
Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky



Modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ

Disertační práce

Školitel:
Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

Autor práce:
PhDr. Mgr. Jan Válek

Olomouc 2014

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky

Modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ

Disertační práce

Autor: PhDr. Mgr. Jan Válek
Studijní program: P1701 Fyzika
Studijní obor: Didaktika fyziky
Školitel: Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.
Termín odevzdání: listopad 2014

Poděkování

Rád bych poděkoval svému školiteli doc. RNDr. Petru Sládkovi, CSc. za cenné odborné rady, připomínky a náměty při vedení této práce, konzultace a vedení mého studia. Dále děkuji doc. RNDr. Josefu Trnovi, CSc. za připomínky a za pozornost, kterou věnoval mé práci.

Děkuji všem respondentům, kteří přispěli do výzkumných šetření a dalším osobám, které mi pomáhaly při sběru dat v ČR a na Slovensku a při přípravě a následném zpracování. Také děkuji všem ostatním, kteří mi pomáhali při psaní této práce i při studiu.

Moje poděkování patří také kolegům z katedry fyziky, chemie a odborného vzdělávání, kteří mi pomáhali s výzkumem a sběrem dat.

Stejně tak velké díky patří mé rodině za podporu a trpělivost.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně, použil a citoval pouze prameny uvedené v seznamu literatury. Souhlasím, aby práce byla uložena na Univerzitě Palackého v Olomouci v knihovně Katedry experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Olomouci dne 13. listopadu 2014

.....

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	PhDr. Mgr. Jan Válek
Název práce:	Modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ
Typ práce:	Disertační
Pracoviště:	Katedra experimentální fyziky
Školitel:	Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.
Rok obhajoby práce:	2014
Klíčová slova:	fyzika, internet, počítačový model, modelování
Počet stran:	131
Počet příloh:	4
Jazyk:	Český

Abstrakt:

Disertační práce popisuje problematiku používání modelů ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ. Pomocí dotazníkového šetření bylo zjišťováno do jaké míry učitelé z ČR a SR na ZŠ a SŠ používají ve výuce modely, a to i ty počítačové. Výsledkem bylo zjištění, že je používají pouze částečně. Druhým šetřením realizovaným pomocí řízeného rozhovoru bylo zjišťováno, jakým způsobem začleňují učitelé počítačové modely do přípravy vyučovací hodiny a do vlastní vyučovací hodiny. Oslovení respondenti počítačové modely nikdy nevytvářeli. Uvedli ale, že se raději naučí vlastní modely vytvářet, než aby používali ty, které nejsou zcela podle jejich představ.

Jako možné řešení zjištěného stavu jsou nabídnuty on-line modely vhodné pro zařazení do výuky. Hlavní předností těchto modelů je nezávislost na platformě počítače, nepřetržitá dostupnost a možnost uložení výstupu do počítače.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: PhDr. Mgr. Jan Válek

Title: Modelling of physical phenomena, for use in teaching physics at the elementary and secondary school

Type of thesis: Dissertation

Department: Department of Experimental Physics

Supervisor: Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

The year of presentation: 2014

Keywords: physics, internet, computer model, modeling

Number of pages: 131

Number of appendices: 4

Language: Czech

Abstract:

Dissertation describes the issue of the use of models in physics teaching at primary and secondary schools. The questionnaire survey was focused on level of use of models (even computer models) in physics teaching by teachers from the Czech Republic and Slovakia. The result of survey was that it is only partially used. The second survey was realized by interviews and the focus of this survey was how teachers integrate computer models into the lessons. Our respondents did not ever create the computer models. In spite of that it follows that they would rather learn how to create models than they would use models of others what were not according to their expectations.

As a possible solution to the condition are offered online models suitable for inclusion in teaching. The main advantage of these models is independence from the computer platform, permanent availability and the possibility to save the output to a computer.

Obsah

ÚVOD	9
1.1 VÝZKUMY ZAMĚŘENÉ NA PRÁCI S ICT A JEJÍ APLIKACI VE VZDĚLÁVACÍM PROCESU	10
1.2 CÍLE PRÁCE	16
2 PRÁCE S ICT V SOUDOBÝCH DIDAKTICKÝCH TEORIÍCH	17
2.1 KONSTRUKTIVISMUS.....	19
2.2 KONEKTIVISMUS.....	20
3 POČÍTAČOVÉ MODELY VE VÝUCE FYZIKY	22
3.1 MODELY VE ŠKOLSKÉ VÝUCE	22
3.2 ICT VE FYZICE	27
3.3 POČÍTAČOVÉ MODELOVÁNÍ VE FYZICE.....	28
3.4 SOUČASNÝ STAV VÝVOJE POČÍTAČOVÝCH MODELŮ VE VÝUCE FYZIKY.....	30
3.5 VYMEZENÍ POČÍTAČOVÉHO MODELOVÁNÍ A PRÁCE S GRAFY V SOUČASNÉM ŠKOLNÍM KURIKULU	32
3.6 TVORBA POČÍTAČOVÉHO MODELU	35
4 VÝZKUM POUŽÍVÁNÍ A TVORBY MODELŮ VE VÝUCE FYZIKY V ČR A SR	40
4.1 CÍLE VÝZKUMU	41
4.2 VÝZKUMNÝ ZÁMĚR.....	42
4.3 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ I – ČR A SR – KVANTITATIVNÍ ŠETŘENÍ ZAMĚŘENÉ NA POUŽÍVÁNÍ A TVORBU POČÍTAČOVÝCH MODELŮ	43
4.3.1 Výzkumný soubor výzkumného šetření I.....	43
4.3.2 Cíle výzkumného šetření I	45
4.3.3 Výzkumné otázky výzkumného šetření I	45
4.3.4 Hypotézy (původní) výzkumného šetření I	46
4.3.5 Hypotézy (konečné) výzkumného šetření I.....	47
4.3.6 Zpracování výzkumného šetření I	48
4.3.7 Zpracované hypotézy	55
4.3.8 Shrnutí výsledků šetření I a diskuse	76
4.3.9 Porovnání výsledků výzkumného šetření I s výsledky šetření realizovaného na Slovensku, zaměřeného na modelování ve fyzice.....	81
4.4 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ II – ČR – KVALITATIVNÍ ŠETŘENÍ ZAMĚŘENÉ NA POUŽÍVÁNÍ A TVORBU POČÍTAČOVÝCH MODELŮ – DOPLŇK KVANTITATIVNÍHO ŠETŘENÍ.....	83
4.4.1 Výzkumný problém výzkumného šetření II	83
4.4.2 Cíle výzkumného šetření II	83
4.4.3 Výzkumné otázky výzkumného šetření II.....	84
4.4.4 Zpracování výzkumného šetření II.....	85
4.4.5 Výsledky výzkumného šetření II z pohledu výzkumných otázek	90
4.4.6 Výsledky výzkumného šetření II z pohledu výzkumných problémů a cílů výzkumného šetření II	95
4.5 ZHODNOCENÍ VÝZKUMNÝCH ŠETŘENÍ I A II Z POHLEDU STANOVENÝCH VÝZKUMNÝCH OTÁZEK.....	96
5 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ PRO WEBOVOU TVORBU MODELŮ	100
5.1 WEBOVÝ PORTÁL.....	101
5.1.1 Použitá technologie	101
5.1.2 Tvorba obrázku v PHP	104
5.2 VYBRANÉ MODELY	105
5.2.1 Navrhovaná řešení pro ZŠ.....	106
5.2.2 Navrhovaná řešení pro SŠ	112
5.3 VYTVOŘENÉ POČÍTAČOVÉ MODELY	117
ZÁVĚR	122

POUŽITÁ LITERATURA A ELEKTRONICKÉ ZDROJE	125
LITERATURA	125
ELEKTRONICKÉ ZDROJE	130
SEZNAM PŘÍLOH.....	132

Úvod

Předložená disertační práce se zabývá problematikou používání a tvorby počítačových modelů ve školské fyzice. Tvorbou modelů a jejich charakteristikou se budeme zabývat obecně a poté se zaměříme také na tvorbu počítačových modelů. Těžištěm práce je provedené výzkumné kvantitativní šetření doplněné o šetření kvalitativní přičemž celý výzkum je zaměřen na učitele a jejich práci a tvorbu modelů. Na základě výzkumu bylo navrženo řešení současného stavu.

Tvorbu a práci s modely klasickými i s těmi počítačovými lze z pohledu žáka chápat také jako prostředek pro tvorbu mezipředmětových vztahů mezi fyzikou a matematikou, informatikou, technikou a samozřejmě dalšími předměty na různých typech škol. Počítačové modely, práce s grafy a jiné vizualizační prostředky usnadňují žákům a studentům pochopení zkoumaných jevů a dějů. Navíc je posílena schopnost pochopení fyzikálních základů procesů z denního života. Modelování jevů nebo dějů je samozřejmě používáno v praxi v technice i vědě, nicméně jeho přednosti můžeme využít i ve vzdělávání. Proto je nutné podporovat a prohlubovat znalosti a dovednosti v uvedené oblasti ve vzdělávání budoucích učitelů na vysokých školách.

Dalším argumentem, proč se tomuto tématu věnovat, je silný rozmach výpočetní techniky a digitálních technologií obecně. Právě tvorba počítačových modelů může zvýšit atraktivitu a oblíbenost nejen přírodovědných předmětů, bez ohledu na typ školy. Ve spojitosti s uvedeným je pro učitele vhodné používat ve výuce takové prostředky, které spojují zmíněné vlastnosti v jeden kompaktní celek. Tyto prostředky by měly učitelům umožnit prezentovat jimi vytvořené výstupy on-line a zároveň by se mělo jednat o pružné a dynamické médium. Výstupem/řešením by tedy mohly být počítačové modely prezentované na internetu.

Při akceptaci požadavků, které na žáka klade jeden z kurikulárních dokumentů, rámcový vzdělávací program (dále RVP) pro daný typ školy, jimiž je úspěšné naplnění klíčových kompetencí a zařazení všech průřezových témat do vzdělávacího procesu žáka, by měla do jeho vzdělávacího procesu být zařazena taková aktivita, která pomocí mezipředmětových vztahů propojí jeho dílčí vědomosti a dovednosti z jednotlivých předmětů v komplexní znalosti dějů kolem něj. Prostřednictvím mezipředmětových vztahů tak dochází k celkovému rozvoji žáka (Šimoník, 2005).

Školská reforma vzdělávání žáků mezi 3.–19. rokem věku, kdy v roce 2007 začalo plošně platit RVP ZV, přinesla změny ve vzdělávání. Nastala tak změna strategie vzdělávání oproti předchozímu systému. Došlo ke změnám obsahu a následně metod výuky. Cílem reformy bylo provázat vzdělávací obsah s adekvátním uplatněním žákem získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. Stanoveného cíle je dosahováno pomocí naplnění klíčových kompetencí žáka. Do popředí se v současnosti dostávají interaktivní metody a aktivní žákovské učení. Což v přírodních vědách znamená, že žáci objevují jim nové znalosti podobně jako „opravdoví“ vědci. Jinými slovy, tedy pouhý poznatek není cílem. Pro žáky je důležitá také cesta, jak tohoto poznatku dosáhnou. Mluvíme o přírodovědném bádání. Žáci by měli při takovémto získávání znalostí a dovedností laborovat a experimentovat. To si velmi často žádá vytváření vlastních hypotéz o daném jevu. K jejich ověření častokrát pomáhají modely, které co nejvěrněji popisují zkoumaný jev.

1.1 Výzkumy zaměřené na práci s ICT a její aplikaci ve vzdělávacím procesu

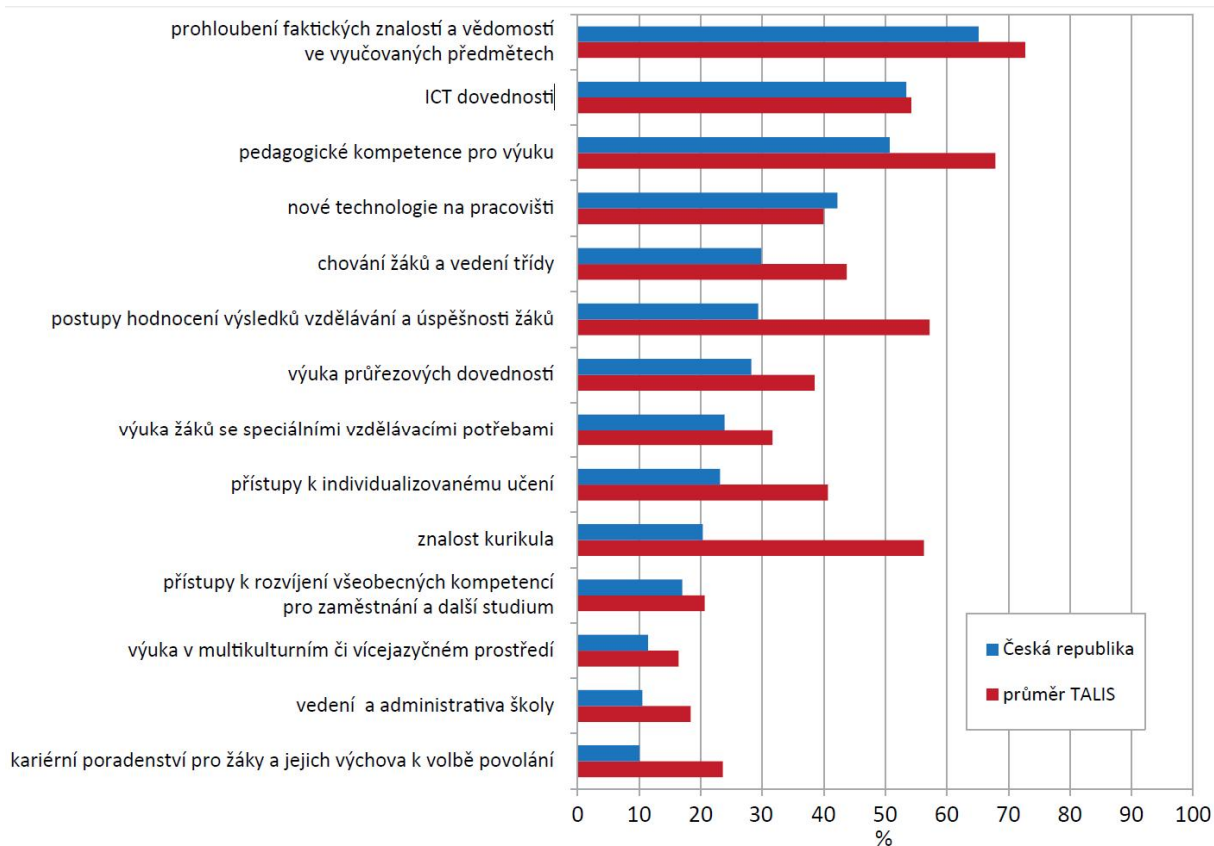
V návaznosti na výše uvedené a konstatované skutečnosti proběhly v České republice během posledních let některé mezinárodní výzkumy zaměřující se na úroveň znalostí a dovedností učitelů a vedení škol, například TALIS (*Teaching and Learning International Survey*) (Kašparová, 2013). Výzkumná šetření zaměřená na dovednosti žáků a studentů pak byla například TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), které zjišťuje úroveň znalostí a dovedností žáků 4. a/nebo 8. ročníku základní školy v matematice a v přírodovědných předmětech, ICILS (*International Computer and Information Literacy Study*), které si klade za cíl získat poznatky o dovednostech žáků v oblasti počítačové a informační gramotnosti, PISA (*Programme for International Student Assessment*), které je považováno za největší a nejdůležitější mezinárodní šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání, které v současné době ve světě probíhá. Výzkum je jednou

z aktivit Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Šetření je zaměřeno na zjišťování úrovně gramotností patnáctiletých žáků, kteří se ve většině zúčastněných zemí nacházejí v posledních ročnících povinné školní docházky. Pokud odhlédneme od šetření zaměřených na školní dovednosti a zaměříme se čistě na informační a komunikační technologie (dále ICT), pak se nabízí výsledky výzkumu PIAAC (*Programme for International Assessment of Adult Competencies*), který také realizovalo OECD. Jeho cílem bylo zjistit, jak jsou obyvatelé zúčastněných zemí připraveni na život v moderní společnosti (Kelblová, 2013).

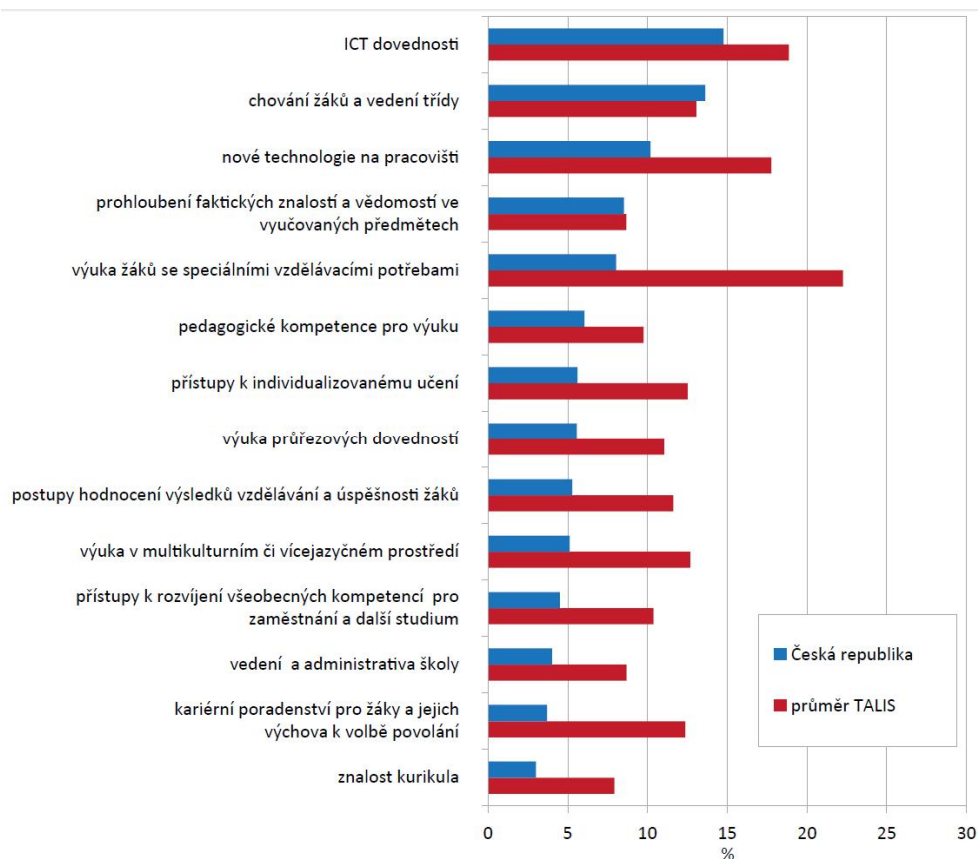
Zaměříme se nyní na výsledky šetření TALIS. „V ČR se hlavního sběru dat zúčastnilo 220 ředitelů (tj. plný počet za školy, které byly pro účast vybrány a splňovaly definici zkoumané populace) a 3219 učitelů (tj. 98,3 % z počtu učitelů, kteří byli pro účast vybráni a splňovali definici zkoumané populace).“, převzato z (Kašparová, 2013, s. 8). Zajímají nás výsledky prezentované v kapitole 3.5 *Obsahová náplň absolvovaného profesního vzdělávání a hodnocení jeho efektivity* (Kašparová, 2013, s. 25–26). Z grafu (Kašparová, 2013, s. 25) prezentovaného pod číslem 13 vidíme, že se v ČR učitelé nejčastěji dále vzdělávají v „prohloubení faktických znalostí a vědomostí ve vyučovaných předmětech“ (65 % respondentů v ČR, cca 72 % respondentů v mezinárodním průměru), na druhém místě nejčastěji uváděli „ICT dovednosti“ (uvedlo 53 % respondentů v ČR, cca 54 % respondentů v mezinárodním průměru), dále v „pedagogické kompetenci pro výuku předmětů“ (51 % respondentů v ČR, 68 % respondentů v mezinárodním průměru) a „nové technologie na pracovišti“ uvedlo cca 42 % respondentů v ČR, 40 % respondentů v mezinárodním průměru (odečteno z grafu). Koncept, kterým se zabýváme shrnuje uvedené kategorie do jednoho celku.

Další výstup zmíněného šetření, který nás zajímal v kontextu našeho výzkumu, byl prezentován v kapitole 3.7 *Potřeby učitelů v oblasti profesního vzdělávání* (Kašparová, 2013, s. 28–29). Tedy bylo zjišťováno, v jakých oblastech pocítují sami učitelé potřebu profesního vzdělávání. Z grafu (Kašparová, 2013, s. 28) prezentovaného pod číslem 17 plyne, že největší část dotazovaných učitelů pocítuje velkou potřebu profesního vzdělávání v oblasti ICT dovedností (15 % respondentů v ČR, 19 % respondentů v mezinárodním průměru).

Výsledky šetření TALIS 2013 jsou vloženy do grafů (Graf 0-1) a (Graf 0-2).



Graf 0-1 Náplň profesního vzdělávání učitelů. Zdroj (Kašparová, 2013, s. 25)

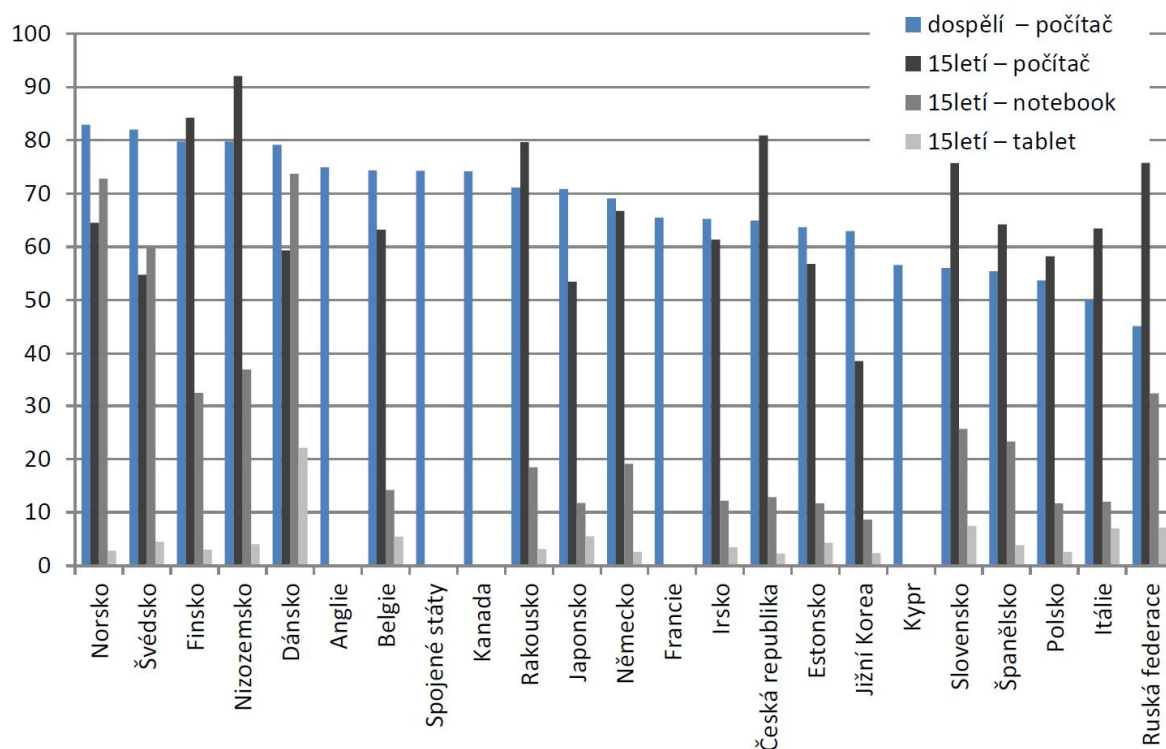


Graf 0-2 Požadované oblasti pro profesní vzdělávání učitelů v ČR a v mezinárodním průměru (podíly učitelů, kteří uvedli, že v dané oblasti mají velkou potřebu profesního vzdělávání).

Zdroj (Kašparová, 2013, s. 28)

Další šetření, které bylo zaměřené na práci s ICT, bylo již zmiňované PIAAC (Kelblová, 2013). „Respondenty byli dospělí občané ve věku 16–65 let ze 24 zemí, celkem 166 000 respondentů. V ČR bylo osloveno 14 000 domácností, data získána od 6 102 respondentů“, parafrázováno z (Kelblová, 2013, s. 6). Z výsledků plyne, že je ICT silně zastoupeno jak v pracovním, tak v osobním životě učitelů i žáků. Vybíráme pouze některé grafy.

