať a ako modelovanie využívať v spojení s experimentom tak ako je to obvyklé v reálnej vede.

## Literatura

- [1] *Held, L. a kol.*: Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte). VEDA, Bratislava, 2011.
- [2] *Ješková, Z., Kireš, M., Onderová, L.*: Školská reforma na Slovensku mení spôsob výučby prírodných vied. *Československý časopis pro fyziku* 5–6, 2012.
- [3] *Dvořák, L.*: Famulus 3.1. Výukové programy I. Modely. Computer Equipment, Praha, 1992.
- [4] *Dvořák, L.*: Famulus 3.5. Příručka uživatele. Computer Equipment, Praha, 1992.
- [5] *Dvořák, L., Květoň, K.*: Famulus: a tool and an environment for computation, modelling and other tasks in research, engineering and CAE. In: *Proceedings of the International Conference CBLIS '93*, Vienna, Dec. 1993.

- [6] *Lepil, O.*: Demontrace a model ve výuce o kmitech. Didaktika fyziky po čtyřiceti letech, sborník k jubileu J. Brockmeyerové-Fenclové, ZČU Plzeň, 1997, s. 43–49.
- [7] *Lepil, O.*: Modelování dějů v elektrických obvodech. MFI, roč. 10, 2001, s. 603–610.
- [8] *Lepil, O., Richterek, L.*: Dynamické modelování. Repronis, Olomouc, 2007. Dostupné z: [http://www.ufm.sgo.cz/ke\\_stazeni/Dynamicke\\_modelovani.pdf](http://www.ufm.sgo.cz/ke_stazeni/Dynamicke_modelovani.pdf)
- [9] *Ješková, Z. a kol.*: Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete fyzika pre stredné školy. Učebný materiál – modul 3. 1. vydanie. Elfa, Košice, 2010.
- [10] *Válek, J., Sládek, P.*: Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript. In: J. Kapounová, K. Kostolányová. Information and Communication Technologies in Education. Rožnov pod Radhoštěm: Univerzita Ostrava, 2012, s. 291–301.
- [11] *Válek, J., Sládek, P.*: Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript – part II. In: J. Kapounová, K. Kostolányová. Information and Communication Technologies in Education. Rožnov pod Radhoštěm: Univerzita Ostrava, 2013, s. 294–302.
- [12] *Válek, J., Sládek, P., Novák, P.*: Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript – part III. In: J. Kapounová, K. Kostolányová. Information and Communication Technologies in Education. Rožnov pod Radhoštěm: Univerzita Ostrava, 2014, s. 264–271.
- [13] *Burk, J.*: Raising the energy level of my physics classes Home About Computational Modeling More than a blogroll Physics Teacher Camp Algodo physics-a virtual physics lab for computational thinking. Quantum Progress. 2011. Dostupné z: <https://quantumprogress.wordpress.com/2011/11/27/algodo-physics-a-virtual-physics-lab-for-computational-thinking/>
- [14] Štátny vzdelávací program pre gymnázia v Slovenskej republike, ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2011. Dostupné z: [http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/isced3\\_spu\\_uprava.pdf](http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/isced3_spu_uprava.pdf)
- [15] Cielové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2011. Dostupné z: [http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/cielove-poziadavky-na-maturitne-skusky/fyzika\\_cp.pdf](http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/cielove-poziadavky-na-maturitne-skusky/fyzika_cp.pdf)
- [16] Rámcový vzdelávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 2007. Dostupné z: [http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07\\_final.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf)
- [17] Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání: Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky, zkušební předmět: fyzika. 2008. Dostupné z: <http://www.kavalirka.cz/download/upload/kavalirka.1232988087.64.pdf>
- [18] Rámcový vzdelávací program pro základní vzdělávání. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 2007. Dostupné z: [http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf)
- [19] *Timková, V., Ješková, Z.*: Implementation of computer modeling in physics education, In: J. Kapounová, K. Kostolányová. Information and Communication Technologies in Education. Rožnov pod Radhoštěm: Univerzita Ostrava, 2014, s. 245–253.
- [20] *Timková, V.*: Matematické modelovanie fyzikálnych javov s podporou počítača ro vyučovaní fyziky: rigorózna práca. UPJŠ, Košice, 2014.
- [21] *Válek, J.*: Modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ. Dizertační práce, Univerzita Palackého, Olomouc, 2014.