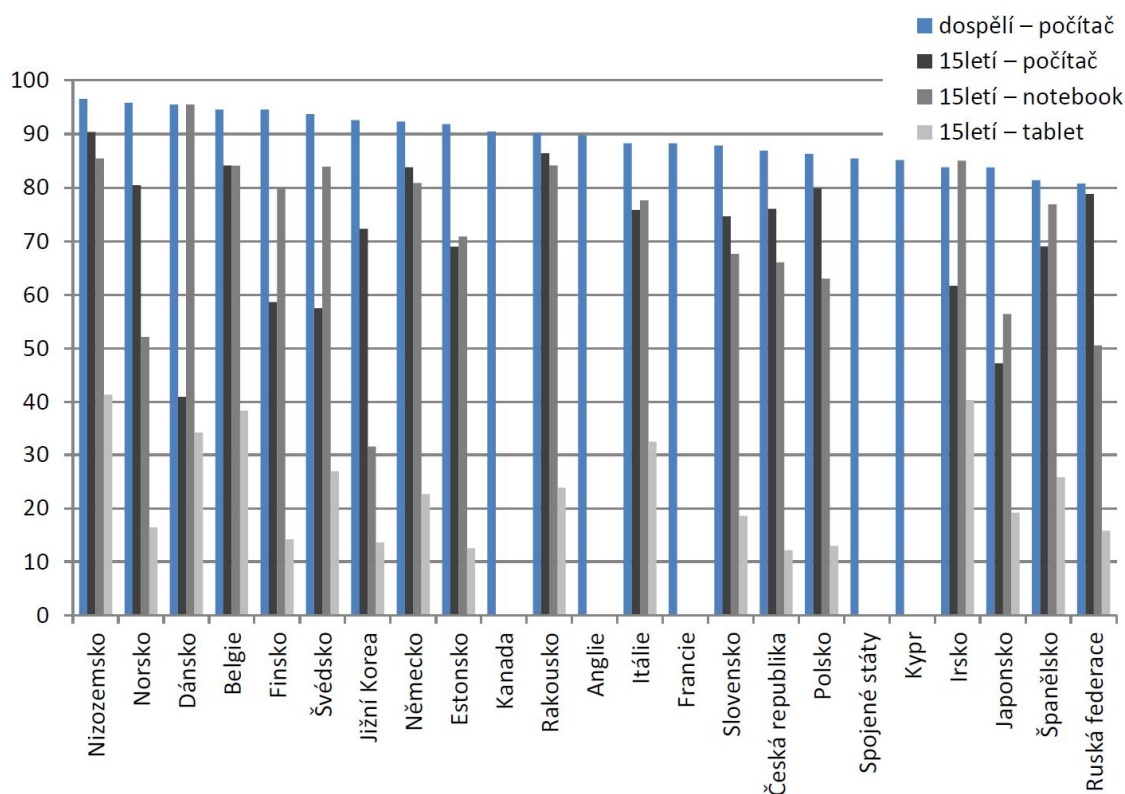
Protože aktivní práce a používání ICT zvyšuje konkurenceschopnost a uplatnění na trhu práce pro zaměstnance byl sledován tento fakt. Z kapitoly 4.1 *Využívání počítačů* (Kelblová, 2013, s. 39–40) plyne, že v ČR používá alespoň někdy počítač v zaměstnání 65 % respondentů. 15letí se v součtu počítač + notebook velmi těsně blíží 100 %, viz graf (Graf 0-3).



Graf 0-3 Využívání počítačů v práci a ve škole (v %).

Pozn.: Podíly jsou počítány z počtu osob, které na tuto otázku skutečně odpověděly, tzn. nepřeskočily ji, systémově nevynechaly nebo neuvědly, že nevědí. Zdroj (Kelblová, 2013, s. 39)

V domácím prostředí využívají počítače České republiky 87 % dospělé populace. V České republice využívá doma počítač 76 %, notebook pak 66 % patnáctiletých. Zde nastává překryv v používání počítače a notebooku žáky, viz graf (Graf 0-4).

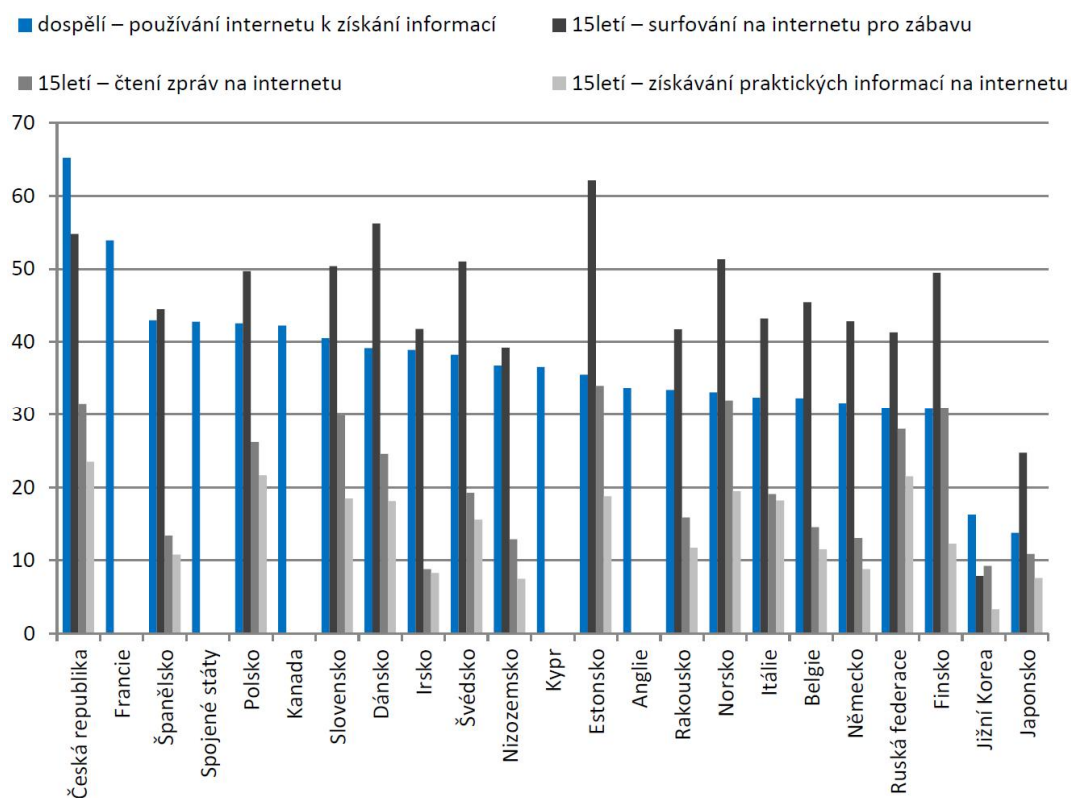


Graf 0-4 Používání počítačů v domácím prostředí (v %)

Pozn.: Podíly jsou počítány z počtu osob, které na tuto otázku skutečně odpověděly, tzn. nepřeskočily ji, systémově nevynechaly, nebo nevedly, že nevědí. Zdroj (Kelblova, 2013, s. 40)

V kapitole 4.3 *Využívání internetu* (Kelblova, 2013, s. 43–44) se lze dočíst, že v domácím prostředí používají denně internet k získání informací nejčastěji dospělí z České republiky, což je 65 % respondentů. Mohlo by to znamenat větší domácí přípravu do zaměstnání bez rozdílů zaměstnání dospělých? To bohužel nelze zjistit. Každý den surfují na internetu pro zábavu nejčastěji 15letí z Estonska, České republiky, Slovenska, Polska a skandinávských zemí, viz graf (Graf 0-5).

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům výzkumných šetření TALIS a PIAAC se domníváme, že je velmi vhodné a žádoucí přesunout částečně tvorbu výukových pomůcek a nástrojů do on-line prostředí. Navíc, pokud bude toto pro žáky v přívětivé formě, mohli by zde trávit také svůj volný čas.



Graf 0-5 Využívání internetu v domácím prostředí – každý den (v %)

Pozn.: Podíly jsou počítány z počtu osob, které na tuto otázku skutečně odpověděly, tzn. nepřeskočily ji, systémově nevynechaly nebo neuvěděly, že nevědí. Zdroj (Kelblová, 2013, s. 44)

Jak již bylo uvedeno výše, většina z dostupných šetření byla buď zaměřena na konkrétní vědomosti nebo dovednosti ve vybraných předmětech nebo naopak zkoumané pole bylo tak rozsáhlé, že nebylo možné ponořit se hlouběji do každého problému. Co se týče učitelské práce v předmětech, dohledali jsme nejčastěji výzkumy zaměřené na práci na ICT gramotnost (TALIS a PIAAC).

Nepodařilo se nám tedy nalézt výzkum, který by se podrobně zabýval samotným procesem používání nebo tvorby počítačových modelů v prostředí pro web učitelů fyziky na různých typech škol.

Disertační práce popisuje aktuální situaci v České republice a na Slovensku na poli tvorby a používání počítačových modelů ve výuce fyziky. Zkoumá možnosti vzdělávání učitelů na tomto poli.

Vzhledem k aktuálnosti tématu, kdy je jak současná společnost, tak i vzdělávací proces stále více ovlivňován rostoucím vlivem digitální techniky a počítačových technologií, byly zvoleny následující cíle práce a k nim stanovené výzkumné hypotézy z pohledu učitelů.

1.2 Cíle práce

Hlavní cíle práce:

- zjištění současného stavu používání a vytváření počítačových modelů ve školské fyzice na školách v České republice
- vytvoření počítačových modelů vybraných fyzikálních jevů
- umístění počítačových modelů na veřejně přístupný webový server

Dílčí cíle práce:

- vytvoření mezipředmětových vazeb školské fyziky s předmětem zaměřeným na práci s počítačem
- sumarizace základních podkladů k vytvoření počítačových fyzikálních modelů pomocí PHP
- vytvoření podpůrných příkladů k demonstrování teorie

2 Práce s ICT v soudobých didaktických teoriích

Na problém používání a tvorby počítačových modelů ve výuce nejen fyziky, ale i ostatních předmětů můžeme nahlížet z více úhlů pohledu. Můžeme aplikovat různé vzdělávací teorie. V našem pohledu se nejvíce zaměříme na konektivismus. Současně je ale vhodné zmínit i didaktickou teorii, na kterou konektivismus bezprostředně navazuje a z níž v mnoha ohledech vychází, konstruktivismus.

Tyto didaktické teorie vznikly jako logický důsledek změn v přístupu k ICT nebo digitálním technologiím běžnou populací ve vyspělých státech. Při hlubším pohledu na konkrétní spojení ICT a přírodovědných předmětů zjistíme, že se mění také vnímání současného světa žákem a vlastně celou společností. S tím rovněž souvisí změna, jak je samotnými žáky poznáváno jejich nejbližší okolí. Zároveň můžeme současnou populaci dělit, co se týče práce jedinců s digitálními technologiemi. Jejich razantní rozvoj intenzivně působí nejen na sociální chování lidí, ale i na jejich analytické myšlení. Bezprostředně je tak ovlivňováno vzdělávání člověka v technických a přírodních vědách. Uvedené aspekty velmi výrazně ovlivňují vzdělávání žáků a studentů napříč všemi úrovněmi vzdělávacího procesu. Protože je práce zaměřena primárně na učitele, bude popsána z tohoto pohledu tzv. Generace Y, tedy generace současných nastupujících učitelů, a také Generace Z, jejich žáků.

Generace Y

Generace Y (nebo také *Net Generation*) je 1. generace, která od dětství používá ICT. Toto označení bylo poprvé použito v časopise *Advertising Age* (Generation Y, 1993). Dále tento pojem rozvíjeli D. a J. Oblingerovi (Oblinger, 2005, s. 20), kteří zde uvádějí, že do této generace spadají lidé narození v rozmezí let 1982–1991. Generace Y je tak, co se týče rozmezí let, kdy se narodili její účastníci, označována jako přímý následovník Generace X (osob narozených mezi lety 1965–1982). Děťmi příslušníků Generace Y jsou až příslušníci Generace Alfa.

Základní charakteristiky determinující vzdělávací proces Generace Y jsou, jak uvádějí D. a J. Oblingerovi (Oblinger, 2005), následující:

- využívání digitálních technologií je každodenní a samozřejmou součástí života, intuitivně a bez návodu k obsluze
- výrazná dominance vizuální gramotnosti nad čtenářskou
- aktivní multitasking a preferování rychlosti řešení problému před přesností a správností
- preferování praktických činností před studiem pro ně nudné teorie
- upřednostňování práce v týmech
- požadavek neustálého propojení prostřednictvím ICT ke své komunitě, sdílení informací různého druhu a očekávaná adekvátní odezva

Generace Z

Vymezení této generace se v několika zdrojích velmi různí. Jak co se týče jejich popisu, tak co se týče rozmezí let, kdy se narodili. Robinson (Robinson, 2013) uvádí, že se mohli narodit v rozmezí 1995–2014, Schroer (Schroer, 2004) uvádí rozmezí 1995–2012 a Tulgan pak 1993–2014 (Tulgan, 2013). Co se tedy věku týče, jedná se o současné žáky základních a středních škol.

Protože jsou potomky Generací X nebo Y, budou mít některé znaky stejné, dokonce i silnější. Například jejich potřeba být on-line je mnohem větší než u Generace Y. Obdobně je to s ICT a jinou digitální technikou, v podstatě neznají svět a život bez ní. Reálný život a neúspěchy v něm si kompenzují virtuálním životem, kde bývají často úspěšnější

a v kolektivu uznávání. Právě život v těchto dvou světech podporuje jejich individualismus. Jsou proto ochotni vykonávat takovou práci, kde získají nové vědomosti a dovednosti. Měli by být nositeli nových řešení oproti zaběhlým postupům.

Proto není pro učitele z Generace X nebo Y snadné najít společnou komunikační vlnu s žáky spadající do Generace Z. Je proto vhodné aplikovat znalosti o uvedených skupinách do praxe. O to se nepřímo snaží dále uvedené didaktické teorie.

Z Hartla (Hartl, 2000) a Průchy (Průcha, 1995) můžeme říci, že hlavním těžištěm vzdělávacího procesu je řešení problémů z běžného života žáka. Dále následuje žákovská skupinová práce, kde submisivní roli hraje memorování a drilování. Celkově je kladen velký důraz na tvořivé myšlení žáků, kteří se dokáží kvalitněji vypořádat s problémy, na které je škola ve výuce nedokázala připravit z důvodu, že nepředpokládala, že by mohly nastat.

2.1 Konstruktivismus

Směr druhé poloviny 20. století, který zdůrazňuje aktivní úlohu člověka, význam jeho vnitřních předpokladů a důležitost jeho interakce s prostředím a společností. (Kučera, 2013, s. 137)

Vzdělávání jedince v tomto pojetí probíhá na základě propojování dosavadních znalostí jednoho jedince s jedinci dalšími. Dochází tak k osobní aktivizaci jedince za účelem poznávání a sebevzdělávání se. Skrze tuto aktivitu dochází k porozumění problému, a tedy i jeho kvalitnějšímu řešení. Výuka v konstruktivistickém pojetí je založena na získávání zkušeností, které jsou porovnávány se zkušenostmi starými, a výsledky tohoto porovnávání jsou zakomponovány do vlastních mentálních struktur jedince. Tato situace nastává nejen u jednotlivce, ale je příznačná pro celou skupinu vzdělávaných. Porovnávání vlastních starých zkušeností se zkušenostmi jiných jedinců vede k dalšímu zpřesňování celé struktury, která je právě u jedince vytvářena (Brdička, 2013).

Ve výuce, v tomto pojetí, žákovi nejsou nové poznatky předávány potvrzené a hotové, tedy již připravené k pouhému memorování. Požaduje se od něj, aby nad touto novou zkušeností nebo situací aktivně přemýšlel a aby je organizoval, prohloubil, obohatil a rozvinul. Jinými slovy, aby u žáka proběhla vlastní myšlenková aktivita a aby proběhlo systematizování a organizování nových poznatků vzhledem k již nabytým poznatkům. Žák si tak nové vědomosti a dovednosti „konstruuje sám“ (Nezvalová, 2010, s. 17–26). Pro

kvalitní a úspěšný proces vzdělávání je tedy nutná nejen naučená dovednost nebo vědomost, ale také to, jakým způsobem si ji žák „zkonstruoval“. To s sebou přináší další aspekt celé věci, a to, že je nutné, aby žák cítil touhu po věděni, pak bude schopen objevovat pro něj nové věci a informace. Proto by se výuka vždy měla vztahovat k reálnému světu, ve kterém žáci žijí, k reálným problémům, které žáci řeší. Dostávají se tak do interakce nejen jeden žák a učitel, ale celá skupina osob kolem žáků.

Konstruktivistická didaktická teorie se alespoň zčásti shoduje s procedurou získávání nových poznatků v přírodních vědách. Její zakomponování do školské fyziky a dalších přírodovědných předmětů je tak nenucené, efektivní a funkční. Syntézou těchto činností/aktivit/vlastností je žákovi umožněno pracovat na identifikaci a řešení problému s ostatními, navrhnout takové postupy a získávat takové informace, které povedou k vyřešení předloženého problému.

2.2 Konektivismus

Tento směr ideově vychází v mnoha praktických důsledcích z konstruktivismu. V reakci na změny v technologickém vybavení populace a škol musí současný vzdělávací systém na tyto skutečnosti určitým způsobem reagovat. Jednou z reakcí je didaktická teorie konektivismu (Siemens, 2004), (Downes, 2005) , (Downes, 2014).

V konektivismu je zmíněno několik stěžejních zásad upravujících pohled na současné vzdělávání, které je ovlivněno uvedenou změnou v rozvoji digitálních technologií, jejich enormní expanzí do školství. Jednou z nich je změna v přípravě a hlavně v realizaci výuky Generace Z a Net generace. Tato skupina požaduje větší participaci digitálních technologií ve svém vzdělávacím procesu. Používání jim tak blízké techniky/technologií z jejich pohledu velmi výrazně zkvalitňuje výsledky jejich vzdělávacího procesu. Někteří učitelé si však tyto tendence a postupy neuvědomují a zastávají tradičnější přístup ke vzdělávání.

Rozvoj vědomostí a dovedností každého žáka je v tomto pojetí chápán jako vytváření individuálního edukačního prostředí, ve kterém dochází ke spojování mezi účastníky nebo mezi účastníkem a studijním materiálem.

Pracuje se zde se základní premisou, že veškeré informace, které žák potřebuje pro vlastní vzdělávání, jsou dostupné on-line, a proto není důvod je memorovat. Cílem takového vzdělávání pak není komplexní znalost celé látky, ale operativní schopnost dát si požadovanou informaci do souvislostí a obratem ji vyhledat a aplikovat pro řešení nastoleného problému. Zároveň jsou součástí výuky takové činnosti, které vedou k tvorbě

nového obsahu, jenž je následně sdílen a samozřejmě komentován ostatními. (Brdička, 2013)

Z dostupných materiálů můžeme shrnout, že jedním z rozlišovacích aspektů je současná prosycenost společnosti výpočetní a digitální technikou. To, že je ICT začleňována do školské výuky, je již dlouhodobý trend, ale v současnosti se velmi silně ve společnosti projevují nálady/tlaky vybavit žáky zmíněnou ICT v poměru 1:1. Tento záměr je, mimo jiné, součástí *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020*, kterou připravuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020, 2014). Plán je zaměřen na vybavenost škol digitálními technologiemi, s největší pravděpodobností jimi budou tablety. Stejně jako PC, tak i tablety budou téměř neustále připojeny k internetu.

To je hlavním základním stavebním kamenem konektivismu, vytvářet a sdílet svoje vědomosti a znalosti. Právě současný rozvoj a rozšíření internetu velmi nahrává tomu, že se stane médiem, pomocí něhož budou/mohou žáci, ale i učitelé sdílet svoje vědomosti. Sama přítomnost ICT ve výuce v poměru 1:1 s sebou přináší také nutnou změnu ve výuce žáka. Ten by měl být ve vlastním sebevzdělávání celkově aktivnější a školní nebo častěji jeho vlastní ICT zařízení by tomu měla napomoci.

3 Počítačové modely ve výuce fyziky

Jak plyne z předchozích kapitol, ICT již několik let velmi intenzivně prostupuje školstvím. V některých oborech je tento proces intenzivnější více, v jiných méně. Zároveň jde s tímto stavem ruku v ruce potřeba využít všech dostupných ICT prostředků pro zvýšení efektivity práce a vzdělávání. Dále se již zaměříme na propojení ICT, fyziky a školské fyziky a tvorbu počítačových modelů pro výuku fyziky.

3.1 Modely ve školské výuce

Fyzika je převážně založená na experimentech, pozorování, laborování a práci s modely. Tyto činnosti slouží k ověření předpokladů a hypotéz vystavěných na základě teoretických znalostí. Fyziku, ať už vědu nebo tu školní, nelze provozovat bez modelů. Práce s nimi je jedním z hlavních didaktických prostředků, jakým může učitel svým žáků představit daný fyzikální jev či objekt. Model do výuky vhodně zařazený a správně popsáný se tak stává výrazným nástrojem didaktické dovednosti učitele fyziky.

Pod termínem model obecně chápeme takovou reprezentaci reality, která se snaží zachovat stanovené rysy (některé vlastnosti, které jsou v danou chvíli podstatné nebo zkoumané). Modelem tak může například být miniatura části stroje nebo celého systému, stejně jako i matematická rovnice popisující zkoumaný proces. Studium modelů nám v reálné výuce umožňuje přecházet od konkrétního k obecnému a naopak. Následuje výčet některých definic a kategorií modelů, se kterými se může učitel setkat během své pedagogické praxe.

Modely **podle Ondráčka** (Ondráček, 1967)

1. původní
 - a. přírodniny – živé materiály, nerosty
 - b. preparáty
 - c. produkty lidské činnosti – materiály historické a současné
2. modely
 - a. věrně zobrazující objekt
 - b. pracující
 - c. principiální
 - d. symbolické
3. Speciální pomůcky
4. Měřidla
5. Zobrazení statická a dynamická

Pro fyzikální pokusy lze využít některé přírodniny (např. vzorek magnetovce při výuce magnetismu) a některé produkty lidské činnosti (např. nástroje a nářadí při poznávání stavby těles v 6. ročníku, výrobky k měření objemu, zařízení laboratoří k výuce různých přírodních jevů). Z modelů jsou využitelné modely pracující (např. van de Graaffův generátor), modely principiální (např. průřez válcem motoru s pohybujícími se píсты), případně modely symbolické (např. model znázorňující rotaci Země kolem Slunce, model atomu).

Štoffova klasifikace dělí modely do více kategorií v publikaci od Vachka a Lepila (Vachek, 1980, s. 17):

1. Modely materiální
 - Prostorově podobné – makety, zmenšeniny, zvětšeniny
 - Fyzicky podobné – napodobují dynamiku modelovaného procesu
 - Matematicky podobné – modelují funkční závislost fyzikálních veličin

2. Modely ideální

- Obrazové (ikonické) – ilustrují neznámý, nedostupný předmět nebo jev
- Smíšené (obrazně-znakové) – magnetické indukční čáry, schémata
- Znakové (symbolické) – pro myšlenkové experimenty

Je třeba podotknout, že jednotlivé typy modelů se navzájem nevylučují. Zařazení se provádí podle hlavního znaku modelu, kterým je charakterizován především z praktického hlediska. Většina modelů nese znaky několika těchto skupin. U fyzicky podobných modelů obvykle existuje i prostorová, případně matematická podobnost. Dochází i k prolínání modelů materiálních a ideálních. Jakýkoli materiální model musí projít procesem zjednodušení a idealizace, aby se oprostil od vedlejších a nepodstatných znaků, a naopak byly zdůrazněny podstatné znaky. Stejně tak ideální modely, které existují zpočátku pouze v myšlenkách vědce, jsou postupně převedeny do určité materiální formy (náčrt, schéma, reálná konstrukce).

Dalším dělením může být podle kritéria **vztahu mezi modelem a originálem** podle **Vachka a Lepila** (Vachek, 1980, s. 16):

1. Modifikující – při zachování fyzikální podstaty se mění vzhledem k originálu měřítko, popřípadě z kvantitativního hlediska nepodstatné jednotlivosti. Výsledky experimentu jsou v širokém měřítku přenosné na originál.
2. Transformační – děj z originálu se přenáší na v podstatě souhlasný fyzikální systém. Obecně nelze dělat přímé a úplné závěry o originálu, slouží ke zjednodušenému objasnění chování originálu.
3. Simulující (imitující) – originální děje napodobují pouze vnějškově, formálně. Činnost modelu se řídí vlastními zákonitostmi odlišnými od originálu, existuje např. pouze geometricko-kinetická podobnost.
4. Ilustrující – obrazně znázorňující originální děj. Jejich pracovní a ilustrující funkce spočívá v zákonech, které uživatel při jejich pozorování asociuje.
5. Formalizující – popisují originální děje matematickými znakovými systémy.

Také v tomto rozdělení modelů dochází k částečnému překryvu určitých typů modelů.

Podle **Fenclové** (Fenclová, 1982, s. 43, 116–118) je model: „*Prostředek vědeckého zobrazení a poznávání.*“. Model v přírodních a technických vědách: „*Používá se již více než 300 let*“, „*Model je nahrazení komplexního systému systémem, který je pokládán za jednodušší a o němž se předpokládá, že má jisté vlastnosti, které jsou shodné s těmi, které byly vybrány pro studium na originálním komplexním systému.*“ Modelování pak označuje jako: „*... podstatnou metodickou pomůcku při nalézání, rozvíjení a aplikaci fyzikálních teorií.*“

Podle **Hejnové** (Hejnová, 2010, s. 42–44): „*Modely se používaly od samého vzniku fyziky jako jeden z nejvýznamnějších prostředků velmi efektivního budování fyzikálních teorií i k jejich názornému výkladu.*“

Podle **Mechlové** (Mechlová, 2014, s. 54): „*Při proceduře idealizace předmětem výzkumu učiníme určitý objekt A' utvořený z A zanedbáním určitých charakteristik C_i a také relace r_i , které podle našeho mínění nemají podstatný vliv na stav, vlastnosti a chování objektu. Pro daný objekt A můžeme vždy nalézt několik způsobů, cest idealizace, čili dostat několik objektů A' , A'' , A''' idealizovaných. Objekty A' , A'' , A''' , ... budeme nazývat empirickými modely objektu A nebo model 1. řádu objektu A .*“

Shrnutím uvedených pohledů lze říci, že: „*Model je zjednodušení kompletního systému s vlastnostmi vybranými ke studiu. Autor se tak téměř vždy dopouští zjednodušení zkoumaného jevu.*“

Jak dále uvádí E. Mechlová: „*... pomocí modelů 1. řádu, který je spojen se systémem empirických zákonů, získáváme vědomosti o objektech přírody, jejich vlastnostech a vazbami mezi nimi ...*“ parafráze (Mechlová, 2014, s. 64).

S pojmem model je spojen i vlastní proces modelování. Jedná se o činnost, kdy například pomocí výpočtů jsou modelovány fyzikální vlastnosti skutečných objektů a probíhajících dějů. Modelem může být zmenšenina složitého zařízení nebo matematický zápis fyzikální podstaty určitého děje. Matematické modelování je uskutečňováno na základě vhodně zjednodušeného matematického popisu nejen zkoumaných systémů, ale k nim náležitých fyzikálních principů. Modelování obecně znamená vytváření modelů pro

zkoumání takových vlastností, které jsou v dané situaci markantní a jsou proto zkoumány. Bližším zkoumáním drtivé většiny modelů zjistíme, že rovnice popisující mnoho fyzikálních situací jsou částečným vystižením a matematickým zápisem reality. V současnosti je pro svou matematickou složitost častěji využívána výpočetní technika.

Při zkoumání nebo přibližování fyzikálních procesů pracujeme s veličinami známými, změřenými, a s veličinami pro daný stav systému neznámými. Modelováním můžeme mezi těmito veličinami zavést funkční závislost. Zmíněné funkční závislosti jsou zpravidla reprezentovány diferenciálními rovnicemi. Analytické řešení takových rovnic, tedy obecně přesné řešení, lze získat u specifických případů. Z tohoto důvodu je jednou z nejčastěji používaných metod řešení diferenciálních rovnic numerické řešení. Jak již bylo uvedeno, během řešení rovnic tímto způsobem dochází k částečnému zjednodušení problému. V podstatě se jedná o řešení přibližné, s čímž je potřeba počítat a co je nutné náležitě didakticky podchytit.

Nejjednodušší metoda numerického řešení diferenciálních rovnic je Eulerova metoda, publikovaná již v 18. století. Při jejím použití musíme znát počáteční podmínky, tj. při vlastním několikanásobném cyklu výpočtu musíme znát stav veličin v předchozím kroku, abychom mohli určit hodnoty veličin v kroku současném nebo následujícím.

Modely pomáhají učitelům s expozicí látky. Žáci tak mohou za pomoci modelů lépe procházet procesem přírodovědného poznání. Hlavní výhodou je jejich názornost. Právě proto, že některé aspekty modelu oproti reálnému ději zanedbáme nebo potlačíme, můžeme žákovi/studentovu pozornost soustředit na vybranou veličinu (Vachek, 1980), (Fenclová, 1982), (Hejnová, 2010), (Mechlová, 2014).

Jakékoli modely jsou běžně používané ve všech fázích vyučovací hodiny, téměř ve všech předmětech. Nejčastěji bývají používány v expoziční a fixační fázi vyučovací hodiny. Svou roli hrají zároveň i v motivační fázi hodiny, popřípadě pouze celého probíraného celku. Vlastní modely a jejich tvorba může posloužit současně jako ukázka důležitosti mezipředmětových vztahů mezi matematikou, informatikou a fyzikou, technikou, eventuálně dalšími předměty.

Na klasifikaci modelů a zařazení do výuky se můžeme dívat z různých pohledů, vždy ale dojdeme k závěru, že je vhodné, když model koresponduje se zkušenostmi, které mají žáci z reálného života. Dokáže-li učitel s žáky zpracovat problém známý z jejich běžného života, může povzbudit jejich zájem o danou problematiku. I když budeme k modelům

přístupovat z fenomenologického hlediska, komentář učitele s odkazem na vlastní zkušenost žáků/studentů vede k tomu, že žáci dokážou lépe akceptovat vztahy a rovnice, které neumí sami analyticky odvodit, a sami mohou diskutovat o změně chování celého systému při změně určité proměnné.

S **matematickým modelem** pak nejčastěji pracujeme my v našem přístupu k této problematice. Jeho základní vlastností je vyjádření vztahu každého prvku rovnice ke všem prvkům a vztahům daného jevu. Svůj velký rozmach zažil s příchodem výpočetní techniky mezi běžnou populaci. Každý model musí být vytvořen tak, aby byl vždy jednoznačný, aby nedocházelo ke špatné interpretaci modelovaného jevu. Modelování nám zároveň umožňuje verifikovat experimentálně získané poznatky. Ovšem stále častěji se setkáváme s tím, že je nejdříve zkonstruován matematický model a potom následuje jeho experimentální potvrzení. Pokud již potupujeme opačně, tak nám model pomáhá matematicko-fyzikálně uchopit a popsat reálně pozorovanou skutečnost.

Blíže se soustředíme na matematické modelování (podle Štoffovy klasifikace – Modely materiální), někdy také smíšené modelování (podle Štoffovy klasifikace – Modely ideální). V našem případě je výstupem modelování graf. Práci s grafy a zobrazování funkčních závislostí si žáci osvojují hlavně ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace podle daného RVP. Proto je důležité klást důraz na osvojování dovednosti práce s grafy a důkladně tuto dovednost procvičit již na základních školách. Cílem je tedy aplikovat do výuky podpůrný nástroj, počítačové modelování v jazyce PHP, a ilustrovat tak využití teoretických znalostí v každodenním životě.

3.2 ICT ve fyzice

Stále složitější situace ve vzdělávání, respektive boj o pozornost studentů a žáků vede učitele k hledání nových, atraktivnějších postupů výuky. Proto je nutné hledat další možnosti využití a propojení s jinými předměty. Jako jedna z možností se nabízí mezipředmětová vazba fyziky a informatiky. Fyzika podá potřebný vědecký základ, informatika dodá nutné technické vybavení a poskytne programové zázemí. Budeme-li se zajímat o tuto mezipředmětovou vazbu na středních a vysokých školách, je řešení vcelku jednoduché. Když učitelé připraví základní úlohy, kde se ve fyzice nejprve celý problém nastíní a vysvětlí, následně v informatice je podroben analýze a případnému překódování do programovacího jazyka, pak je mezipředmětová vazba naplněna a je „relativně pevná“.

Informační a komunikační technika bývá na základních školách převážně nástrojem používaným ve fyzice, chemii, matematice a informatice (či obdobně nazývaném předmětu). Právě v prvních dvou jmenovaných předmětech nám usnadňují práci, a to hlavně v případech, kdy je potřeba demonstrovat děj či jev, který by byl za normálních podmínek neuskutečnitelný technicky nebo z bezpečnostních důvodů.

Mezi nejčastěji používané aplikace patří tabulkový procesor pro výpočty a tvorbu grafů závislostí různých veličin nebo zpracování měření. Volně dostupné fyzikální aplikace pak jsou, animace, Java applety a fyzlety (nebo také physlety¹) určené k modelování fyzikálních jevů, vzdáleně řízené laboratoře, modelační a simulační programy (Hosnedl, 2005).

Může se zdát, že cílené používání ICT ve fyzice není pro žáka žádným přínosem. Opak je pravdou. Žák již vědomě aplikuje získané vědomosti, dovednosti či návyky přímo do své pracovní činnosti. Ihned tak vidí, že se neučí pro známky, ale pro život.

Problematika ICT ve fyzice, ale i v jiných předmětech je v současném kurikulu podchycena v RVP pro daný typ škol. Zde je již oproti generačně předchozím dokumentům zakotveno také povinné vzdělávání ve vzdělávací oblasti informačních a komunikačních technologiích (RVP ZV, 2007, s. 34). Tato část je také ukryta v samotné vzdělávací části fyzika. Dále se můžeme s ICT setkat i v průřezových tématech, a to konkrétně v „mediální výchově“ (RVP ZV, 2007, s. 101), která by sice mohla být zaměřena na ověřování platnosti informací získaných na internetu, ale proč do ní nezařadit také práci s fyzikálními informacemi a jejich ověřování.

Rozvoj fyziky a ICT v posledních letech dává jasně najevo, že odborná a školská fyzika bude ICT stále více a více využívat. Využití ICT není omezeno pouze na demonstrování pokusů s žáky neproveditelných. Hlavně vizuální technika je vhodná pro kolektivní pozorování jevů.

3.3 Počítačové modelování ve fyzice

Vizualizace jevů pomocí modelů a animací vede žáky k lepšímu pochopení základních matematických operací a fyzikálních jevů. Žákům tak odpadá chybné představování si jevů a dochází k vyvrácení jejich prekonceptů (Trna, 2006). Pokud je jim nabídnut již hotový

¹ Physlet (*Physics Applet*), je většinou malý Java applet vytvořený pro podporu vzdělávacího procesu žáků nebo studentů. Je prezentován na internetu jako součást webových stránek. Vzhledem k médiu, na kterém je prezentován, je často jednoduchý na ovládání. Physlety jsou nejčastěji simulace, prostřednictvím kterých dochází k bližšímu vysvětlení vyučovaného problému žákům pomocí ICT.

model, mohou se více soustředit na jeho popis a funkce než na to, aby si ho představili. Uvědomujeme si, že je chyba, pokud žáci dostanou k vlastní práci již hotový model. Přichází tak o možnost laborovat a pracovat s vlastní chybou při vyslovení své vlastní hypotézy, byť by byla špatná. Proto se přikláníme k názoru a řešení, kdy je žákům nabídnut/poskytnut takový model, který v nich podněcuje laborování a postupné zpřesňování jejich náhledu na danou věc. Dochází pak k rozvoji myšlení a přírodovědné gramotnosti.

Tato metoda přibližování nových fyzikálních poznatků nebo ověřování předpokládaných vlastností a chování různých látek či těles je relativně mladá. Jako jeden z prvních ji na svých přednáškách používal Richard Phillips Feynman (Feynman, 2013, s. 127–135). Tehdy ještě bez pomoci počítače. Veškeré výpočty museli provádět studenti manuálně.

Také dnes se tato metoda používá pro jednoduché demonstrování (myšlen již výstup) některých závislostí změn výsledku na vstupních parametrech. Žáci mohou vytvářet a následně modifikovat vytvořené matematické modely. Získávají tak nejen základní programátorské návyky, ale dokáží sami posuzovat, jak se byť jen malá změna vstupních podmínek může promítnout do výsledku. Zároveň porozumí fyzikální podstatě zkoumaných dějů a jevů.

Můžeme s žáky v první fázi vytvořit vývojový diagram postupného řešení problému a postupně je směřovat k tomu, aby se vytvořený diagram podobal již reálně fungujícímu modelu. Pomalu je tak začneme učit, „jak počítač myslí“, a bude pro ně mnohem snazší dosáhnout kýženého cíle.

S rostoucím množstvím vědomostí, které si má žák osvojit, se zvyšuje i požadavek na názornost a prezentaci těchto poznatků žákům. To s sebou nese také negativní vliv na žáka. Na toho jsou kladeny stále vyšší požadavky, co se týče jeho rozumové a imaginativní složky myšlení, aby si demonstrované informace uchoval a spojil v jeden kompaktní celek. Vytváření, práce a hlavně zkoumání matematických modelů je sice jednou ze základních úloh, o to však v současnosti více používanou metodou. Takto vytvořené modely sehrávají ve vědě velmi významnou roli, a to hlavně v těch částech, kde již nemůže lidská představivost vyřešit daný problém (Lepil, 2007, s. 55).

Díky modelování ve školské fyzice lze žákům předložit a prezentovat výsledky zkoumání, které nejsou ještě schopni sami vypočítat. Část celého problému si uvědomují

a dokáží některé veličiny aspoň ohraničit. Je-li model vytvořen takovým způsobem, aby si žáci sami mohli zaměnit některé vstupní hodnoty, pak plní svůj účel bezzbytku.

Ne vždy se však musí jednat o pouhou demonstraci jevu, kdy je výsledek předem spočten a nám se již zobrazí grafický výstup. Mělo by se jednat o takový matematický model, který je schopný dynamicky reagovat na změnu počátečních podmínek, konstant charakterizujících daná tělesa nebo prostředí.

Pro vytvoření dynamického modelu je nutné znát základní rovnici pro daný děj a počáteční podmínky (Lepil, 2007, s. 7). Z použité rovnice pak zvolíme jednu proměnnou, jejíž hodnotu měníme s přírůstkem (nebo úbytkem), a sledujeme závislost výsledku na této hodnotě. Výpočtem získané hodnoty zaneseme do grafu pro větší přehlednost.

Tvůrce takovýchto modelů musí být znalý nejen fyzikální podstaty modelovaného problému, ale musí také disponovat znalostí matematiky na potřebné úrovni a znalostí programovacího jazyka nebo používaného prostředí. Pokud chce výstup jak grafický, tak i hodnotový, je potřeba zvládnout programování na vyšší úrovni než té, která je standardně výstupem seminářů z programování ve studiu učitelství fyziky (Lepil, 2007, s. 67).

Nespornou výhodou počítačového modelování je rychlost vykonávání výpočtů počítačem. Proto lze ve velmi krátkém čase při relativně jednoduchém výpočetním procesu vykreslit závislost dvou veličin pro řádově tisíce až statisíce elementárních kroků.

3.4 Současný stav vývoje počítačových modelů ve výuce fyziky

Tématem vytváření a používání počítačových modelů ve školské fyzice se v České republice zabývá například L. Dvořák (Dvořák, 1992a), (Dvořák, 1992b), (Dvořák, 1992c), který s kolegy T. Ledvinkou a M. Sobotkou vytvořil výpočetní modelovací systém pro školskou fyziku, Famulus. Jeho předchůdcem byl Gaudeamus. Tématem se zabývá téměř po celou dobu své profesní dráhy. Dalším autorem, který se velmi intenzivně zabývá zasazením modelování převážně do fyziky střední školy, je O. Lepil (Vachek, 1980), (Lepil, 1996a), (Lepil, 1996b), (Lepil, 1996c), (Lepil, 2001), (Lepil, 2007), (Lepil, 2013), (Lepil, 2014), který se věnuje modelování úloh z mechaniky, kmitů a elektřiny s použitím programu české výroby Famulus a zahraničními Modellus a IP Coach. V tomto výčtu nelze opomenout ani P. Šedivého (Volf, 1995), (Šedivý, 1999), (Polák, 2002), (Šedivý, 2010), který do tvorby modelů začlenil i tabulkový procesor.

Samozřejmě že i v zahraničí se lze setkat s problematikou modelování fyzikálních jevů a aplikací do školské fyziky. Na Slovensku se počítačovým modelováním zabývá

například V. Koubek (Koubek, 2012), který prezentuje v rámci projektu, realizovaném na svém pracovišti, vytvořené modely pro Coach 5, Coach 6 a Microsoft Excel. Další osobností na poli modelování jevů ve fyzice je slovenský L. Zelenický (Zelenický, 2005). Ze současnosti jmenujme V. Timkovou (disertační práce Matematické modelovanie fyzikálných javov s podporou počítača vo vyučovaní fyziky).

V zahraničí F. Potter a Ch. W. Peck (Potter, 1989) vydali publikaci, ve které nabízí základní kurz pro vstup do této problematiky. Práce byla zaměřena na používání tabulkového procesoru. Dalším ze zahraničních autorů je V. D. Teodoro (Teodoro, 2002) z Portugalska. V. D. Teodoro se ve své disertační práci věnuje modelování fyzikálních jevů ve školské praxi s použitím programu Modellus.

Právě program Modellus je v zahraničí velmi často používán. V tomto programu je možné studovat vybrané, uživatelem vytvořené fyzikální situace jak pomocí grafické analýzy nebo videoanalýzy, tak pomocí matematického zápisu fyzikální podstaty zkoumané situace (Janeček, 2011). Samotný modelovací program Modellus přeložil do českého jazyka M. Krynický (Krynický, 2010). Modellus je pro velkou škálu nabízených prostředků ke zkoumání fyzikálních jevů a dějů v zahraničí velmi často používán. Dalším často používaným programem pro tvorbu modelů je Algodoo, dříve Phun (Burk, 2011), (Černý, 2013). V tomto programu lze „nakreslit“ různá tělesa a následně jim přiřknout určité fyzikální vlastnosti. Opomenout nesmíme ani program Coach, ve kterém lze provádět řízení experimentů, zpracování naměřených dat, videoanalýzu a modelování (Pešat, 2001). Lze se také setkat s programem Easy Java Simulations (Christian, 2007).

Hlavní oblastí tvorby modelů, které se věnuje disertační práce, jsou modely vytvářené pro on-line webové prostředí pomocí technologie PHP (Hypertext Preprocessor)². V PHP lze programovat bez nutnosti instalovat jakýkoliv další program nad rámec již základních nainstalovaných v počítači. Tato skutečnost odstraňuje problém s případným oprávněním pro instalaci některých programů do školního počítače, většinou tyto počítače bývají uzamčené před svévolnou instalací programů uživatelem. S ohledem na současné trendy v komunikaci a dostupnost internetu, jeví se jako vhodné jít cestou tvorby a prezentace modelů pomocí prostředků vyvinutých pro prezentaci dat na internetu.

² Původně *Personal Home Page* je prostředek pro generování (X)HTML značek pro webové stránky a dynamický web, vlastní PHP skripty jsou prováděny na straně serveru a uživateli se přenáší již jejich výsledek – (X)HTML značky nebo výstupy ve formě obrázků, grafů).

Podle dostupných zdrojů o samotném problému tvorby počítačových modelů s jejich zařazením do školské fyziky v PHP dosud nikdo nepublikoval, a to v České republice, ani v zahraničí. Na některých vysokých školách v České republice je tato metoda používána ve studiu tematicky zaměřeného oboru, například „*Matematické modelování ve fyzice a v technice*“ na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze (MFF / Studium / Bc. a Mgr. studium / Studijní plány / 2.5 Matematické modelování ve fyzice a technice, 2012).

Výčty publikací jednotlivých autorů zabývajících se počítačovým modelováním nejsou kompletní, jedná se pouze o výběr z jejich publikační činnosti.

3.5 Vymezení počítačového modelování a práce s grafy v současném školním kurikulu

Práce s modely, grafy a dalšími didaktickými pomůckami a prostředky založenými na ICT bázi můžeme v RVP ZV najít v mnoha oblastech. Jednou, a také nejčastěji aplikovanou, je Matematika a její aplikace. Konkrétně se jedná o:

Cílové zaměření vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace, citováno z (RVP ZV, 2007, s. 3):

- vnímání složitosti reálného světa a jeho porozumění; k rozvíjení zkušenosti s matematickým modelováním (matematizací reálných situací), k vyhodnocování matematického modelu a hranic jeho použití; k poznání, že realita je složitější než její matematický model, že daný model může být vhodný pro různorodé situace a jedna situace může být vyjádřena různými modely
- provádění rozboru problému a plánu řešení, odhadování výsledků, volbě správného postupu k vyřešení problému a vyhodnocování správnosti výsledku vzhledem k podmínkám úlohy nebo problému

Dále když přistoupíme již k jednotlivým partiím této vzdělávací oblasti, tak se dostáváme na definice *Vzdělávacího obsahu vzdělávacího oboru* na 2. stupni. Konkrétně:

Číslo a proměnná – Očekávané výstupy, citováno z (RVP ZV, 2007, s. 32) – žák:

- modeluje a řeší situace s využitím dělitelnosti v oboru přirozených čísel
- řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů

- formuluje a řeší reálnou situaci pomocí rovnic a jejich soustav

Závislosti, vztahy a práce s daty – Očekávané výstupy, citováno z (RVP ZV, 2007, s. 32–33) – žák:

- vyhledává, vyhodnocuje a zpracovává data
- vyjádří funkční vztah tabulkou, rovnicí, grafem
- matematizuje jednoduché reálné situace s využitím funkčních vztahů

Další vzdělávací oblastí, a hlavně již obsahující také fyziku, je **Člověk a příroda**. Zde je v *Cílovém zaměření vzdělávací oblasti* uvedeno, že vede žáka ke: citováno z (RVP ZV, 2007, s. 51)

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby

Bohužel konkrétnější vymezení ve *Vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Fyzika* již nenajdeme. Proto pro zařazení modelů musí posloužit pouze matematika a její obsah.

V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále RVP G) pak nacházíme práci s modely a grafy v následujících oblastech:

Matematika a její aplikace – Číslo a proměnná – Očekávané výstupy, citováno z (RVP G, 2007, s. 23) – žák:

- odhaduje výsledky numerických výpočtů a efektivně je provádí, účelně využívá kalkulátor
- geometricky interpretuje číselné, algebraické a funkční vztahy, graficky znázorňuje řešení rovnic, nerovnic a jejich soustav

Práce s daty, kombinatorika, pravděpodobnost – Očekávané výstupy, citováno z (RVP G, 2007, s. 24) – žák:

- volí a užívá vhodné statistické metody k analýze a zpracování dat (využívá výpočetní techniku)
- reprezentuje graficky soubory dat, čte a interpretuje tabulky, diagramy a grafy, rozlišuje rozdíly v zobrazení obdobných souborů vzhledem k jejich odlišným charakteristikám

Závislosti a funkční vztahy – Očekávané výstupy, citováno z (RVP G, 2007, s. 24) – žák:

- načrtne grafy požadovaných funkcí (zadaných jednoduchým funkčním předpisem) a určí jejich vlastnosti
- modeluje závislosti reálných dějů pomocí známých funkcí
- řeší aplikační úlohy s využitím poznatků o funkcích a posloupnostech

V *Charakteristice* vzdělávací oblasti **Člověk a příroda** pak můžeme najít následující: „*Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které uplatňují ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně empirické prostředky (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Každá z těchto složek je přitom v procesu výzkumu nezastupitelná, vzájemně se ovlivňují a podporují.*“ (RVP G, 2007, s. 26), „... *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*“ (RVP G, 2007, s. 27).

Ovšem ani zde nedochází k tomu, že by byly modelování, případně práce s grafy zakomponovány do *Očekávaných výstupů* vzdělávací oblasti **Fyzika**.

Ve studiu na gymnáziu se již žáci mají podle RVP G setkávat s modelováním pomocí ICT, jak uvádí *Cílové zaměření* vzdělávací oblasti **Informatika a informační a komunikační technologie**: citováno z (RVP G, 2007, s. 63)

- využívání prostředků ICT k modelování a simulaci přírodních, technických a společenských procesů a k jejich implementaci v různých oborech
- využití možností výpočetní techniky a internetu k poznávacím, estetickým a tvůrčím cílům s ohledem ke globálnímu a multikulturnímu charakteru internetu

Podle uvedených a zjištěných skutečností by tedy měly tvorbu a používání počítačových modelů podporovat také aktuálně platné (rok 2014) kurikulární dokumenty. Musíme ale poznamenat, že RVP ZV ani RVP G neříkají jak moc intenzivní práce a seznámení žáků s jednotlivými tématy má být. Může se tak stát, že absolventi například základní školy A budou mít zcela odlišné vědomosti a dovednosti než absolventi základní školy B. To samozřejmě s sebou přináší velmi různorodé požadavky na přípravu učitele gymnázia.

3.6 Tvorba počítačového modelu

Řešený problém, který bývá zpravidla vysvětlen slovně, začíná matematizací, tj. popsáním reálného problému pomocí matematického zápisu. Vlastně musí nastat matematický zápis fyzikální podstaty problému. Hlavně v tomto okamžiku se autor dopouští určitých aproximací a zjednodušení zkoumané úlohy, což s sebou nejčastěji přináší zjednodušení, případně zanedbání některých reálně působících vlivů. Tento krok s sebou může přinést oddělené pochopení modelované situace a reálného děje v životě žáka (Holubová, 2012, s. 8). Následuje přepsání matematického zápisu fyzikální podstaty problému do algoritmu programu, pomocí něhož je modelování prováděno. Současně je pokaždé důležité určit, zda model, který jsme vytvořili nebo použili, dostatečně reprezentuje skutečnou situaci. Zda s jeho pomocí dostaneme výsledky, které lze považovat za správné a relevantní pro danou situaci. (resp. zda stačí pro získání výsledku, který potřebujeme). V neposlední řadě je potřeba mít na paměti, že kvalitu získaných výsledků také ovlivňuje volba použité metody řešení problému (Šedivý, 2010, s. 7).

Rovnice, které si sami stanovíme z dynamických zákonů, nemusí mít takové analytické řešení, které by dovolovalo zapsat zkoumané fyzikální veličiny jako funkce času. V tomto případě přikročíme k řešení numerickému, pomocí kterého několikanásobně počítáme změny sledovaných veličin v elementárních časových krocích.

Z výpočtů získané hodnoty pak nejčastěji prezentujeme formou tabulek a grafů. Zjišťujeme, jakým způsobem se mění atributy zkoumaného objektu v závislosti na čase. Můžeme potom grafický výstup z takového modelu nazvat časovým diagramem.

Dynamické modelování používané ve fyzice se podle definice neliší nijak výrazně od toho, jaké se používá například v technice. Dynamické modelování se používá k vyjádření a modelování chování systému z pohledu časového vývoje. Bývá při něm používána výpočetní technika, a to k numerickému řešení těchto diferenciálních rovnic. Výsledkem modelování je tedy logický model.

Modely poskytují zjednodušené zobrazení, spíše prezentování, zkoumaného jevu nebo reálného objektu. V dané situaci/rozložení jsou v nich zdůrazněny/prezentovány/ukázány podstatné vlastnosti a potlačeny ty podružné. To může vnášet při špatné interpretaci prezentovaného jevu velké problémy do procesu pochopení nové látky žákem/studentem. Zároveň to s sebou přináší také možnost pro žáky zaměřit se na méně parametrů daného systému, ale o to intenzivněji je zkoumat. Vlastní modely a samozřejmě že i jejich tvorba (modelování) napomáhají rozvoji poznávacích schopností žáka a mohou uspokojit žákovy poznávací potřeby.

Pokud je již u žáka probuzena touha po poznávání nového, pak by se u něj po určitém čase, který je velmi individuální, mělo dostavit pochopení modelu. Což je prvním stupněm v celkovém porozumění fyzikální podstatě reálného problému nebo situaci. Žák by tak měl do podstaty modelovaného jevu proniknout a na základě znalosti modelu by měl být schopen jej používat v různorodých situacích a předpovídat průběh reálného jevu. Dochází tak u žáka k vlastní explanaci.

Nejčastěji se pomocí dynamického modelování demonstrují příklady s mechanickým pohybem. Jak uvádí O. Lepil (Lepil, 2007, s. 7), musíme znát (vektorové veličiny jsou vyznačeny tučně):

1. Pohybovou rovnicí pro daný děj, která zpravidla vychází z 2. Newtonova zákona $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$. Celková síla působící na těleso může být konstantní, nebo proměnná v čase.

2. Počáteční podmínky a základní parametry modelovaného děje.

V matematickém modelování se při zpracování mechanického pohybu postupuje v následujících krocích:

Musíme znát hodnotu zrychlení pohybujícího se tělesa v konkrétním čase t , získané z pohybové rovnice (2. Newtonův zákon):

$$\mathbf{a}(t) = \frac{d\mathbf{v}}{dt} \quad (3.1)$$

Pokud dokážeme pracovat s pohybovými rovnicemi v dynamice hmotného bodu, pak dokážeme stanovit rychlost a polohu hmotného bodu v čase $t + dt$, známe-li jeho rychlost $\mathbf{v}(t)$ a polohu $\mathbf{r}(t)$ v čase t . Postupujeme potom tak, že požadované hodnoty veličiny určíme jako vektorový součet veličiny v čase t a její elementární přírůstek za dobu dt . Výsledné rovnice pak vypadají takto:

$$\mathbf{v}(t + dt) = \mathbf{v}(t) + d\mathbf{v} = \mathbf{v}(t) + \mathbf{a}(t)dt \quad (3.2)$$

$$\mathbf{r}(t + dt) = \mathbf{r}(t) + d\mathbf{r} = \mathbf{r}(t) + \mathbf{v}(t)dt \quad (3.3)$$

$$t(t + dt) = t + dt \quad (3.4)$$

Zrychlení tělesa $\mathbf{a}(t)$ je poté určováno v každém konkrétním případě z 2. Newtonova zákona. Podstatou tohoto postupu je, že rychlost se za čas dt změní jenom málo. Stejně tak se změní i poloha v důsledku změny rychlosti. Aby bylo možné tuto metodu použít s relativně velkou přesností výpočtu, je potřeba, aby časový interval dt byl dostatečně malý, abychom mohli zrychlení $\mathbf{a}(t)$ a rychlost $\mathbf{v}(t)$ zkoumaného pohybu považovat za konstantní veličiny. Je zřejmé, že dt není diferenciál, ale konečný přírůstek hodnoty, časová diference Δt . Pomocí metody dynamického modelování můžeme krok za krokem určovat časový vývoj zvolených parametrů zkoumané soustavy.

Tímto způsobem připravený model lze použít jak v situacích, kdy jsou odporové síly nulové, tak i v situacích, kdy odporové síly již nabývají nenulových hodnot. Vztahy (3.1) až (3.4) již cyklicky opakujeme a získáváme hodnoty daných veličin, které můžeme podle potřeby vykreslovat například do grafu. S takto vytvořeným grafem, ale samozřejmě i během jeho tvorby mohou žáci se získanými daty pracovat.

Je ale potřeba mít stále na paměti, že se nejedná o skutečné zobrazení zkoumaného jevu, ale o matematický model, který je možné dynamicky rozvíjet. Stejně tak je možné měnit počáteční podmínky a další parametry, na něž bude model reagovat obratem.

Pokud budeme potřebovat, lze zápis pohybové rovnice a vztahů (3.1) až (3.4) převést na konkrétní příklad *Volný pád (tíhová síla F_G) v prostředí s nezanedbatelným odporem (odporová síla prostředí – síla F_O)* do programovacího jazyka přepsat jako:

$$F = F_G + F_O$$

Pozn.: Dále již nebudeme uvažovat vektorový zápis a budeme zkoumat pouze pohyb v ose y . Index i u veličin nám reprezentuje krok daného výpočtu, $i+1$ krok následující, $i-1$ krok předcházející.

$$F_{y_i} = -m g + \frac{1}{2} C S \rho v_i^2$$

Kde m je hmotnost tělesa, g gravitační zrychlení, C je součinitel odporu, S plocha kolmá na směr pohybu, ρ je hustota prostředí, v rychlost pohybu tělesa.

$$a_i = \frac{F_i}{m}$$

$$v_i = v_{i-1} + a_i dt$$

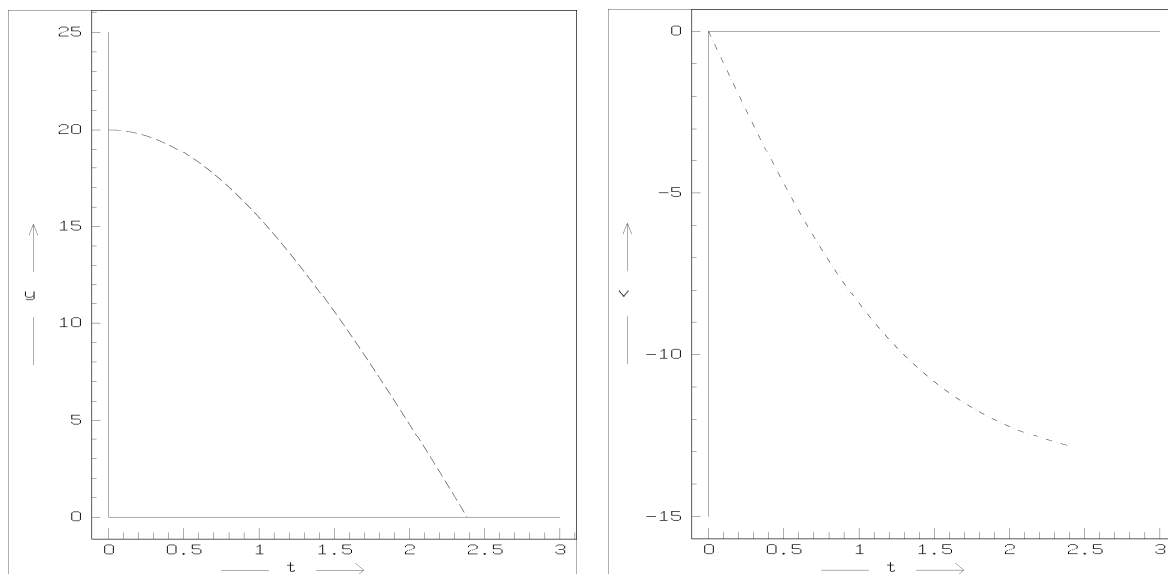
$$y_i = y_{i-1} + v_i dt$$

$$t_{i+1} = t_i + dt$$

Celý výpočet pak můžeme převést do programu na výpočet pomocí následujících pěti řádků, s tím, že program se bude po projití všech pěti řádků cyklicky opakovat do určitého okamžiku, například do $t = 10$ s nebo jak si zvolí sám tvůrce.

```
Fy = -m * g + 0.5 * Cy * S * ro * vy * vy
ay = Fy / m
vy = vy + a * dt
y = y + v * dt
t = t + dt
```

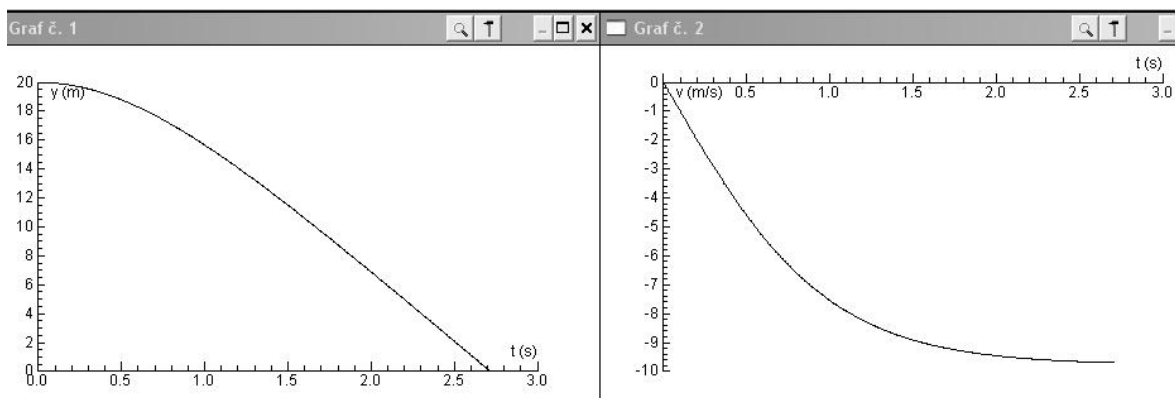
Takto vytvořený fragment zdrojového kódu výpočtu je možné vložit například do výpočetního modelovacího systému Famulus, do programovacího jazyka Pascal, do jazyka Coach, do C/C++, případně C#. Pokud jej budeme vkládat do PHP, je potřeba jej doplnit před každým názvem proměnné, což jsou v tomto případě všechny veličiny vystupující v kódu, znakem dolaru \$ (Alt + 36).



Obr. 3-1 Souřadnice tělesa a jeho rychlost jako funkce času: $y = f(t)$; $v = f(t)$. Výstup z výpočetního modelovacího systému Famulus

Model	Proměnné, konstanty, počáteční hodnoty
$a = -g + k \cdot v^2$ $v = v + a \cdot h$ $y = y + v \cdot h$ $t = t + h$ if $y < 0$ then stop endif	$g = 10$ $r = 0.2$ $m = 0.3$ $r_0 = 1$ $C = 0.5$ $k = \pi \cdot r^2 \cdot C \cdot r_0 / (2 \cdot m)$ $h = 0.005$ $y = 20$ $v = 0$ $t = 0$

Tab. 3-1 Zápis základních hodnot a funkcí z jazyka Coach, převzato z (Lepil, 2007, s. 14)



Obr. 3-2 Souřadnice tělesa a jeho rychlost jako funkce času: $y = f(t)$; $v = f(t)$. Výstup z jazyka Coach, převzato z (Lepil, 2007, s. 14)

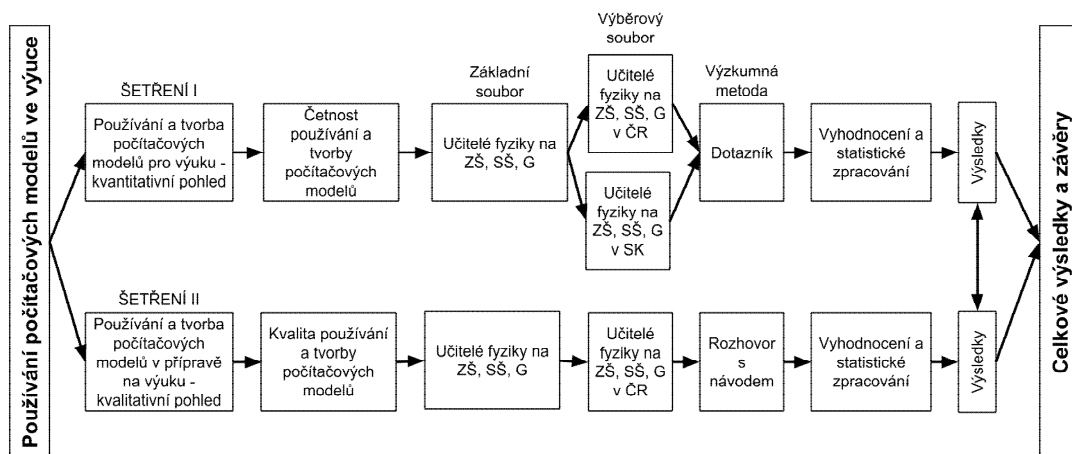
4 Výzkum používání a tvorby modelů ve výuce fyziky v ČR a SR

Pro zjištění současného stavu zkoumané problematiky jsme hledali výzkumy zaměřené na podobné téma (stav používání a tvorby počítačových modelů učiteli fyziky ve školách). V České republice se nepodařilo podobné výzkumy dohledat. Na Slovensku se podobnou problematikou ve své disertační práci zabývá například V. Timková, její výsledky porovnáme s našimi v závěru kapitoly. V posledních letech byly realizovány některé mezinárodní výzkumy zjišťující úroveň znalostí v používání ICT učiteli nebo vedením školy, například (Kašparová, 2013), (Kelblová, 2013). Ve většině z nich však nebyly testovány konkrétní vědomosti nebo dovednosti práce s ICT v konkrétním předmětu, byly zaměřeny na ICT gramotnost. Nepodařilo se nám tedy nalézt výzkum, který by se podrobně zabýval samotným procesem používání nebo tvorby počítačových modelů v prostředí pro web učiteli fyziky na různých typech škol.

V následujících kapitolách je popsán výzkum prováděný v rámci disertační práce, který je tvořen z několika výzkumných šetření, která mají osvětlit problematiku používání a tvorby počítačových modelů učiteli fyziky na různých typech škol. Je zde popsán metodologický postup výzkumu, rozdělený do jednotlivých etap. Výzkumná analýza současného stavu byla provedena za použití dvou metod pedagogického výzkumu.

Každé z realizovaných šetření bylo zaměřeno na učitele, v každém z nich byla využita jiná výzkumná metoda (dotazník a řízený rozhovor). Obě šetření jsou dále v práci popsána. Vždy jsou uvedeny výzkumné otázky, hypotézy, metodologie výzkumu a výsledky.

Jako pomůcka realizovaného výzkumu bylo vytvořeno schéma výzkumného designu, popisující základní části výzkumu (Obr. 4-1).



Obr. 4-1 Schéma výzkumného designu

4.1 Cíle výzkumu

Cílem výzkumu nebylo pouze strohé zjištění, zda učitelé fyziky počítačové modely ve svých hodinách a přípravě na ně používají, ale také to, zda a za jakých podmínek je vytváří. Dále nás zajímal samotný rozhodovací proces pro použití počítačových modelů a proces jejich tvorby. Z toho důvodu byly stanoveny dílčí výzkumné cíle:

- Charakteristika učitele jako uživatele počítačových modelů ve výuce fyziky na školách.
- Charakteristika učitele jako tvůrce počítačových modelů použitelných ve výuce fyziky na školách.
- Identifikace vlastního procesu tvorby počítačových modelů a jejich zasazení do výuky.
- Popis a zjištění, jakým způsobem vstupují počítačové modely do přípravy učitele.

V rámci prvního výzkumného šetření byly zjišťovány výsledky prvních dvou a částečně třetího ze stanovených cílů. Jako výzkumný nástroj byl zvolen dotazník pro učitele.

Druhým výzkumným šetřením byly zkoumány výsledky třetího a čtvrtého cíle. Výsledky třetího cíle výzkumu doplnily již nastíněný obraz učitele jako tvůrce modelů. Šetření bylo realizováno prostřednictvím řízeného rozhovoru s učiteli.

4.2 Výzkumný záměr

V průběhu let 2013 a 2014 proběhl sběr dat ve výzkumném šetření o stavu používání a tvorby počítačových modelů učiteli fyziky na ZŠ, SŠ, G, SOU a VŠ. Výsledky tohoto výzkumu byly prezentovány po jednotlivých částech podle data konání na českých i zahraničních konferencích. Vždy proběhla aktivní účast a otištění příspěvků na konferencích, konkrétně se jednalo o:

- International Conference on Education and Educational Psychology; Istanbul – Turkey; ročník 2012
- Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 – Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti; Kašperské Hory; ročník 2013
- Information and Communication Technologies in Education; Rožnov pod Radhoštěm; ročník 2013, 2014
- Konference Strategie technického vzdělávání v reflexi doby; Ústí nad Labem; ročník 2013
- Moderní trendy ve vyučování matematiky a přírodovědných předmětů; Brno; ročník 2013
- Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II; Brno; ročník 2013, 2014
- XXXI International colloquium on the Management of Educational Process; Brno; ročník 2013
- Národní konference doktorského studijního programu – Teorie vzdělávání ve fyzice; Hradec Králové; ročníky 2013 a 2014
- MITAV (Matematika, Informační Technologie a Aplikované Vědy); Brno; ročník 2014

4.3 Výzkumné šetření I – ČR a SR – Kvantitativní šetření zaměřené na používání a tvorbu počítačových modelů

První výzkumné šetření je zaměřeno na učitele fyziky. Zabývá se charakteristikou učitele jako uživatele a tvůrce počítačových modelů ve výuce fyziky. Úroveň používání a tvorby počítačových modelů ve školské praxi byla zjišťována pomocí dotazníku. Obsahem šetření bylo především zjistit, zda učitelé mají dovednosti práce s počítačovými modely a zda je aplikují do jimi realizované výuky. Souběžně s tím bylo zjišťováno, jaké technické vybavení mají učitelé k dispozici v těch učebnách, kde fyziku vyučují, abychom mohli posoudit, zda je navrhovaný model výuky ve školské praxi vůbec realizovatelný.

K získání údajů o používání a tvorbě počítačových modelů ve školské praxi jsme použili dotazníkové šetření. Tato metoda hrála primární roli při verifikaci stanovených hypotéz.

4.3.1 Výzkumný soubor výzkumného šetření I

Základní soubor (populaci) tvořili učitelé fyziky na ZŠ, SŠ, G z celé České republiky. Tento údaj bohužel není nikde oficiálně dostupný, proto nabízíme pouze odhad tohoto počtu. S použitím *Výroční zprávy o stavu a rozvoji vzdělávání v České republice v roce 2013* (Výroční zpráva o stavu a rozvoji vzdělávání v České republice v roce 2013, 2014, s. 81) zjistíme, že ve školním roce 2013/2014 bylo v ČR 29 244 všech učitelů na 2. stupni základních škol, bez rozdílu aprobace. Mnohem přesnější výsledek by nám mohl nabídnout celkový počet základních škol s 2. stupněm v ČR, těch bylo 2 705. Budeme-li uvažovat, že na každé takové škole je alespoň jeden aprobovaný učitel fyziky, získáváme základní soubor učitelů fyziky na ZŠ, SŠ, G v ČR, a to 2 705 učitelů.

Na Slovensku bude postup obdobný. Celkový počet učitelů na 2. stupni bez rozlišení aprobace je 16 296. Opět se budeme řídit počtem škol s 2. stupněm, kterých je 1 330. Tedy uvažujeme, že by na Slovensku mohlo být alespoň 1 330 aprobovaných učitelů fyziky. (Štatistická ročenka – základné školy, 2013)

V šetření v České republice byl použit stratifikovaný proporční výběr. Učitelé byli dělení podle typu školy, na které fyziku vyučují. (Gavora, 2008, s. 77–78). Český výběrový soubor byl vybrán vzhledem k místu, kde autor práce vyučoval na ZŠ. V této části výběrového souboru jsme předpokládali věkové rozložení respondentů různé, možná blíže k vyššímu věku (tento předpoklad se během prvních dnů sběru odpovědí potvrdil). Proto jsme oslovili také absolventy oboru učitelství fyziky na PdF MU, abychom dokryli

nižší věkovou skupinu. Ostatní respondenti měli společný znak, a to, že autor měl možnost se s nimi setkat na některé z výše uvedených konferencí.

Pro slovenský výběrový soubor bylo přistoupeno ke zcela náhodnému vzorku respondentů. Jediným jim společným prvkem byla účast respondentů na kurzu dalšího vzdělávání. U ostatních respondentů předpokládáme, že odpovídali díky sdílení dotazníku mezi sebou.

Sběr dat probíhal v období leden 2013 až leden 2014 primárně pomocí veřejného elektronického formuláře GoogleDocs, přístupného na internetu. V některých případech proběhl sběr dat pomocí dotazníku v papírové formě.

Pro vyšší návratnost byla dále cíleně rozeslána prosba o vyplnění výše uvedeného dotazníku s webovou adresou formuláře následujícím stěžejním skupinám uvažovaných respondentů:

1. 148 ředitelům/ředitelkám ZŠ, SŠ, G a SOU v kraji Vysočina s žádostí o přeposlání učitelům fyziky na jejich školách
2. 179 absolventům oboru učitelství fyziky a dalších předmětů na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity, kteří absolvovali studium v letech 2008–2012
3. účastníkům konferencí: Veletrh nápadů učitelů fyziky 16 a 17, Národní konference doktorského studijního programu Teorie vzdělávání ve fyzice v Hradci Králové
4. účastníkům vzdělávacích seminářů v oboru fyziky na Slovensku

Z databáze získaných odpovědí byly odstraněny odpovědi od osmi respondentů z důvodu nerozklíčování oboru, který studovali na vysoké škole, a dále byly odstraněny odpovědi od dalších tří respondentů z důvodu nereálných hodnot v demografické části dotazníku. Konkrétně se jednalo o vztah uvedeného věku a rozsahu absolvování vysoké školy. Podle odpovědí byla vysoká škola absolvována dříve, než se respondenti narodili.

Dotazník tedy zcela správně vyplnilo celkem 219 respondentů z České republiky (8,1 % ze základního souboru), z toho 128 mužů (58,4 %) a 91 žen (41,6 %). Ve slovenské části šetření bylo celkem získáno 52 odpovědí (3,9 % ze základního souboru), z toho 31 mužů (59,6 %) a 21 žen (40,4 %).

Formulář byl nastaven tak, že se neúplně zodpovězené dotazníky do databáze odpovědí neukládaly.

Čas nezbytný k vyplnění testu byl 10 minut. Účast respondentů byla anonymní a dobrovolná. Za vyplnění testu nebyla poskytována žádná odměna.

4.3.2 Cíle výzkumného šetření I

Cíle prvního výzkumného šetření byly uvedeny v kapitole (4.1), byly to:

- Charakteristika učitele jako tvůrce počítačových modelů použitelných ve výuce fyziky na školách.
- Charakteristika učitele jako uživatele počítačových modelů ve výuce fyziky na školách.
- Identifikace vlastního procesu tvorby počítačových modelů a jejich zasazení do výuky. (Tento cíl pouze zčásti, kompletně bude naplněn pomocí kvalitativního šetření.)

Za účelem dosažení vytyčených výzkumných cílů byly stanoveny níže uvedené výzkumné otázky a hypotézy. Při vyhodnocování dotazníků byly zjišťovány četnosti jednotlivých druhů odpovědí a následně byly testovány hypotézy o vzájemném vztahu mezi získanými údaji.

4.3.3 Výzkumné otázky výzkumného šetření I

O1: Existuje vztah mezi délkou praxe učitelů fyziky a tvorbou počítačových modelů?

O2: Existuje vztah mezi délkou praxe učitelů a používáním počítačových modelů ve výuce?

O3: Vytvářejí si učitelé fyziky vlastní počítačové modely pro podporu výuky fyziky?

O4: Vytvářejí digitální nativci počítačové modely pro výuku fyziky častěji než digitální imigranti?

O5: Je pro tvorbu počítačových modelů pro výuku fyzice důležité, jakou aprobaci mají učitelé vystudovanou? Je pro tvorbu počítačových modelů důležité, jaké předměty učitelé na škole učí?

O6: Má vliv na tvorbu počítačových modelů pro výuku fyziky výuka na vysoké škole, tedy s jakými vývojovými prostředími budoucí učitelé pracovali během studií a v jakých vývojových prostředích vytvářejí počítačové modely během učitelé praxe?

4.3.4 Hypotézy (původní) výzkumného šetření I

Během studia základních a doplňujících pramenů a také diskusemi s dalšími přednášejícími na výše uvedených konferencích, kde byly prezentovány dílčí výsledky výzkumu, došlo k redukci hypotéz. Z původní sady byly vypuštěny hypotézy H4 a H7.

H1: Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyziky závisí na délce pedagogické praxe.

H2: Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe.

H3: Učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé.

H4: Četnost vytváření počítačových modelů závisí na roku, kdy učitelé absolvovali vysokou školu. Hypotéza vyřazena, odůvodněno níže.

H5: Učitelé s aprobacemi fyzika-matematika nebo fyzika-informační výchova používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací fyzika-ostatní předměty.

H6: Učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky, používají pouze ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole.

H7: Učitelé, kteří vyučují fyziku a informační a komunikační technologie nebo informatiku nebo jim ekvivalentní předmět, vytvářejí počítačové modely častěji, než učitelé vyučující fyziku a jiné předměty. Hypotéza vyřazena, odůvodněno níže.

4.3.5 Hypotézy (konečné) výzkumného šetření I

V důsledku zjištěných informací ohledně vzdělání respondentů jsme zredukovali počáteční počet hypotéz ze sedmi na pět.

Ve vzorku respondentů byla drtivá většina aprobovaná k výuce. Došlo tedy ke sloučení hypotéz „H5: *čitelé s aprobacemi fyzika-matematika nebo fyzika-informační výchova používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací fyzika-ostatní předměty.*“ a „H7: *čitelé, kteří vyučují fyziku a informační a komunikační technologie nebo informatiku nebo jim ekvivalentní předmět, vytvářejí počítačové modely častěji než učitelé vyučující fyziku a jiné předměty. Hypotéza vyřazena, odůvodněno níže.*“, byla tedy ponechána pouze hypotéza s označením H5.

Dále byly také sloučeny hypotézy: „H1: *Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice závisí na délce pedagogické praxe.*“ a „H4: *Četnost vytváření počítačových modelů závisí na roku, kdy učitelé absolvovali vysokou školu. Hypotéza vyřazena, odůvodněno níže.*“ a byla ponechána pouze hypotéza s označením H1. Podle zjištěných dat od respondentů nebyl výrazný rozdíl mezi jednotlivými hypotézami.

H1: Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice závisí na délce pedagogické praxe.

H2: Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe.

H3: Učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice častěji než starší učitelé.

H5: Učitelé s aprobacemi fyzika-matematika nebo fyzika-informační výchova používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací fyzika-ostatní předměty.

H6: Učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice, používají pouze ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole.

4.3.6 Zpracování výzkumného šetření I

Výzkumná metoda

Dotazníkové šetření

Výzkumný nástroj

Elektronický dotazník

Typy odpovědí: uzavřené, polouzavřené, otevřené, škálované

Kompletní znění dotazníku je uvedeno v příloze (Příloha A). Dotazník byl vytvořen autorem práce podle metodiky tvorby dotazníků (Gavora, 2000) a (Chráška, 2007). V úvodu dotazníku je dopis respondentům (učitelům), ve kterém jsou seznámeni s cílem výzkumu a ujištění o anonymitě získaných odpovědí. V první části dotazníku byly otázky zaměřené na zjištění demografických údajů o respondentech (7 otázek, 1–7) a otázky na popis školy a učebny, ve které vyučují fyziku (8 otázek, 8–15). V další části dotazníku se otázky orientovaly na práci respondenta s počítačovými modely (9 otázek, 16–24). Poslední část dotazníku (6 otázek, 25–30) byla věnována tvorbě počítačových modelů autorem práce a jejich publikováním na webu.

Metodologie

Dotazníkové šetření mělo za cíl získat informace o současném stavu používání a tvorby počítačových modelů na českých a slovenských školách, z tohoto důvodu nebyly žádné otázky vytvořeny jako ryze vědomostní.

Pro ověření hypotéz bylo vybráno 30 otázek.

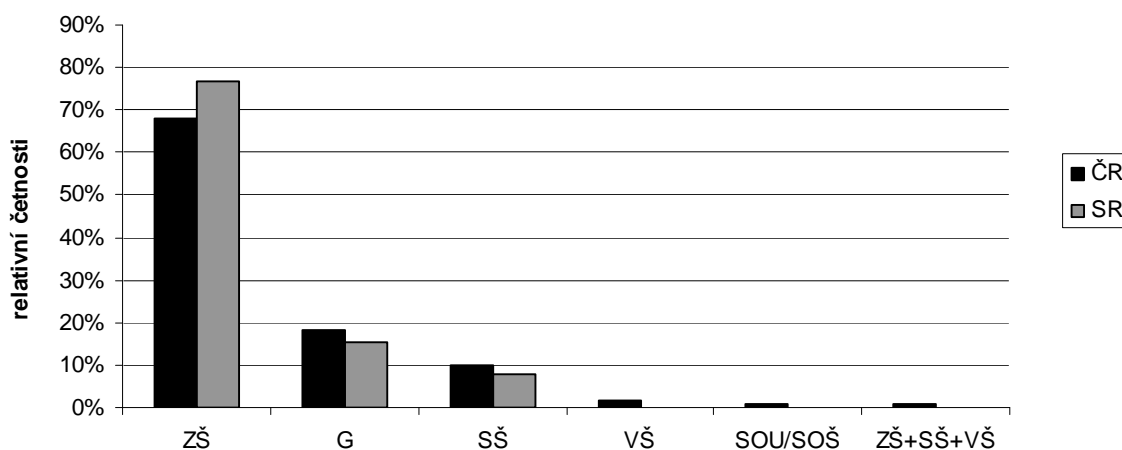
Pro statistické vyhodnocení hypotéz bylo potřeba stanovit nulové a alternativní hypotézy označované např. H_{10} (nulová hypotéza) a H_{1A} (alternativní hypotéza). Pro určení statistické významnosti byly hypotézy ověřovány pomocí statistických metod používaných při testování hypotéz (Hendl, 2004), (Chráška, 2007). Konkrétně se jedná o Test dobré shody chí-kvadrát (Chráška, 2007, s. 71), (Hendl, 2004, s. 304). V některých případech byl Test dobré shody chí-kvadrát doplněn o výpočty stupně závislosti a těsnosti vztahu proměnných (Chráška, 2007, s. 86–88), (Hendl, 2004, s. 313).

Pro popis dat získaných ve výzkumu byla použita deskriptivní statistika (Chráška, 2007, s. 19). Jejím prostřednictvím byly zjišťovány četnosti jednotlivých odpovědí.

Při zpracování výzkumných šetření byla použita hladina významnosti $p \leq 0,05$. V pedagogické metodologii se tato hodnota standardně používá. Možnost nesprávného přijetí nebo zamítnutí nulové hypotézy byla tedy 5 %.

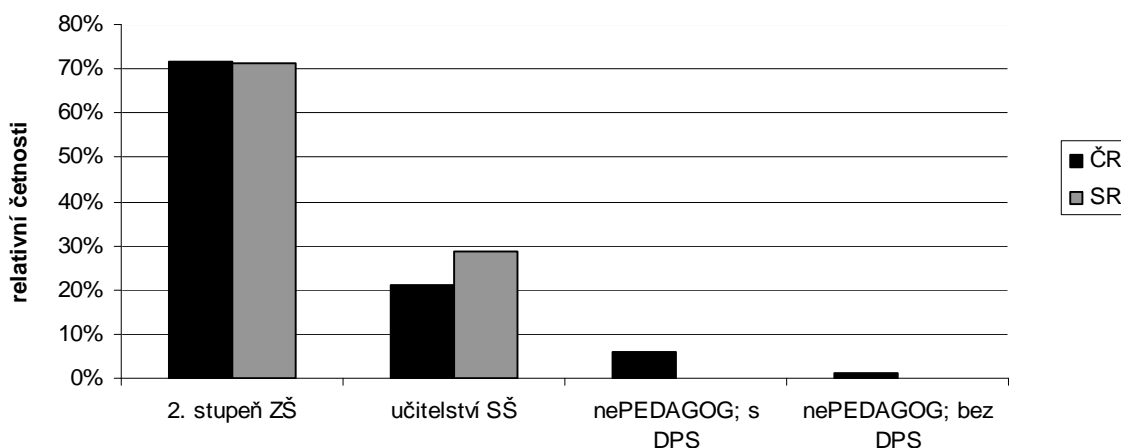
Respondenti

Pro vyhodnocení dotazníků byly zjišťovány četnosti dílčích odpovědí. V dalším kroku byly testovány hypotézy o vzájemném vztahu mezi údaji z dotazníku. Z demografických položek v dotazníku vyplývá, že nejvíce respondentů (149 z ČR, 40 ze SR) učí fyziku na 2. stupni základní školy. Při výběru typu školy bylo možné zvolit více typů. S výrazným poklesem počtu respondentů je zastoupeno gymnázium bez rozlišení na nižší a vyšší (40 z ČR, 8 ze SR), střední školy (22 z ČR, 4 ze SR), vysoké školy (4 z ČR, 0 ze SR), střední odborná učiliště (2 z ČR, 0 ze SR) a respondenti, kteří vyučují na základní, střední a vysoké škole (2 z ČR, 0 ze SR). Uvedená data reprezentuje histogram (Histogram 4-1).



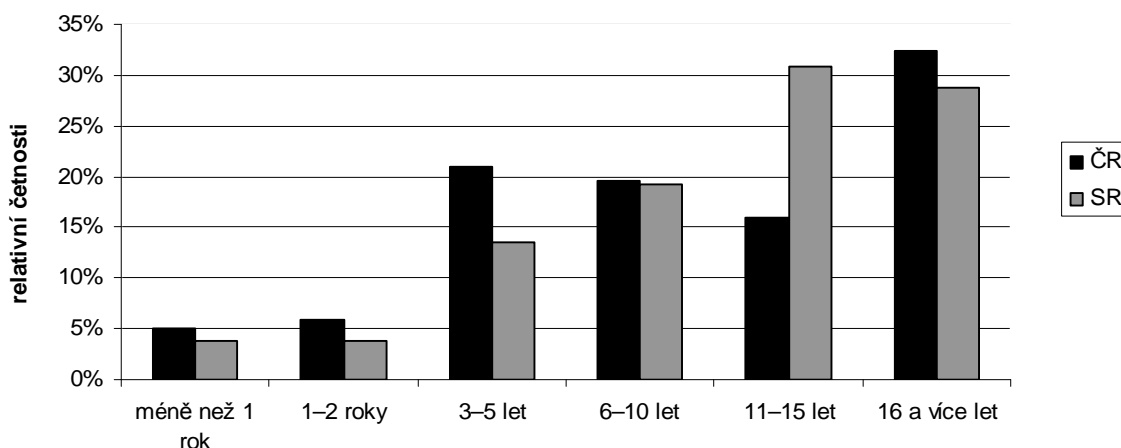
Histogram 4-1 Rozložení respondentů podle typů škol, na kterých vyučují

Rozložení podle dosaženého vzdělání (zobrazuje Histogram 4-2) bylo v získaném vzorku respondentů následující: nevystudovaných pedagogů bez absolvovaného DPS³ (3 z ČR, 0 ze SR), nevystudovaných pedagogů s absolvovaným DPS (13 z ČR, 0 ze SR), pedagogů vystudovaných učitelství pro 2. stupeň základní školy (157 z ČR, 37 ze SR) a učitelství pro střední školy (46 z ČR, 15 ze SR).



Histogram 4-2 Rozložení respondentů podle vystudovaných oborů

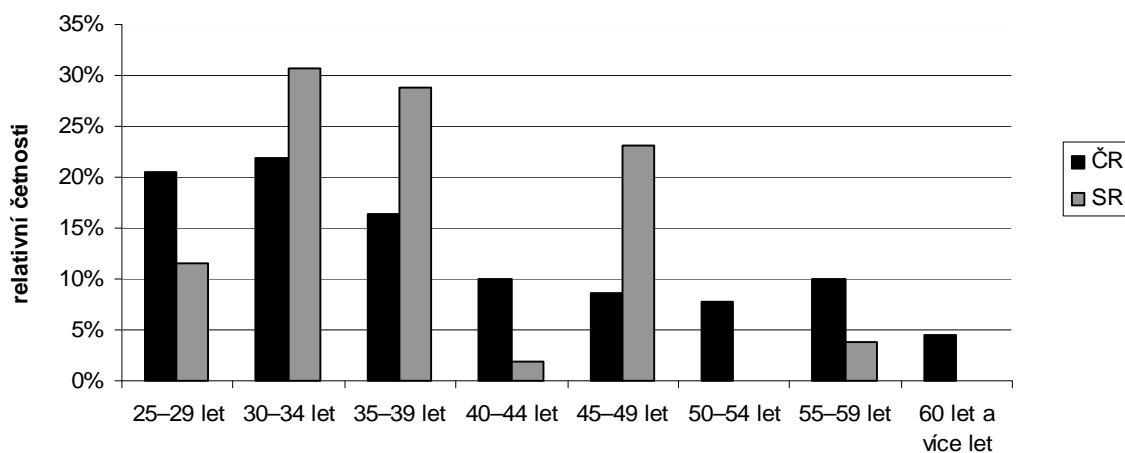
Co se týče délky pedagogické praxe respondentů (zobrazuje Histogram 4-3), výsledky jsou následující: délka praxe méně než 1 rok (11 z ČR, 2 ze SR), 1–2 roky (13 z ČR, 2 ze SR), 3–5 let (46 z ČR, 7 ze SR), 6–10 let (43 z ČR, 10 ze SR), 11–15 let (35 z ČR, 16 ze SR), 16 a více let (71 z ČR, 15 ze SR).



Histogram 4-3 Rozložení respondentů podle délky jejich pedagogické praxe

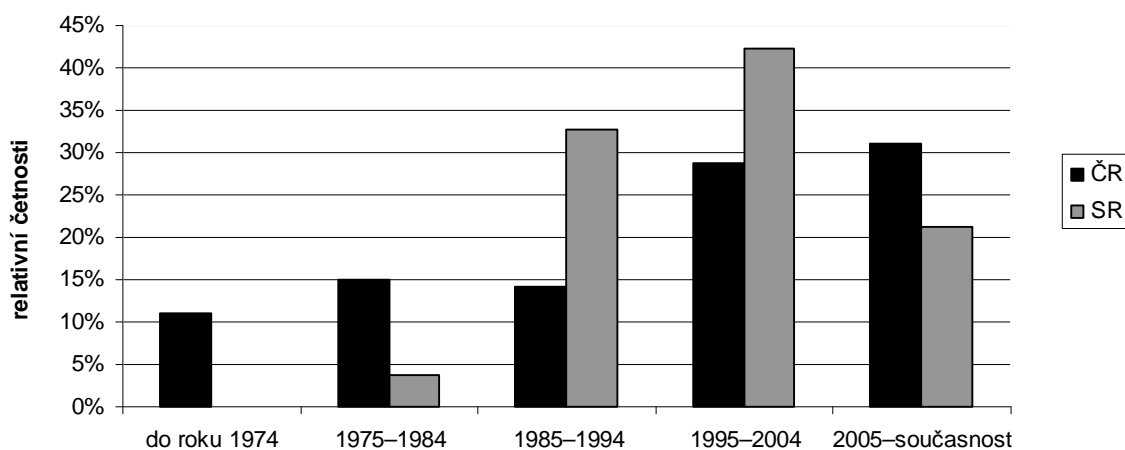
³ DPS – Doplňující pedagogické studium představuje jednu z forem celoživotního vzdělávání. Na příslušných vysokých školách by mělo být akreditováno podle §25 odst. 1 a 2 zákona č. 563/2004 Sb. (Zákon o pedagogických pracovnících a o změně některých zákonů).

Rozložení respondentů podle věku (zobrazuje Histogram 4-4) je následující: respondenti ve věku 25–29 let (45 z ČR, 6 ze SR), 30–34 let (48 z ČR, 16 ze SR), 35–39 let (36 z ČR, 15 ze SR), 40–44 let (22 z ČR, 1 ze SR), 45–49 let (19 z ČR, 12 ze SR), 50–54 let (17 z ČR, 0 ze SR), 55–59 let (22 z ČR, 2 ze SR), 60 let a více let (10 z ČR, 0 ze SR).



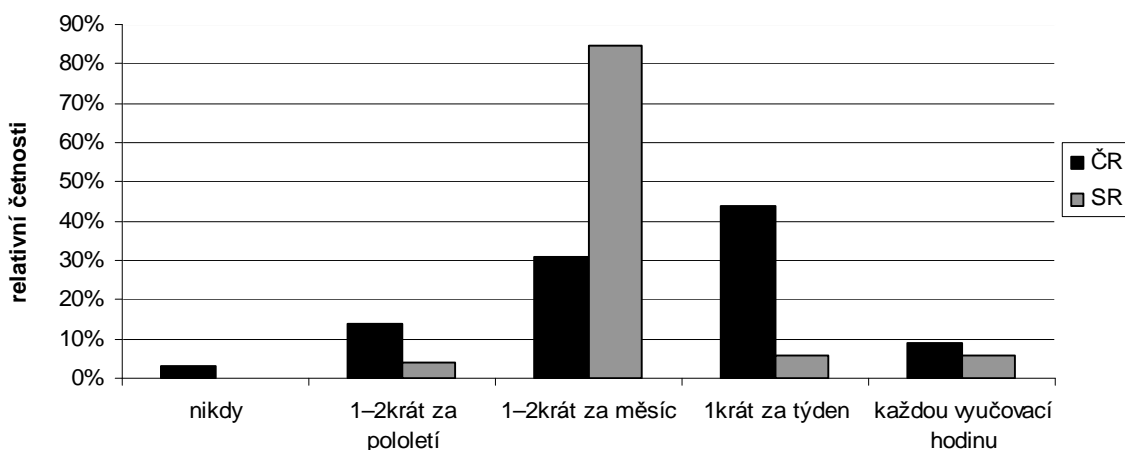
Histogram 4-4 Rozložení respondentů podle jejich věku

Zároveň bylo zjišťováno rozložení respondentů podle let, kdy absolvovali studium na vysoké škole (zobrazuje Histogram 4-5). Rozložení je následující: do roku 1974 (24 z ČR, 0 ze SR), 1975–1984 (33 z ČR, 2 ze SR), 1985–1994 (31 z ČR, 17 ze SR), 1995–2004 (63 z ČR, 22 ze SR), 2005–současnost (68 z ČR, 11 ze SR).



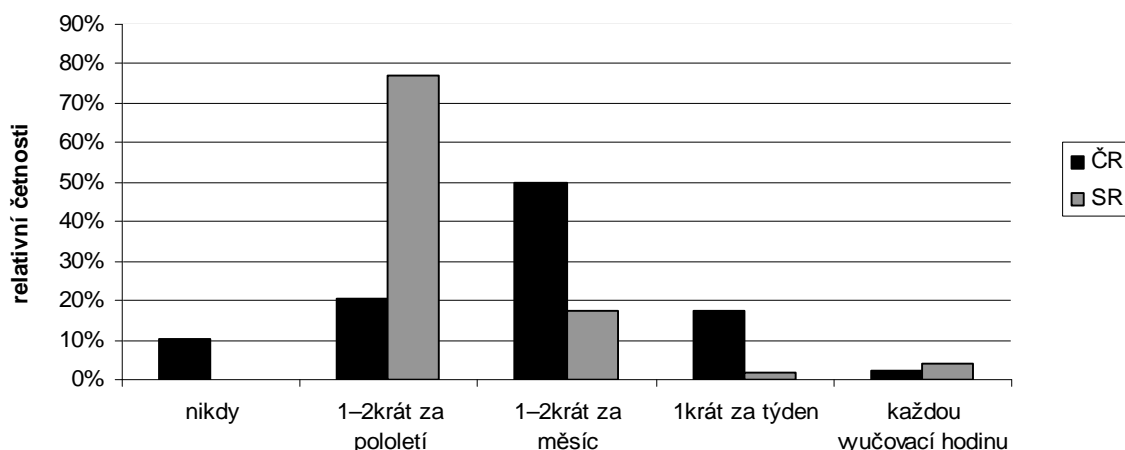
Histogram 4-5 Rozložení respondentů podle let, kdy absolvovali vysokou školu

Dále jsme zkoumali, zda a jak často učitelé/respondenti používají ve svých vyučovacích hodinách internet, výsledky reprezentuje (Histogram 4-6). Nabízené možnosti byly nikdy (6 z ČR, 0 ze SR), 1–2krát za pololetí (30 z ČR, 2 ze SR), 1–2krát za měsíc (67 z ČR, 44 ze SR), 1krát za týden (97 z ČR, 3 ze SR) a každou vyučovací hodinu (19 z ČR, 3 ze SR).



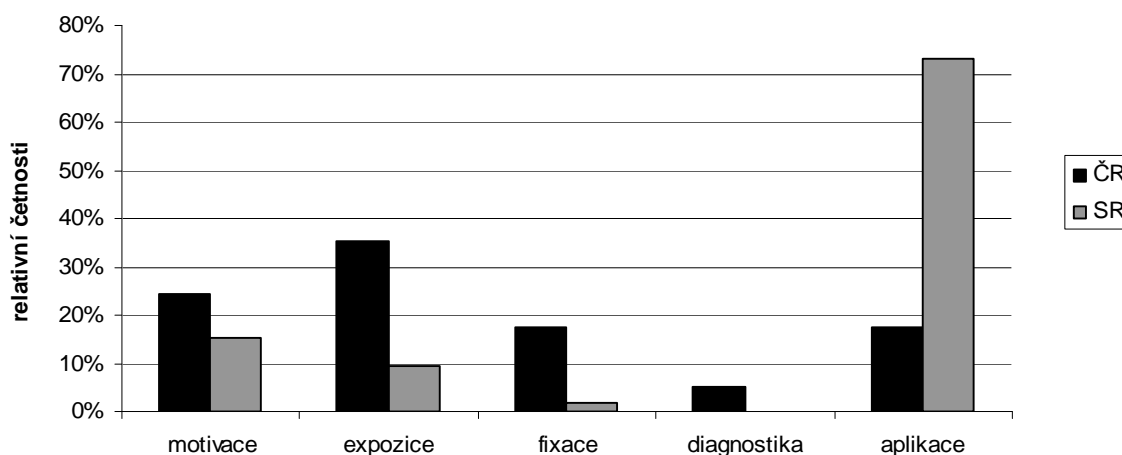
Histogram 4-6 Rozložení respondentů podle četnosti používání internetu během výuky fyziky

Učitelé/respondenti byli také dotazováni, jak často používají ve svých hodinách applety. Výsledky reprezentuje (Histogram 4-7). Nabízené možnosti byly opět nikdy (22 z ČR, 0 ze SR), 1–2krát za pololetí (45 z ČR, 40 ze SR), 1–2krát za měsíc (109 z ČR, 9 ze SR), 1krát za týden (38 z ČR, 1 ze SR) a každou vyučovací hodinu (5 z ČR, 2 ze SR).



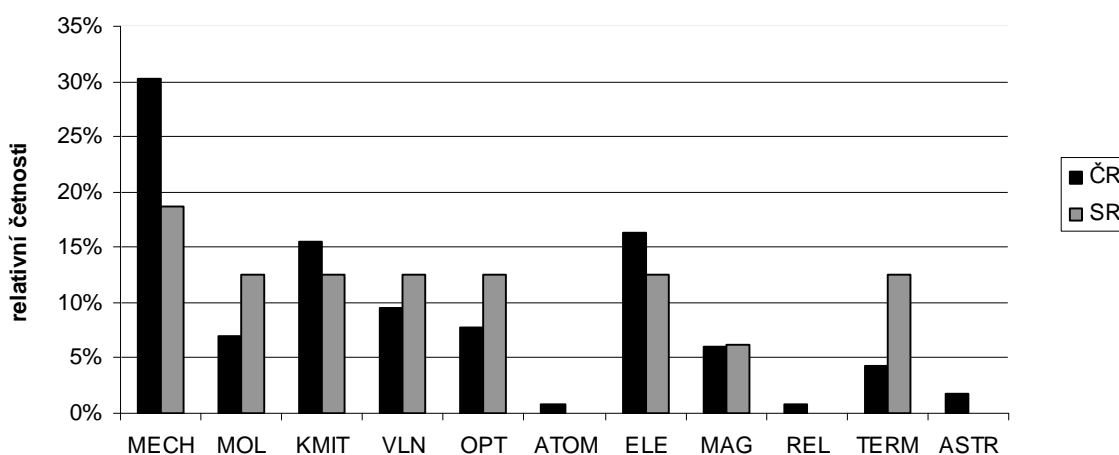
Histogram 4-7 Rozložení respondentů podle četnosti používání appletů ve výuce fyziky

Vlastní zasazení modelů do jednotlivých fází vyučovací jednotky bylo následující: do motivační fáze výuky (78 z ČR, 8 ze SR), do expoziční (112 z ČR, 5 ze SR), do fixační (56 z ČR, 1 ze SR), do diagnostické (16 z ČR, 0 ze SR) a do aplikační fáze (56 z ČR, 38 ze SR). Výsledky reprezentuje (Histogram 4-8).



Histogram 4-8 Rozložení respondentů podle zařazení modelů do jednotlivých fází vyučovací hodiny

Rozložení respondentů podle vytváření modelů a zasazení do jednotlivých oblastí fyziky: mechanika (35 z ČR, 3 ze SR), molekulová fyzika (8 z ČR, 2 ze SR), kmity (18 z ČR, 2 ze SR), vlny (11 z ČR, 2 ze SR), optika (9 z ČR, 2 ze SR), atomová fyzika (1 z ČR, 0 ze SR), elektřina (19 z ČR, 2 ze SR), magnetismus (7 z ČR, 1 ze SR), relativita (1 z ČR, 0 ze SR), termodynamika (5 z ČR, 2 ze SR), astrofyzika (2 z ČR, 0 ze SR). Výsledky reprezentuje (Histogram 4-9).



Histogram 4-9 Rozložení respondentů podle zařazení modelů do jednotlivých fází vyučovací hodiny, pozn. k popisu zobrazovaných hodnot: MECH (mechanika), MOL (molekulová fyzika), KMIT (kmity), VLN (vlny), OPT (optika), ATOM (atomová fyzika), ELE (elektřina), MAG (magnetismus), REL (relativita), TERM (termodynamika), ASTR (astrofyzika)

Další z otázek, která byla respondentům položena, se týkala vybavení učebny, ve které vyučují fyziku. Ne vždy to nutně musí znamenat specializovanou učebnu. Zde mohli uvést respondenti, zda mají v učebně počítač s dataprojektorem (164 z ČR, 44 ze SR), či nikoli (55 z ČR, 8 ze SR).

Posledních šest otázek v předloženém dotazníku bylo dichotomických a vztahovaly se k tvorbě a prezentaci počítačových modelů na internetu. Otázky by měly dát výpověď o požadavcích oslovené populace na zmiňované počítačové modely a jejich didaktickou aplikaci ve výuce.

Na otázku: *„Pokud bude více počítačových modelů dostupných na internetu na jednom místě, uvítám to a budu s nimi pracovat.“* byly odpovědi respondentů: ano (195 z ČR, 45 ze SR), ne (19 z ČR, 7 ze SR).

Následující otázka: *„Pokud budou počítačové modely dostupné na internetu bez nutnosti instalovat do počítače další programy, uvítám to a budu s nimi pracovat.“* byla respondenty zodpovězena následovně: ano (202 z ČR, 47 ze SR), ne (17 z ČR, 5 ze SR).

Otázka: *„Pokud bych mohl/a zaslat návrh na nový model, využil/a bych této možnosti.“* byla respondenty zodpovězena takto: ano (101 z ČR, 42 ze SR), ne (118 z ČR, 10 ze SR).

Na následující otázku: *„Pokud budou počítačové modely vycházet z dějů v běžném životě, budu s nimi v hodinách pracovat.“* byly odpovědi respondentů: ano (206 z ČR, 49 ze SR), ne (13 z ČR, 3 ze SR).

Předposlední otázka dotazníku byla: *„Pokud budou k počítačovým modelům vytvořeny pracovní listy, uvítám to a budu s modely a pracovními listy pracovat.“* a odpovědi respondentů na ni: ano (173 z ČR, 44 ze SR), ne (46 z ČR, 8 ze SR).

Poslední položená otázka v dotazníku měla znění: *„Pokud budou dostupné počítačové modely interaktivní, uvítám to a budu s nimi pracovat.“* respondenti na ni odpovídali: ano (197 z ČR, 48 ze SR), ne (22 z ČR, 4 ze SR).

4.3.7 Zpracované hypotézy

Dále budou popsány metody ověřování vztahů mezi jednotlivými proměnnými k ověření platnosti stanovených hypotéz. V některých případech bylo možné použít pro zjištění stupňů závislosti mezi jevy v kontingenčních tabulkách níže uvedené koeficienty (Vaculová, 2009).

Konkrétně se jednalo o *normovaný koeficient kontingence* C_{norm} (pro tabulky, kde je velmi podobný počet řádků jako sloupců), tento normovaný koeficient se používá také proto, aby bylo možné poměřit hodnoty z různě velkých tabulek. Koeficient je v rozsahu $C_{norm} = \langle 0; 1 \rangle$ a platí, že čím je vyšší, tím vyšší je stupeň závislosti. Hodnoty $C_{norm} = \langle 0; 0,3 \rangle$ značí malou souvislost, $C_{norm} = \langle 0,3; 0,5 \rangle$ střední souvislost a $C_{norm} = \langle 0,5; 1 \rangle$ značnou souvislost (Chráška, 2007, s. 86–87).

Yulův koeficient asociace Q se používá pro tabulky se shodným počtem řádků a sloupců nebo pro čtyřpolní tabulku. Pomocí něj je posouzen stupeň závislosti jednotlivých znaků v kontingenční tabulce. Q je z intervalu $\langle -1; 1 \rangle$. Čím je hodnota blíže k $|1|$, tím je závislost znaků silnější (Chráška, 2007, s. 88).

Čuprovův koeficient K se používá pro tabulky s rozdílným počtem řádků a sloupců. Je z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Hodnoty $K = \langle 0; 0,3 \rangle$ ukazují slabý vztah, $K = \langle 0,3; 0,5 \rangle$ středně silný vztah a $K = \langle 0,5; 1 \rangle$ silný vztah (Chráška, 2007, s. 87).

Dále byly vytvořeny tabulky pro *znaménková schémata* kontingenčních tabulek (Chráška, 2007, s. 81). Znaménka byla přidělena podle následujících pravidel: bez znaménka (0) pro $z = (-1,96; 1,96)$, jedno znaménko (+ / -) pro $|z| = \langle 1,96; 2,58 \rangle$, dvě znaménka (+ + / - -) pro $|z| = \langle 2,58; 3,30 \rangle$; tři znaménka (+ + + / - - -), pokud $|z| = \langle 3,30; \infty \rangle$ (Chráška, 2007, s. 80–81).

Konkrétní výsledky s popisem postupu jsou popsány u jednotlivých hypotéz.

Hypotéza H1

H10: Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice nezávisí na délce pedagogické praxe.

H1A: Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice na délce pedagogické praxe závisí.

Komentář k hypotéze – předpokládané výsledky před výzkumným šetřením

Předpokládali jsme, že s rostoucí délkou pedagogické praxe, a tedy i pedagogickými zkušenostmi učitele by mohla současně růst také četnost vytváření počítačových modelů.

Tento předpoklad je založen na faktu, že začínající učitelé se seznamují s prostředím školy a administrativním aparátem spojeným s výkonem pedagogické praxe. Současně zkušenější učitel již nemusí věnovat tolik času základní přípravě na vyučovací jednotky jako začínající učitel a mohl by tedy věnovat část uspořené času přípravě a tvorbě počítačových modelů.

Dokonce by měl zkušenější učitel měl vycítit, ve které fázi vyučovací jednotky nebo celého tematického celku je vhodné takový model použít, a zároveň by si jej měl pro tento účel i vytvořit.

Zpracování hypotézy

Kontingenční tabulky (Tab. 4-1) a (Tab. 4-2) obsahují získaná data vztahující se k dané hypotéze z dotazníkového šetření. Hodnoty bez závorek reprezentují pozorované četnosti odpovědí P podle příslušných otázek. V závorkách jsou uvedeny hodnoty očekávané četnosti O , které odpovídají platnosti nulové hypotézy.

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let	Σ
nikdy	44 (43)	28 (27)	25 (22)	38 (44)	22
1–2krát za pololetí	9 (12)	7 (7)	4 (6)	16 (12)	45
1–2krát za měsíc	14 (10)	7 (6)	4 (5)	6 (10)	101
1krát za týden	2 (4)	0 (2)	1 (2)	8 (4)	38
každou vyučovací hodinu	1 (2)	1 (1)	1 (1)	3 (2)	13
Σ	70	43	35	71	219

Tab. 4-1 Počty respondentů podle délky pedagogické praxe a četnosti vytváření počítačových modelů – pro české respondenty

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let	Σ
nikdy	7 (8)	6 (8)	14 (12)	12 (11)	39
1–2krát za pololetí	0 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	4
1–2krát za měsíc	2 (1)	1 (1)	0 (1)	0 (1)	3
1krát za týden	0 (1)	2 (1)	0 (1)	1 (1)	3
každou vyučovací hodinu	2 (1)	0 (1)	1 (1)	0 (1)	3
Σ	11	10	16	15	52

Tab. 4-2 Počty respondentů podle délky pedagogické praxe a četnosti vytváření počítačových modelů – pro slovenské respondenty

Každému poli z tabulek (Tab. 4-1) a (Tab. 4-2) byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P zastupuje pozorovanou četnost a O očekávanou četnost. Po sečtení všech vypočítaných hodnot získáme hodnotu *testového kritéria* $\chi^2_{HI\check{C}R} = 17,426$ a kritéria $\chi^2_{HISR} = 16,964$. Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 12$ je $\chi^2_{0,05}(12) = 21,026$.

Protože je vypočítaná hodnota testového kritéria $\chi^2_{HI\check{C}R}$ nižší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(12)$, **přijímáme pro české respondenty hypotézu nulovou**. Stejný závěr vyslovíme i pro slovenské respondenty po porovnání χ^2_{HISR} a $\chi^2_{0,05}(12)$, tedy že **přijímáme pro slovenské respondenty hypotézu nulovou**.

Nebylo tak na vzorku respondentů jak českých, tak i slovenských prokázáno, že délka pedagogické praxe a četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyziky jsou v přímém vztahu.

Mezi zkoumanými jevy neexistuje statisticky významná závislost. Pro potvrzení tohoto stavu spočítáme Čuprovův koeficient kontingence K , získáme hodnotu pro české respondenty $K_{HI\check{C}R} = 0,285$, což potvrzuje slabý vztah mezi zkoumanými proměnnými, a pro slovenské respondenty $K_{HISR} = 0,406$, což potvrzuje středně silný vztah mezi zkoumanými proměnnými.

Vzhledem k vypočítaným výsledkům byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností. K tomu bylo použito testové kritérium z (Tab. 4-3).

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	0,14	0,31	0,78	-0,97
1–2krát za pololetí	-0,76	-0,03	-0,74	1,30
1–2krát za měsíc	1,33	0,38	-0,43	-1,31
1krát za týden	-0,82	-1,48	-0,57	2,37
každou vyučovací hodinu	-0,67	-0,16	0,04	0,76

Tab. 4-3 Hodnoty testového kritéria z pro H1 – pro české respondenty

VÝZKUM POUŽÍVÁNÍ A TVORBY MODELŮ VE VÝUCE FYZIKY V ČR A SR

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	–0,47	–0,59	0,66	0,25
1–2krát za pololetí	–0,93	0,27	–0,21	0,80
1–2krát za měsíc	1,72	0,56	–0,97	–0,94
1krát za týden	–0,80	1,88	–0,97	0,15
každou vyučovací hodinu	1,72	–0,76	0,08	–0,94

Tab. 4-4 Hodnoty testového kritéria z pro H1 – pro slovenské respondenty

Hodnocení vztahů proměnných uvnitř tabulky je prováděno pomocí znaménkového schématu kontingenčních tabulek (Tab. 4-5) a (Tab. 4-6). Znaménkové schéma slouží ke zjištění, v jakém poli tabulky může být narušen předpoklad nezávislosti obou porovnávaných proměnných.

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	0	0	0	0
1–2krát za pololetí	0	0	0	0
1–2krát za měsíc	0	0	0	0
1krát za týden	0	0	0	+
každou vyučovací hodinu	0	0	0	0

Tab. 4-5 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H1 – pro české respondenty

Z tabulky (Tab. 4-5) vidíme, že k mírnému vztahu mezi zkoumanými proměnnými dochází, byť pro celou tabulku bylo vypočteno, že závislost je nízká. Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ byla pozorovaná četnost vyšší než očekávaná. Učitelé s pedagogickou praxí 16 a více let vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden, což je statisticky významný jev v tomto ohledu. V ostatních polích tabulky statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	0	0	0	0
1–2krát za pololetí	0	0	0	0
1–2krát za měsíc	0	0	0	0
1krát za týden	0	0	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0	0	0

Tab. 4-6 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H1 – pro slovenské respondenty

Z tabulky (Tab. 4-6) vidíme, že oproti vypočítaným koeficientům kontingence a koeficientu Čuprovova nedochází k výrazným závislostem, protože statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

Diskuse výsledků hypotézy H1

Nulová hypotéza byla potvrzena pro české i pro slovenské respondenty, tedy četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyziky nezávisí na délce pedagogické praxe.

U respondentů s větší délkou pedagogické praxe nerostl počet jimi vytvářených počítačových modelů pro výuku fyziky. Mohli bychom tento jev připsat tomu, že začínající učitelé mají vlastní vytváření počítačových modelů ještě zažité ze studia na univerzitě a nemusela by tedy pro ně být výrazná překážka si je vytvořit.

Dalším možným faktorem pro potvrzení nulové hypotézy by mohla být podobná vybavenost výpočetní technikou školy (pracoviště) a univerzity. Respondenti tak neztrácí čas transformací svých dovedností tvořit počítačové modely v jednom vývojovém prostředí do vývojového prostředí jiného. Pro některé respondenty v důchodovém nebo těsně předdůchodovém věku nemusí být tato výuková pomůcka již zajímavá v porovnání s jejich investovaným časem do tvorby modelů.

Hypotéza H2

H20: Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky na délce pedagogické praxe nezávisí.

H2A: Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe.

Komentář k hypotéze – předpokládané výsledky před výzkumným šetřením

Předpokládáme, že s rostoucí délkou pedagogické praxe, a tedy i zkušenostmi učitele by mohla současně růst také četnost používání počítačových modelů. Tento předpoklad je založen na faktu, že začínající učitelé se seznamují s prostředím školy a administrativním aparátem spojeným s výkonem pedagogické praxe. Současně zkušenější učitel již nemusí věnovat tolik času základní přípravě na vyučovací jednotky jako začínající učitel a mohl by tedy věnovat část uspořenému času průzkumu použitelných počítačových modelů ve vlastní výuce. Dokonce by měl zkušenější učitel měl vycítit, kde je vhodné takový model použít.

Zpracování hypotézy

Data z dotazníků vztahující se k dané hypotéze jsou zavedena do kontingenčních tabulek (Tab. 4-7) a (Tab. 4-8). Hodnoty bez závorek P reprezentují pozorované četnosti odpovědí podle příslušných otázek. V závorkách jsou uvedeny hodnoty očekávané četnosti O , které odpovídají platnosti nulové hypotézy.

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let	Σ
nikdy	5 (9)	7 (4)	5 (4)	5 (5)	22
1–2krát za pololetí	18 (19)	7 (9)	10 (8)	10 (10)	45
1–2krát za měsíc	51 (43)	12 (19)	13 (17)	25 (22)	101
1krát za týden	14 (16)	14 (7)	6 (6)	4 (8)	38
každou vyučovací hodinu	5 (6)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	13
Σ	93	42	37	47	219

Tab. 4-7 Počty respondentů podle délky pedagogické praxe a četnosti používání počítačových modelů – pro české respondenty

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let	Σ
nikdy	2 (1)	0 (1)	1 (1)	0 (1)	3
1–2krát za pololetí	7 (8)	6 (8)	13 (11)	10 (10)	36
1–2krát za měsíc	0 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (2)	7
1krát za týden	0 (1)	3 (1)	0 (1)	0 (1)	3
každou vyučovací hodinu	2 (1)	1 (1)	0 (1)	0 (1)	3
Σ	11	11	16	14	52

Tab. 4-8 Počty respondentů podle délky pedagogické praxe a četnosti používání počítačových modelů – pro slovenské respondenty

Každému poli tabulek (Tab. 4-7) a (Tab. 4-8) byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P zastupuje pozorovanou četnost a O očekávanou četnost. Po sečtení všech vypočítaných hodnot pro dané tabulky získáme hodnotu *testového kritéria* $\chi^2_{H2CR} = 20,333$ a $\chi^2_{H2SR} = 25,205$. Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 12$ je $\chi^2_{0,05}(12) = 21,026$.

Protože je vypočítaná hodnota testového kritéria χ^2_{H2CR} nižší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(12)$, **přijímáme pro české respondenty hypotézu nulovou**. Nebylo tak na vzorku respondentů prokázáno, že četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe. **Pro slovenské respondenty nulovou hypotézu odmítáme a přijímáme hypotézu alternativní**. Bylo tak na vzorku respondentů prokázáno, že četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe.

Mezi zkoumanými jevy existuje statisticky významná závislost. Spočítáme hodnotu těsnosti vztahu mezi jevy v kontingenční tabulce mezi proměnnými pomocí Čuprovova koeficientu kontingence K (Chráska, 2007, s. 87). V našem případě je jeho hodnota $K_{H2ČR} = 0,297$. Vypočítaná hodnota signalizuje, že se jedná o slabý vztah mezi proměnnými. Hodnota $K_{H2SR} = 0,448$ signalizuje, že se jedná o středně silný vztah mezi proměnnými.

Vzhledem k vypočítaným výsledkům byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností. K tomu bylo použito testové kritérium z (Tab. 4-9) a (Tab. 4-10) (Chráska, 2007, s. 79).

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	–1,45	1,37	0,67	0,13
1–2krát za pololetí	–0,27	–0,57	0,88	0,11
1–2krát za měsíc	1,38	–1,75	–1,02	0,75
1krát za týden	–0,55	2,53	–0,17	–1,48
každou vyučovací hodinu	–0,22	–0,31	0,55	0,13

Tab. 4-9 Hodnoty testového kritéria z pro H2 – pro české respondenty

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	–1,45	1,37	0,67	0,13
1–2krát za pololetí	–0,27	–0,57	0,88	0,11
1–2krát za měsíc	1,38	–1,75	–1,02	0,75
1krát za týden	–0,55	2,53	–0,17	–1,48
každou vyučovací hodinu	–0,22	–0,31	0,55	0,13

Tab. 4-10 Hodnoty testového kritéria z pro H2 – pro slovenské respondenty

Každé hodnotě z (Tab. 4-9) a (Tab. 4-10) byla přiřazena znaménka znázorňující stupeň závislosti srovnávaných znaků (Chráska, 2007, s. 81).

Vypočítaný stupeň závislosti (Čuprovův koeficient kontingence K) platí pro kontingenční tabulku jako celek. Hodnocení vztahů proměnných uvnitř tabulky je prováděno pomocí znaménkového schématu kontingenční tabulky (Tab. 4-11) a (Tab. 4-12).

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	0	0	0	0
1–2krát za pololetí	0	0	0	0
1–2krát za měsíc	0	0	0	0
1krát za týden	0	+	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0	0	0

Tab. 4-11 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H2 – pro české respondenty

Z tabulky (Tab. 4-11) vidíme, že k mírnému vztahu mezi zkoumanými proměnnými dochází, když je pro celou tabulku vypočtena nízká závislost. Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ byla pozorovaná četnost odpovědí respondentů vyšší než byla očekávaná četnost. Učitelé s pedagogickou praxí 6–10 let vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden, což je statisticky významný jev v tomto ohledu. V ostatních polích tabulky statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

	0–5 let	6–10 let	11–15 let	16 a více let
nikdy	0	0	0	0
1–2krát za pololetí	0	0	0	0
1–2krát za měsíc	0	0	0	0
1krát za týden	0	++	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0	0	0

Tab. 4-12 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H2 – pro slovenské respondenty

Z tabulky (Tab. 4-12) vidíme, že k mírnému vztahu mezi zkoumanými proměnnými dochází, i když je pro celou tabulku vypočtena středně silná závislost. Na hladině významnosti $p \leq 0,01$ byla pozorovaná četnost odpovědí respondentů vyšší než byla očekávaná četnost. Učitelé s pedagogickou praxí 6–10 let vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden, což je statisticky významný jev v tomto ohledu. V ostatních polích tabulky statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

Diskuse výsledků hypotézy H2

U českých respondentů byla potvrzena nulová hypotéza. Tedy četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky nezávisí na délce pedagogické praxe učitelů.

Náš původní předpoklad se tak nepotvrzuje. Můžeme říci, že výsledek této hypotézy může korelovat s výsledky hypotézy H1 a H6. Tedy že počítačové modely spíše používají a vytvářejí učitelé do 10 let pedagogické praxe. Domníváme se, že u osloveného vzorku respondentů mohlo proběhnout na dostatečné úrovni základní seznámení s aplikováním

vhodných modelů do vyučovacího procesu již během studia na univerzitě. Studenti si tedy mohli zažít, které modely je vhodné v určité pedagogické situaci použít.

Nulová hypotéza nebyla **u slovenských respondentů** potvrzena a **byla přijata hypotéza alternativní**. Tedy četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky závisí na délce pedagogické praxe učitelů.

Náš předpoklad se potvrzuje. S rostoucí délkou pedagogické praxe současně roste také četnost používání počítačových modelů. Z výsledků se domníváme, že začínající učitelé se seznamují s prostředím školy a administrativním aparátem spojeným s výkonem pedagogické praxe a to jim zabírá tolik času, že nestíhají během přípravy na další vyučovací hodiny vytvářet nové materiály, které by mohli použít. Předpokládáme, že zkušenější učitel má již cit, kde je vhodné takto vytvořený model použít.

Hypotéza H3

H30: Učitelé do 39 let věku včetně počítačové modely pro výuku fyzice nevytvářejí častěji než starší učitelé.

H3A: Učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice častěji než starší učitelé.

Komentář k hypotéze – předpokládané výsledky před výzkumným šetřením

Věk 39 let (stav v r. 2013) včetně byl zvolen z několika důvodů. Z dostupné literatury (Prensky, 2001) a jeho následníků lze odvodit, že věková hranice pro rozdělení populace na digitální imigranty a digitální nativce by se mohl blížit tomuto věku. Dalším důvodem pro toto rozdělení podle věku je fakt, že se v roce 1989 v tehdejší Československé republice změnilo politické řízení státu a došlo k otevření se novým technologiím, které se dále výrazně podepisovaly na vývoji vědy, techniky a hlavně vzdělávání. Výpočetní technika se tak dostávala častěji do škol a také k lidem v běžném životě. Rovněž lze předpokládat, že tito učitelé budou mít přibližně 15 let pedagogické praxe a počet jimi vytvořených modelů by mohl mírně stoupat v porovnání s ostatními.

Lze také uvažovat, že mnoho učitelů spadajících do této věkové kategorie začalo studovat na středních školách právě po roce 1989, což mohlo mít také vliv na jejich

znalosti, co se výpočetní techniky týče, které mohly být integrální součástí jejich profesního negraduálního formování.

Současně s výše uvedeným bereme v úvahu, že vyučující v této skupině, věk 39 let (stav v r. 2013), budou většinou učit ihned po ukončení univerzity.

Zpracování hypotézy

Data z dotazníkového šetření vztahující se k dané hypotéze jsou zanesena do kontingenčních tabulek (Tab. 4-13) a (Tab. 4-14). Hodnoty bez závorek reprezentují pozorované četnosti odpovědí P podle příslušných otázek. V závorkách jsou uvedeny hodnoty očekávané četnosti O , které odpovídají platnosti nulové hypotézy.

	do 39 let	40 let a více	Σ
nikdy	83 (80)	52 (55)	135
1–2krát za pololetí	18 (21)	18 (15)	36
1–2krát za měsíc	23 (18)	8 (13)	31
1krát za týden	2 (6)	9 (5)	11
každou vyučovací hodinu	3 (4)	3 (2)	6
Σ	129	90	219

Tab. 4-13 Počty respondentů podle roku kdy absolvovali vysokou školu a četnosti vytváření počítačových modelů – pro české respondenty

	do 39 let	40 let a více	Σ
nikdy	26 (28)	13 (11)	39
1–2krát za pololetí	3 (3)	1 (1)	4
1–2krát za měsíc	3 (2)	0 (1)	3
1krát za týden	2 (2)	1 (1)	3
každou vyučovací hodinu	3 (2)	0 (1)	3
Σ	37	15	52

Tab. 4-14 Počty respondentů podle roku kdy absolvovali vysokou školu a četnosti vytváření počítačových modelů – pro slovenské respondenty

Každému poli v tabulkách (Tab. 4-13) a (Tab. 4-14) byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P zastupuje pozorovanou četnost a O očekávanou četnost. Po sečtení všech vypočítaných hodnot získáme hodnotu *testového kritéria* $\chi^2_{H3ČR} = 12,275$ a $\chi^2_{H3SR} = 2,873$. Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 4$ je $\chi^2_{0,05}(4) = 9,488$.

Protože je vypočítaná hodnota testového kritéria $\chi^2_{H3ČR}$ vyšší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(4)$, zamítáme hypotézu nulovou a **přijímáme hypotézu alternativní**. Pro české

respondenty bylo prokázáno, že učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé.

Naopak, protože je vypočítaná hodnota testového kritéria χ^2_{H3SR} nižší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05(4)}$, **přijímáme hypotézu nulovou**. Pro slovenské respondenty nebylo prokázáno, že učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé.

Mezi zkoumanými jevy existuje statisticky významná závislost. Spočítáme hodnotu těsnosti vztahu mezi jevy v kontingenční tabulce mezi proměnnými pomocí Čuprovova koeficientu kontingence K (Chráska, 2007, s. 87). V našem případě je jeho hodnota $K_{H3ČR} = 0,344$ a $K_{H3SR} = 0,343$. Vypočítané hodnoty signalizují, že se jedná o středně silný vztah mezi proměnnými pro obě skupiny respondentů.

Vzhledem k vypočítaným výsledkům byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností. K tomu bylo použito testové kritérium z (Tab. 4-15) a (Tab. 4-16) (Chráska, 2007, s. 79).

	do 39 let	40 let a více
nikdy	0,49	-0,54
1–2krát za pololetí	-0,73	0,86
1–2krát za měsíc	1,16	-1,37
1krát za týden	-1,79	2,13
každou vyučovací hodinu	-0,29	0,34

Tab. 4-15 Hodnoty testového kritéria z pro H3 – pro české respondenty

	do 39 let	40 let a více
nikdy	-0,49	0,59
1–2krát za pololetí	0,09	-0,14
1–2krát za měsíc	0,60	-0,94
1krát za týden	-0,09	0,15
každou vyučovací hodinu	0,60	-0,94

Tab. 4-16 Hodnoty testového kritéria z pro H3 – pro slovenské respondenty

Každé hodnotě z (Tab. 4-15), respektive (Tab. 4-16) byla přiřazena znaménka znázorňující stupeň závislosti srovnávaných znaků (Chráska, 2007, s. 81).

Vypočítaný stupeň závislosti platí pro kontingenční tabulku jako celek. Hodnocení vztahů proměnných uvnitř tabulky je prováděno pomocí znaménkového schématu kontingenční tabulky (Tab. 4-17) a (Tab. 4-18).

	do 39 let	40 let a více
nikdy	0	0
1–2krát za pololetí	0	0
1–2krát za měsíc	0	0
1krát za týden	0	+
každou vyučovací hodinu	0	0

Tab. 4-17 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H3 – pro české respondenty

Z tabulky (Tab. 4-17) je zřejmé, že k mírnému vztahu mezi zkoumanými proměnnými dochází, ačkoliv pro celou tabulku bylo vypočteno, že závislost je nízká. Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ je pozorovaná četnost vyšší než očekávaná. Učitelé ve věku 40 let a více vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden, což je statisticky významný jev v tomto ohledu. Tento jev jsme pozorovali již při řešení hypotézy H1 (viz strana 58). V ostatních polích tabulky statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

	do 39 let	40 let a více
nikdy	0	0
1–2krát za pololetí	0	0
1–2krát za měsíc	0	0
1krát za týden	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0

Tab. 4-18 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H3 – pro slovenské respondenty

Z tabulky (Tab. 4-18) je zřejmé, že statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

Diskuse výsledků hypotézy H3

Nulová hypotéza nebyla **pro české respondenty** potvrzena a **přijali jsme hypotézu alternativní**, tedy učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé.

Očekávané výsledky byly podobné získaným datům z výzkumu. Otázkou do dalšího šetření může být pro jaké platformy počítačové modely vytvářejí a z jakého důvodu. Dále se domníváme, že studium na středních školách po roce 1989, mohlo mít vliv na znalosti výpočetní techniky učitelů do 39 let věku.

Očekávané výsledky byly však výraznější než pozorované výsledky. Digitální nativci sice mají znalosti a dostupnou techniku pro vytváření počítačových modelů, ale nemusí mít dostatečné pedagogické a didaktické zkušenosti, které by jim pomohly při vlastní aplikaci

modelů do výuky pomoci. Domníváme se, že z tohoto důvodu nejsou rozdíly ve věkových skupinách větší.

Nulová hypotéza byla potvrzena pro slovenské respondenty a přijímáme ji, tedy učitelé do 39 let věku včetně nevytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé.

Očekávané výsledky byly zcela opačného charakteru. Mladší učitelé sice mají znalosti a dostupnou techniku pro vytváření počítačových modelů, ale nemusí mít dostatečné pedagogické a didaktické zkušenosti, které by jim pomohly při vlastní aplikaci modelů do výuky. Domníváme se, že z tohoto důvodu nejsou rozdíly ve věkových skupinách větší.

Hypotéza H5

H50: Učitelé s aprobacemi fyzika-matematika nebo fyzika-informační výchova počítačové modely ve výuce fyziky nepoužívají častěji než učitelé s aprobací fyzika-ostatní předměty.

H5A: Učitelé s aprobacemi fyzika+matematika nebo fyzika+informační výchova používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací fyzika+ostatní předměty.

Komentář k hypotéze – předpokládané výsledky před výzkumným šetřením

Předpokládali jsme, že učitelé s aprobacemi FY-MA nebo FY-INF používají tento nástroj ve výuce častěji, protože je bližší jejich aprobacím. Neměl by tedy pro ně být výrazný problém pochopit vnitřní struktury modelu, pokud k ní mají přístup.

Dále jsme předpokládali, že tyto skupiny modely také vytvářejí, ale to je již nad rámec této hypotézy.

Zpracování hypotézy

Data vztahující se k dané hypotéze získaná dotazníkovým šetřením jsou zavedena do kontingenčních tabulek (Tab. 4-19) a (Tab. 4-20). Hodnoty bez závorek reprezentují pozorované četnosti odpovědí P podle příslušných otázek. V závorkách jsou uvedeny hodnoty očekávané četnosti O , které odpovídají platnosti nulové hypotézy. Získány byly vynásobením odpovídající marginální četnosti v tabulce a tento součin byl vydělen

celkovou četností. Hodnoty uvedené v pravém krajním sloupci tabulky a v posledním řádku tabulky jsou již zmíněné marginální četnosti. Jedná se o součty četností v řádcích a sloupcích tabulky.

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace	Σ
nikdy	10 (14)	12 (8)	22
1–2krát za pololetí	27 (29)	18 (16)	45
1–2krát za měsíc	70 (66)	31 (35)	101
1krát za týden	30 (25)	8 (13)	38
každou vyučovací hodinu	6 (8)	7 (5)	13
Σ	143	76	219

Tab. 4-19 Počty respondentů podle aprobací a četností používání počítačových modelů v hodinách při výuce fyziky – pro české respondenty

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace	Σ
nikdy	0 (2)	3 (1)	3
1–2krát za pololetí	30 (28)	6 (8)	36
1–2krát za měsíc	5 (6)	2 (1)	7
1krát za týden	3 (2)	0 (1)	3
každou vyučovací hodinu	3 (2)	0 (1)	3
Σ	41	11	52

Tab. 4-20 Počty respondentů podle aprobací a četností používání počítačových modelů v hodinách při výuce fyziky – pro slovenské respondenty

Každému poli z tabulek (Tab. 4-19) a (Tab. 4-20) byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P reprezentuje pozorovanou četnost a O očekávanou četnost. Po sečtení všech vypočítaných hodnot získáme hodnotu *testového kritéria* $\chi^2_{H5CR} = 10,324$ a $\chi^2_{H5SR} = 13,457$. Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 4$ je $\chi^2_{0,05}(4) = 9,488$. Rozdíl mezi vypočítanou hodnotou testového kritéria χ^2 a kritickou hodnotou testového kritéria $\chi^2_{0,05}(4)$ vždy indikuje velikost rozdílu mezi vyslovenou nulovou hypotézou a skutečností.

Protože je vypočítaná hodnota testového kritéria χ^2_{H5CR} pro **české** respondenty vyšší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(4)$, zamítáme hypotézu nulovou a **přijímáme hypotézu alternativní**.

Pro **slovenské** respondenty je vypočítaná hodnota testového kritéria χ^2_{H5SR} také vyšší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(4)$ a opět zamítáme hypotézu nulovou a **přijímáme hypotézu alternativní**.

Bylo tak na vzorku respondentů jak českých tak i slovenských prokázáno, že učitelé s aprobacemi FY-MA nebo FY-INF používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací FY-ostatní předměty.

Mezi zkoumanými jevy existuje statisticky významná závislost. Spočítáme hodnotu těsnosti vztahu mezi jevy v kontingenční tabulce. Protože se výrazně liší počet sloupců a řádků v kontingenční tabulce, nelze použít normovaný koeficient kontingence C . Musíme tedy spočítat stupeň závislosti mezi proměnnými pomocí Čuprovova koeficientu kontingence K (Chráška, 2007, s. 87). V našem případě je jeho hodnota $K_{H5CR} = 0,329$ a $K_{H5SR} = 0,504$. Vypočítaná hodnota K_{H5CR} signalizuje, že se jedná o středně silný vztah mezi proměnnými, hodnota K_{H5SR} signalizuje, že se jedná o silný vztah mezi proměnnými.

Vzhledem k vypočítaným výsledkům byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností. K tomu bylo použito testové kritérium z (Tab. 4-21) a (Tab. 4-22) (Chráška, 2007, s. 79).

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace
nikdy	-1,19	1,61
1–2krát za pololetí	-0,47	0,63
1–2krát za měsíc	0,60	-0,75
1krát za týden	1,11	-1,47
každou vyučovací hodinu	-0,87	1,18

Tab. 4-21 Hodnoty testového kritéria z pro H5 – pro české respondenty

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace
nikdy	-1,57	2,99
1–2krát za pololetí	0,45	-0,63
1–2krát za měsíc	-0,23	0,43
1krát za týden	0,42	-0,80
každou vyučovací hodinu	0,42	-0,80

Tab. 4-22 Hodnoty testového kritéria z pro H5 – pro slovenské respondenty

Vypočítaný vztah mezi proměnnými – stupeň závislosti (Čuprovův koeficient kontingence K) – platí pro kontingenční tabulku branou jako celek. Hodnocení vztahů proměnných uvnitř tabulky je prováděno pomocí znaménkového schématu kontingenční tabulky v tabulkách (Tab. 4-23) a (Tab. 4-24). Znaménkové schéma slouží ke zjištění, v jakém poli tabulky může být narušen předpoklad nezávislosti obou porovnávaných proměnných.

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace
nikdy	0	0
1–2krát za pololetí	0	0
1–2krát za měsíc	0	0
1krát za týden	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0

Tab. 4-23 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H5 – pro české respondenty

Z tabulky (Tab. 4-23) vyplývá, že statisticky významné závislosti v tabulce a mezi jednotlivými variacemi zkoumaných proměnných nebyly zjištěny. Toto zjištění potvrzuje výše vypočítaný Čuprovův koeficient kontingence $K_{H5ČR}$.

	aprobace FY-MA; FY-INF	Ostatní aprobace nebo bez aprobace
nikdy	0	++
1–2krát za pololetí	0	0
1–2krát za měsíc	0	0
1krát za týden	0	0
každou vyučovací hodinu	0	0

Tab. 4-24 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H5 – pro slovenské respondenty

Z tabulky (Tab. 4-24) vyplývá, že je mezi proměnnými jedna statisticky významná závislost. Pozorovaná četnost byla statisticky výrazně vyšší, než byla četnost očekávaná pro učitele s jinou aprobací než FY-MA nebo FY-INF, kteří nikdy nevytvářeli počítačové modely. Z toho můžeme vyslovit závěr, že ještě více učitelů s jinou aprobací než FY-MA nebo FY-INF, než jsme předpokládali, nepoužívá počítačové modely.

Diskuse výsledků hypotézy H5

Nulová hypotéza nebyla potvrzena ani **pro české** a ani **pro slovenské** respondenty. **Přijali jsme hypotézu alternativní**, tedy učitelé s aprobacemi fyzika-matematika nebo fyzika-informační výchova používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací fyzika-ostatní předměty.

Aprobace učitelů u zkoumaného vzorku tedy hraje statisticky významnou roli při používání počítačových modelů ve výuce. Očekávané výsledky byly podobné získaným datům z výzkumu. V mnoha případech do výsledků zasáhli učitelé s aprobací fyzika+technická výchova a jí podobné. Domníváme se, že se tito učitelé setkávali s různými modely častěji již od svých studií na univerzitě. Stejně tak se můžeme domnívat, že mohou mít i odlišnou představivost.

Hypotéza H6

H60: Učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice, nepoužívají pouze ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole.

H6A: Učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice, používají pouze ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole.

Komentář k hypotéze – předpokládané výsledky před výzkumným šetřením

Předpokládáme, že učitelé volí jim známá vývojová prostředí záměrně. Práce v takových prostředích je pak pro ně o mnoho jednodušší než v prostředí novém. Současně se domníváme, a praxe to ukazuje, že z dob studií na vysoké škole mají již vytvořeny některé modely. Dalším důvodem pro stanovení této hypotézy je jednotný ráz modelů prezentovaný žákům, což ruku v ruce nese další aspekt, a to nároky na minimální uživatelské znalosti více vývojových prostředí.

Zpracování hypotézy

Data vztahující se k dané hypotéze získaná od respondentů z dotazníku byla spočítána a převedena do tabulek (Tab. 4-25) a (Tab. 4-26).

	Pracovali s modely na univerzitě	Používají modely v praxi	Shoda
Excel	31	36	23
Famulus	28	15	12
Interactive Physics	7	4	4
Modellus	6	4	2
Phun	4	3	1
Java	4	1	1
IP Coach	4	1	1
Pascal	3	0	0
ActivBoard	2	2	2
Visual Basic	1	1	1
PowerPoint	0	2	0
Yenka	0	1	0
Geogebra	0	1	0
Flash	0	1	0
Σ	90	72	47

Tab. 4-25 Absolutní počty respondentů podle prostředí, ve kterém pracovali s modely na univerzitě a které používají při tvorbě modelů ve své praxi – pro české respondenty

	Pracovali s modely na univerzitě	Používají modely v praxi	Shoda
Excel	2	2	2
Java	2	1	1
Interactive Physics	1	1	1
IP Coach	1	1	1
Easy Java Simulations	1	1	1
Famulus	1	0	0
Modellus	0	1	0
PowerPoint	0	1	0
HTML5 + JavaScript	0	1	0
Geogebra	0	1	0
Σ	8	10	6

Tab. 4-26 Absolutní počty respondentů podle prostředí, ve kterém pracovali s modely na univerzitě a které používají při tvorbě modelů ve své praxi – pro slovenské respondenty

Z tabulek (Tab. 4-25) a (Tab. 4-26) je také zřejmé, že respondenti v jednotlivých státech používají různá prostředí pro tvorbu modelů. Předpokládáme však, že by rozdíly byly nižší, pokud bychom získali více odpovědí od slovenských respondentů.

Pro statistické vyhodnocení byla získaná data následně převedena do čtyřpolních tabulek (Tab. 4-27) a (Tab. 4-28). Hodnoty bez závorek reprezentují pozorované četnosti odpovědí P podle příslušných otázek. V závorkách jsou uvedeny hodnoty očekávané četnosti O , které odpovídají platnosti nulové hypotézy.

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě	Σ
Používají modely v praxi	47 (30)	25 (42)	72
Nepoužívají modely v praxi	43 (60)	104 (87)	147
Σ	90	129	219

Tab. 4-27 Čtyřpolní tabulka s počty respondentů podle prostředí, ve kterém pracovali s modely na univerzitě a které používají při tvorbě modelů ve své praxi – pro české respondenty

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě	Σ
Používají modely v praxi	6 (2)	4 (8)	10
Nepoužívají modely v praxi	2 (6)	40 (36)	42
Σ	8	44	52

Tab. 4-28 Čtyřpolní tabulka s počty respondentů podle prostředí, ve kterém pracovali s modely na univerzitě a které používají při tvorbě modelů ve své praxi – pro slovenské respondenty

Každému poli v tabulkách (Tab. 4-27) a (Tab. 4-28) byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P zastupuje pozorovanou četnost a O očekávanou četnost. Sečtením všech vypočítaných hodnot pro danou tabulku získáme hodnotu *testového kritéria* $\chi^2_{H6ČR} = 25,912$ a $\chi^2_{H6SR} = 18,932$. Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 1$ je $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$.

Protože jsou vypočítané hodnoty testového kritéria $\chi^2_{H6ČR}$ a χ^2_{H6SR} výrazně vyšší než hodnota kritická $\chi^2_{0,05}(12)$, zamítáme hypotézu nulovou a **přijímáme hypotézu alternativní jak pro české, tak i pro slovenské** respondenty.

Na vzorku oslovených respondentů tak bylo prokázáno, že učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice, používají převážně ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat během studia na univerzitě.

Je zřejmé, že mezi zkoumanými jevy existuje statisticky významná závislost. Protože se v tomto případě jedná o čtyřpolní tabulku, můžeme k posouzení stupně závislosti jednotlivých znaků v tabulce použít *Yulův koeficient asociace Q*. Pro tento případ je $Q_{H6ČR} = 0,64$, což reprezentuje silnou jednostrannou závislost v dané tabulce, a $Q_{H6SR} = 0,94$, což reprezentuje silnou jednostrannou závislost v dané tabulce (Chráška, 2007, s. 88).

Spočítáme hodnotu *těsnosti vztahu mezi jevy ve čtyřpolní tabulce* r_Φ (Chráška, 2007, s. 87–88). Po dosažení získáváme hodnotu $r_{\Phi H6ČR} = 0,34$, což odpovídá střední souvislosti posuzovaných proměnných, a $r_{\Phi H6SR} = 0,60$, což odpovídá silné souvislosti posuzovaných proměnných.

Mezi zkoumanými jevy tedy existuje statisticky významná závislost. Spočítáme normovanou hodnotu *koeficientu kontingence* C_{norm} . Po dosažení získáváme hodnotu $C_{normH6ČR} = 0,46$, což odpovídá střední souvislosti posuzovaných proměnných, a hodnotu $C_{normH6SR} = 0,73$, což odpovídá silné souvislosti posuzovaných proměnných.

Vzhledem k vypočítaným výsledkům byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností. K tomu bylo použito testové kritérium z (Tab. 4–29) a (Tab. 4-30).

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě
Používají modely v praxi	3,44	-2,98
Nepoužívají modely v praxi	-2,63	2,41

Tab. 4-29 Hodnoty testového kritéria z pro H6 – pro české respondenty

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě
Používají modely v praxi	3,65	-1,68
Nepoužívají modely v praxi	-1,88	1,33

Tab. 4-30 Hodnoty testového kritéria z pro H6 – pro slovenské respondenty

Vypočítaný stupeň závislosti platí pro kontingenční tabulku jako celek. Hodnocení vztahů proměnných uvnitř tabulky je prováděno pomocí znaménkového schématu kontingenčních tabulek (Tab. 4-31) a (Tab. 4-32).

Každé hodnotě z (Tab. 4-29) a (Tab. 4-30) byla přiřazena znaménka znázorňující stupeň závislosti srovnávaných znaků (Chráška, 2007, s. 81).

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě
Používají modely v praxi	+++	--
Nepoužívají modely v praxi	--	+

Tab. 4-31 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H6 – pro české respondenty

V tabulce (Tab. 4-31) je ilustrována velká závislost proměnných. Pozorovaná četnost učitelů, kteří v pedagogické praxi vytváří počítačové modely, je statisticky významně vyšší než očekávaná četnost, a to na hladině významnosti $p \leq 0,001$ u těch učitelů, kteří vytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě.

Pozorovaná četnost učitelů, kteří v pedagogické praxi počítačové modely nevytváří, je statisticky významně nižší než očekávaná četnost, a to na hladině významnosti $p \leq 0,01$ u těch učitelů, kteří vytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě.

Pozorovaná četnost učitelů, kteří v pedagogické praxi vytváří počítačové modely, je statisticky významně nižší než očekávaná četnost, a to na hladině významnosti $p \leq 0,01$ u těch učitelů, kteří nevytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě.

Učitelé, kteří v pedagogické praxi nevytváří počítačové modely, mají pozorovanou četnost statisticky vyšší než četnost očekávanou, a to na hladině významnosti $p \leq 0,05$ v těch případech, kdy nevytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě.

	Pracovali s modely na univerzitě	Nepracovali s modely na univerzitě
Používají modely v praxi	+++	0
Nepoužívají modely v praxi	0	0

Tab. 4-32 Znaménkové schéma kontingenční tabulky pro H6 – pro slovenské respondenty

V tabulce (Tab. 4-32) je ilustrována velká závislost proměnných. Pozorovaná četnost učitelů, kteří v pedagogické praxi vytváří počítačové modely, je statisticky významně vyšší než očekávaná četnost, a to na hladině významnosti $p \leq 0,001$ u těch učitelů, kteří vytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě.

V ostatních polích tabulky žádná jiná závislost pozorována nebyla.

Diskuse výsledků hypotézy H6

Nulová hypotéza nebyla potvrzena a **byla přijata hypotéza alternativní** pro obě skupiny respondentů, tedy **pro české i pro slovenské**, tudíž byla prokázána závislost mezi tím, jaká vývojová prostředí používají učitelé vytvářející počítačové modely pro výuku fyziky ve spojitosti s tím, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole.

Předpoklad, že učitelé volí jim známá vývojová prostředí záměrně se tedy potvrdil. Práce v takových prostředích je pak pro ně o mnoho jednodušší než v prostředí novém. Je proto zcela namístě a legitimní, pokud budeme budoucí učitele vzdělávat již během jejich pregraduální přípravy v dovednosti tvorby vlastních počítačových modelů. Nabízí se také možnost, že je budeme vzdělávat v tvorbě ve více než jednom vývojovém prostředí. To jim pak dá větší konkurenční výhodu v porovnání s jinými učiteli.

4.3.8 Shrnutí výsledků šetření I a diskuse

Kvalitativním porovnáním získaných dat z výzkumného šetření I z České republiky a ze Slovenské republiky můžeme získat základní informace, jak se liší postoj k počítačovému modelování v uvedených zemích. Bohužel se nám nepodařilo vyrovnat obě skupiny, co se týče počtu respondentů (219 respondentů v ČR, 52 respondentů ze SR), věku, pohlaví a některých dalších znaků.

Výzkumné šetření I bylo zaměřeno na učitele fyziky v České republice a Slovenské republice. Konkrétně byly zkoumány, stav tvorby a používání modelů ve výuce pomocí kvantitativních metod sběru dat. Pomocí statistických testů významnosti byly ověřeny všechny stanovené hypotézy. Výsledky tohoto ověřování pak vypadají následovně:

- H1: Četnost vytváření počítačových modelů pro výuku fyziky nezávisí na délce pedagogické praxe. (Přijali jsme hypotézu nulovou H10 pro ČR, nulovou H10 pro SR.)
- H2: Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky na délce pedagogické praxe českých učitelů nezávisí. Četnost používání počítačových modelů ve výuce fyziky na délce pedagogické praxe slovenských učitelů závisí. (Přijali jsme hypotézu nulovou H20 pro ČR, alternativní H2A pro SR.)
- H3: Čeští učitelé do 39 let věku včetně vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé. Slovenští do 39 let věku včetně nevytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky častěji než starší učitelé. (Přijali jsme hypotézu alternativní H3A pro ČR, nulovou H30 pro SR.)
- H5: Učitelé s aprobacemi FY-MA nebo FY-INF používají počítačové modely ve výuce fyziky častěji než učitelé s aprobací FY-ostatní předměty. (Přijali jsme hypotézu alternativní H5A pro ČR, alternativní H5A pro SR.)
- H6: Učitelé, kteří vytvářejí počítačové modely pro výuku fyziky, používají pouze ta vývojová prostředí, se kterými se naučili pracovat na vysoké škole. (Přijali jsme hypotézu alternativní H6A pro ČR, alternativní H6A pro SR.)

Co se týče stupňů závislosti, z výsledků můžeme vyslovit následující. Mezi proměnnými zkoumanými v H5 byl u českých respondentů zjištěn středně silný vztah, u slovenských byl indikován silný vztah. Vztah proměnných v H1 byl vyhodnocen pro české respondenty jako slabý, pro slovenskou část respondentů byl vztah středně silný. U H6 vidíme podle Yulova koeficientu silnou jednostrannou závislost pro obě skupiny respondentů. Co se týče těsnosti zkoumaných proměnných, pro české respondenty jsme získali střední a pro slovenské respondenty silnou těsnost. V H3 byl pozorován shodně pro skupiny respondentů středně silný vztah mezi proměnnými. Byl zde zároveň pozorován nejmenší rozdíl vypočítaných hodnot u Čuprovova koeficientu mezi českými a slovenskými respondenty.

V H2 jsme pozorovali slabý vztah mezi proměnnými pro české respondenty a pro slovenské byl vztah mezi proměnnými vyhodnocen jako středně silný.

První zkoumaný faktor byla *závislost četnosti vytváření počítačových modelů pro výuku fyziky na délce pedagogické praxe*. Tato hypotéza neobstála, zjistíme tedy, že v obou případech nebyla nulová hypotéza potvrzena a byla tak přijata hypotéza alternativní. Při porovnání procentuálních hodnot bylo v českém vzorku téměř shodně respondentů ve skupinách s délkou pedagogické praxe 0–5 let a 16 a více let (u obou cca 32 %) a poté následovaly skupiny 6–10 let a 11–15 let. Ve slovenském vzorku to pak bylo 11–15 let (31 %), 16 a více let (29 %), 0–5 let, 6–10 let.

V tomto případě byla v české variantě mezi zkoumanými znaky slabá závislost, zatímco ve slovenské variantě je závislost středně silná, opět z pohledu Čuprovova koeficientu K . Opět se domníváme, že tento jev je na Slovensku silněji propojený. Ovšem v českém vzorku jsme zjistili statisticky významně vyšší pozorovanou četnost odpovědí, než byla hodnota očekávaná na hladině významnosti $p \leq 0,05$ a to pro učitele, kteří mají pedagogickou praxi trvající 16 a více let, protože vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden. Tento jev nebyl u slovenského vzorku pozorován.

Druhý zkoumaný rys v tomto šetření byl *vztah mezi četností používání počítačových modelů ve výuce fyziky a délkou pedagogické praxe*.

Výsledky této hypotézy vyšly ve zcela opačném smyslu než u hypotézy H3. Pro české respondenty byla přijata hypotéza nulová, pro slovenské respondenty hypotéza alternativní.

V českém prostředí tedy nebyla prokázána existence vztahu mezi četností používání počítačových modelů ve výuce fyziky a délkou pedagogické praxe, ve slovenském prostředí tento vztah naopak prokázán byl. Hodnoty Čuprovova koeficientu K byly rozdílné. Pro české respondenty je jeho hodnota 0,297, pro slovenské 0,448. V českém prostředí je opět vztah mezi proměnnými slabý, naopak ve slovenském prostředí je zjištěný vztah středně silný.

I přes tyto hodnoty se ukázalo, že na hladině významnosti $p \leq 0,05$ byla pozorovaná četnost odpovědí českých respondentů vyšší než byla očekávaná četnost. Učitelé s pedagogickou praxí 6–10 let vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice podle svých odpovědí 1krát za týden. Pro slovenské respondenty platí totéž, pouze na hladině významnosti $p \leq 0,01$.

Třetí zkoumaný rys byl zaměřen na *tvorbu počítačových modelů pro výuku fyzice učiteli do věku 39 let*. V tomto případě byla zjištěna střední závislost mezi proměnnými.

Učitelé do věku 39 let sice mají znalosti a techniku, jak vyplynulo z jiných otázek v dotazníku, pro vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice, ale často nemusí mít dostatečné pedagogické zkušenosti, které by jim pomohly při aplikaci vlastních modelů do výuky.

Oproti předchozím hypotézám, které byly shodně přijaty nebo odmítnuty, docházíme u této k rozdílným výsledkům. Pro české respondenty byla přijata hypotéza alternativní, zatímco pro slovenské hypotéza nulová. V českém prostředí tedy existuje vztah mezi věkem učitele a tím, zda učitelé vytvářejí počítačové modely pro výuku fyzice. Ve slovenském prostředí tento vztah nebyl prokázán. Ze všech zkoumaných hypotéz je ve vyhodnocení těchto dvou nejmenší rozdíl v hodnotách Čuprovova koeficientu K . Pro český vzorek je jeho hodnota 0,344, pro slovenský 0,343. Pro obě šetření vychází, že se jedná o středně silný vztah mezi proměnnými.

Navíc jsme u českých respondentů pozorovali, že na hladině významnosti $p \leq 0,05$ je vyšší pozorovaná četnost, než byla očekávaná. To platilo pouze pro skupinu učitelů ve věku 40 let a více, kteří vytvářejí počítačové modely podle svých odpovědí 1krát za týden. Tento jev jsme pozorovali již při řešení hypotézy H1.

Čtvrtým ze zkoumaných faktorů na vzorku respondentů *byla závislost mezi jejich aprobací a četností používání počítačových modelů.*

Při porovnání, jak tato hypotéza obstála, zjistíme, že v obou případech nebyla nulová hypotéza potvrzena a byla tak přijata alternativní hypotéza. Při porovnání relativních četností ve vzorcích počítačové modely ve výuce používá v českém vzorku 65 %, ve slovenském vzorku 79 %.

Detailnějším pohledem zjistíme, že v české variantě je mezi zkoumanými znaky středně silná závislost, zatímco ve slovenské variantě je závislost silná z pohledu Čuprovova koeficientu K . To může napovědět, že tento jev je na Slovensku silněji propojený. Navíc ve slovenském vzorku jsme zjistili statisticky významně nižší pozorovanou četnost odpovědí, než byla hodnota očekávaná na hladině významnosti $p \leq 0,01$, a to pro učitele, kteří používají počítačové modely ve výuce, mají jinou aprobaci než FY-MA nebo FY-INF. Tento jev nebyl u českého vzorku pozorován.

Aprobace učitelů pak u zkoumaných vzorků v obou případech hraje statisticky významnou roli při používání počítačových modelů ve výuce. Očekávané výsledky byly podobné získaným datům z výzkumu.

Toto zjištění potvrdilo naše očekávání. Domníváme se, že by bylo žádoucí v přípravě budoucích učitelů s aprobací FY-ostatní obory zařadit buď zcela nový předmět zaměřený na tvorbu počítačových modelů, nebo začlenit tvorbu do některých již realizovaných předmětů, například do předmětu počítače ve fyzice (každá katedra bude mít vlastní specifický název, ale obsah bude podobný).

Poslední zkoumaný rys učitelů byl zaměřen na *prokázání vztahu mezi vývojovým prostředím používaným učiteli k vytváření počítačových modelů pro výuku fyzice a takovým prostředím, se kterým se naučili učitelé pracovat na univerzitě.* Také v tomto případě jsme pro obě národní skupiny respondentů přijali stejný závěr, a to alternativní hypotézu, tedy závislost byla prokázána. Předpoklad, že učitelé volí známá vývojová prostředí záměrně, se tedy potvrdil. Je tedy pozorovaná závislost na tom, zda se učitel s tvorbou modelů setkal na univerzitě, či nikoliv. Relativní četnosti jsou však rozdílné, v českém vzorku pracovalo na univerzitě s modely 41 %, zatímco ve slovenském vzorku 15 %. Z pohledu těsnosti vztahu mezi proměnnými jsme tento stav ověřovali pomocí koeficientu kontingence C_{norm} a Yulova koeficientu asociace Q . Koeficient C_{norm} pro český

vzorek byl spočítán na 0,46, což znamená střední závislost, zatímco pro slovenský byl 0,73, tedy zde byla pozorována značná závislost. Podobné stavy byly zjištěny také pro Yulův koeficient 0,64 (český vzorek) a 0,94 (slovenský vzorek). V obou případech se tak jedná o silnou jednostrannou závislost.

V českém vzorku jsme zjistili statisticky významně vyšší pozorovanou četnost odpovědí, než byla hodnota očekávaná na hladině významnosti $p \leq 0,05$, u učitelů, kteří v pedagogické praxi nevytváří počítačové modely pro výuku fyzice v těch případech, kdy nevytvářeli počítačové modely pro výuku fyzice již během studií na univerzitě. Statisticky významně nižší pozorovanou četnost než očekávanou četnost, a to na hladině významnosti $p \leq 0,01$ jsme zjistili u těch učitelů, kteří vytvářeli počítačové modely pro výuku fyzice již během studií na univerzitě a nyní v pedagogické praxi počítačové modely nevytváří. Na stejné hladině významnosti byla pozorovaná četnost učitelů, kteří vytváří v pedagogické praxi počítačové modely pro výuku fyzice, statisticky významně nižší než očekávaná, a to u těch učitelů, kteří nevytvářeli počítačové modely již během studií na univerzitě. Statisticky nejvýraznější rozdíl pozorované (byla statisticky významně vyšší) a očekávané četnosti na hladině významnosti $p \leq 0,001$ byl u učitelů, kteří v pedagogické praxi vytváří počítačové modely pro výuku fyzice a zároveň je vytvářeli již během studií na univerzitě. Tento poslední jev byl oproti třem předchozím pozorován pro český i pro slovenský vzorek.

Předpoklad, že učitelé volí jim známá vývojová prostředí záměrně, se tedy potvrdil. Práce v takových prostředích je pak pro ně o mnoho jednodušší než v prostředí novém.

Výsledky opět ukazují, že je vhodné zařadit do přípravy budoucích učitelů fyziky část, ve které se naučí vytvářet modely pro výuku fyzice, protože jim tato dovednost dává lepší startovní podmínky v přípravě jimi realizované výuky.

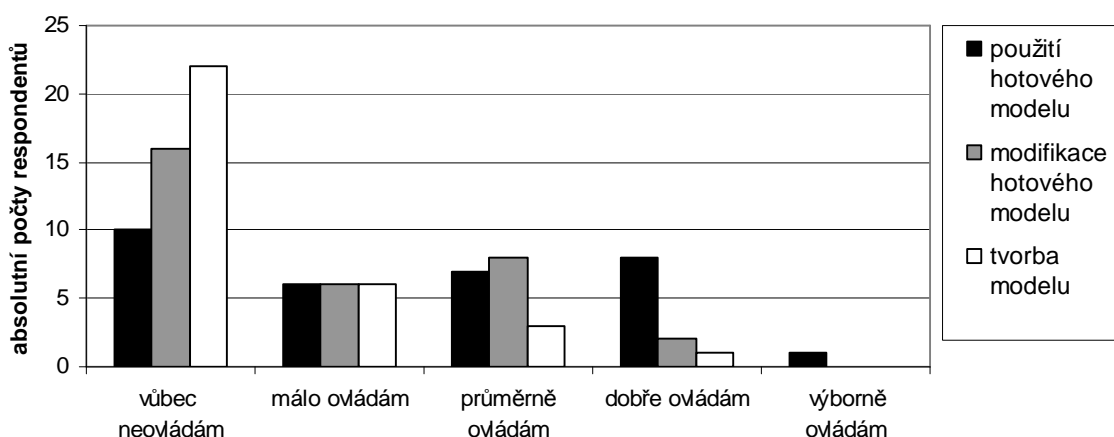
Výsledek hypotézy H1 může korelovat s výsledky hypotéz H2 a H3. Tedy že počítačové modely pro výuku fyzice spíše používají a vytvářejí učitelé do 10 let pedagogické praxe.

4.3.9 Porovnání výsledků výzkumného šetření I s výsledky šetření realizovaného na Slovensku, zaměřeného na modelování ve fyzice

Z dostupných výsledků, které jsou prezentovány v práci V. Timkové (Timková, 2014, s. 41–50), se domníváme, že naše šetření společně korelují. Podotýkáme, že uvedená šetření probíhala na sobě zcela nezávisle, byť se některé otázky v dotaznících překrývají. Celkem se jejího šetření účastnilo 32 respondentů. Došla k následujícím výsledkům:

Na otázku „*Využíváte ve své školní praxi matematické modelování na PC?*“, odpovědělo 63 % respondentů, že modely nevyužívají, 25 % respondentů je používá ve výuce fyziky a 12 % respondentů ve výuce matematiky (Timková, 2014, s. 42).

Dále V. Timková zkoumala, jak náročné je pro její respondenty používání simulací. Z (Histogram 4-10) jsou patrné výsledky – s přibývajícím náročností užívání modelování, jako je úprava hotového modelu nebo dokonce tvorba nového modelu, výrazně klesá i počet respondentů, kteří tyto úkony zvládají (Timková, 2014, s. 43).



Histogram 4-10 Schopnosti respondentů při používání modelů. Převzato a přeloženo z (Timková, 2014, s. 43)

Jak tedy ukazují výsledky V. Timkové a výsledky z našeho šetření, závěry vychází odlišně. Zatímco v jejím vzorku učitelé modely tedy spíše nevytváří a když už je vytváří, jejich schopnosti tvorby jsou průměrné, respondenti v našem vzorku modely vytvářeli mnohem více. Co se týče respondentů, kteří modely používají, jsou na tom šetření již velmi podobně.

Z dostupných materiálů můžeme uvést, že dlouhodobě schválenou sadou učebnic pro výuku fyziky na ZŠ na Slovensku je sada od autorského kolektivu V. Lapitkové. Tuto sadu používá většina tamních škol. Při pohledech na posudky k uvedeným učebnicím můžeme konstatovat, že v této sadě se nevyskytují zásadní didaktické chyby. Je doplněna velkým počtem názorných obrázků. Nemůžeme to s jistotou tvrdit, ale mohl by toto být ten důvod, proč učitelé nevytvářejí vlastní modely? Tato domněnka by mohla být dalším námětem pro výzkumné šetření vlivu používaných učebnic na tvorbu nebo používání počítačových modelů ve výuce.

4.4 Výzkumné šetření II – ČR – Kvalitativní šetření zaměřené na používání a tvorbu počítačových modelů – doplněk kvantitativního šetření

4.4.1 Výzkumný problém výzkumného šetření II

Výzkumný problém představují počítačové modely v kontextu přípravy učitele na vyučovací hodinu fyziky.

Hlavní problém P: Jakou roli hrají počítačové modely při přípravě učitele na vyučovací hodinu fyziky?

Dílčí problémy:

P1: Jaké je začlenění počítačových modelů při přípravě učitele fyziky na vyučovací hodinu?

P2: Jaká je historie začleňování určitého počítačového modelu do výuky fyziky?

P3: Jaká je predikce začleňování určitého počítačového modelu do výuky fyziky?

U sledovaného problému bude zkoumáno aktuální stádium začlenění počítačových modelů v přípravě na výuku fyziky, historie tohoto začleňování a předpokládaný vývoj. Cílem bude popsat rozhodnutí učitele o použití daného počítačového modelu a hodnocení použití počítačového modelu. Důraz bude kladen na to, jak učitelé vnímají a přenášejí do výuky práci s počítačovými modely.

4.4.2 Cíle výzkumného šetření II

Cíl celého výzkumu byl již uveden v kapitole (4.1 Cíle výzkumu na s. 41). Stejně tak již tamtéž bylo rozvedeno, že II. výzkumné šetření bude zjišťovat výsledky pro dva výzkumné cíle, a to „*Identifikace vlastního procesu tvorby počítačových modelů a jejich zasazení do výuky.*“ a „*Popis a zjištění, jakým způsobem vstupují počítačové modely do přípravy učitele.*“ Výsledky, které odpovídají na cíl první z uvedených (celkově třetí stanovený cíl, ze s. 41), pouze doplní již zjištěné skutečnosti z I. šetření. Druhý uvedený cíl (celkově čtvrtý stanovený cíl, ze s. 41) bude již kompletně naplněn pomocí II. šetření.

II. výzkumné šetření tedy bude zaměřeno konkrétně na následující cíle:

Hlavní cíl výzkumného šetření II: Popis a analýza vstupu počítačových modelů do výuky fyziky.

Dílčí cíle výzkumného šetření II:

C1: Role začlenění počítačových modelů do přípravy učitele na výuku fyziky.

C2: Historie začlenění určitých počítačových modelů do výuky fyziky.

C3: Predikce začleňování určitého počítačového modelu do výuky fyziky.

Zdůvodnění cílů: Cílem výzkumu je popsat a prozkoumat, jakým způsobem vstupují počítačové modely do každodenní přípravy učitele fyziky. Výsledky výzkumného šetření II mohou obohatit znalost problematiky používání počítačových modelů ve výuce fyziky a přípravě na ni. V rovině teoreticko-pedagogické přinese nové poznatky do problematiky začleňování nebo používání počítačových modelů do práce učitelů fyziky.

Zároveň přispěje k poznání role počítačových modelů v procesu vyučování a učení fyzice. Výsledky budou představovat škálu poznatků, které mohou využívat učitelé při tvorbě vlastních počítačových modelů do svých vyučovacích hodin fyziky, ale i metodici, kteří se budou tímto tématem dále hlouběji zabývat. Tvůrci počítačových modelů pro fyziku by pak měli reflektovat požadavky a potřeby pedagogicko-didaktické práce učitelů fyziky s počítačovými modely.

4.4.3 Výzkumné otázky výzkumného šetření II

O1: Jakou roli hrají počítačové modely v přípravě na vyučovací hodiny fyziky? Jakou didaktickou techniku přitom učitelé používají?

O2: Jak učitelé pracují s počítačovými modely při přípravě na výuku fyziky? Jakým způsobem se rozhodují o nasazení počítačových modelů do výuky fyziky? Jak vnímají možnosti, limity a chyby používaných a dostupných počítačových modelů pro výuku fyziky?

O3: Jak učitelé vnímají použití počítačových modelů a grafů ve výuce fyziky? Které počítačové modely hodnotí jako úspěšně použité ve výuce fyziky?

O4: Co podmiňuje tvorbu počítačových modelů učiteli fyziky? Co může učitelům nebo tvůrcům pomoci v tvorbě počítačových modelů pro výuku fyziky?

4.4.4 Zpracování výzkumného šetření II

Metodologie

Byly provedeny semistrukturované rozhovory se čtyřmi učiteli fyziky, kteří v době rozhovoru učili na základních školách. Rozhovor lze klasifikovat jako strukturovaný rozhovor s otevřenými otázkami (Hendl, 2005, s. 173–174), případně hloubkový rozhovor (Švaříček, 2007, s. 159–183) zaměřený na subjektivní koncepcie práce s klasickými a počítačovými modely. Seznam otázek pro kvalitativní šetření II je vložen do Přílohy B. Zároveň se jedná o komplementární doplněk kvantitativního šetření, které lze považovat za předvýzkum.

Počítačové modely lze zařadit do několika vzdělávacích teorií. My se omezíme na dvě, a to na teorii konstruktivismu a teorii konektivismu (viz kapitoly 2.1 a 2.2). V teorii konektivismu je důležité kritické posuzování informací a vytváření nových poznatkových struktur na základě interaktivity vzdělávaných. Konektivismus stejně jako konstruktivismus zdůrazňuje aktivní úlohu vzdělávaného, význam jeho vnitřních předpokladů a důležitost jeho interakce s prostředím a společností. V teorii konektivismu je výše uvedené doplněno o propojování zdrojů informací a vzdělávání v prostředí sociálních sítí. To znamená, že teorie konektivismu navazuje na teorii konstruktivismu a rozšiřuje ji zásady o využívání sociálních sítí.

Semistrukturované rozhovory byly nahrávány na diktafon a následně přepsány (přepis jednoho z rozhovorů je v Příloze C). Vyhodnocení proběhlo podle Švaříčka (Švaříček, 2007) a Hendla (Hendl, 2005).

U prvního rozhovoru proběhla validace respondentem.

Respondenti

U kvalitativního šetření se provádí vždy záměrný výběr respondentů. Zvolení, oslovení respondenti spadají do skupiny oslovených respondentů již z kvantitativního šetření. Důvod je jediný, a to abychom v tomto šetření doplnili jejich odpovědi, které nemohli v dotazníku položeném v rámci kvantitativního šetření realizovaném v roce 2013 dále rozvést. Společným faktorem oslovených učitelů byla aktivní práce s modely ať už ve vyučovacích hodinách, nebo během přípravy na ně. Lišili se pak v délce své pedagogické

praxe v rozmezí 3–15 let. Všichni oslovení byli muži s aprobací pro výuku fyziky na 2. stupni základní školy.

Navíc tito respondenti byli zvoleni, protože u nich předpokládáme vědomosti a zkušenosti z dané oblasti. Pouze takoví respondenti mohou poskytnout skutečný a pravdivý pohled na zkoumaný problém.

Nástroj sběru dat a popis sběru dat

Sběr dat probíhal pomocí rozhovorů s návodem, rozhovory vycházely z předem připraveného seznamu okruhů a otázek (Švaříček, 2007). Otázky byly tvořeny jako otevřené. Během rozhovorů byly doplňovány nebo rozšiřovány podle nutnosti pro daného respondenta.

Rozhovory probíhaly v prostorách univerzity. Časová náročnost jednotlivých rozhovorů se pohybovala mezi 25 a 35 minutami. Rozhovory byly nahrávány a následně doslovně přepisovány pro další potřebu zpracování dat (kódování a další úkony).

Etika výzkumu

Oslovení respondentů realizovaného šetření proběhlo osobně. Na setkání před vlastním rozhovorem byli seznámeni s tématem, účelem i cílem výzkumného šetření. Současně byli na schůzce informováni o metodě záznamu a následném zpracování dat. Všichni předběžně souhlasili s nahráváním rozhovorů a jejich následným písemným přepisem. Odpovědi respondentů jsou anonymní. Dále v práci budou označovány fiktivními jmény podle abecedy.

Způsob analýzy dat

Analýza získaných dat byla provedena technikou otevřeného kódování. Jeho podstatou je rozložení textu na jednotlivé segmenty a následné přidělení kódu danému segmentu. Během provádění tohoto kroku si klademe otázky: „*O čem daná sekvence vypovídá? Jaký jev či téma prezentuje?*“ (Švaříček, 2007, s. 212)

Rozhovory provedené v rámci výzkumného šetření byly nahrávány a poté doslovně přepsány. Následně byly rozloženy na jednotlivé segmenty (věta, odstavec), které byly označeny kódem. Ty se v průběhu zpracovávání měnily. Tímto způsobem byly zpracovány všechny rozhovory. Velice často docházelo k tomu, že se kódy v jednotlivých rozhovorech

opakovaly. Zároveň proběhlo také očíslování řádků přepisů rozhovorů. Kódy ze všech rozhovorů byly zavedeny do seznamu a následně byla započata jejich kategorizace. Tedy kódy z otevřeného kódování byly shromážděny podle podobnosti nebo jiné spojitosti do kategorií. Pomocí kategorií byly sjednoceny kódy se vzájemným vztahem (Švaříček, 2007, s. 90–92).

Pro hlavní zpracování byla použita analytická technika vyložení karet. Jak uvádí Švaříček, Šed'ová a kol. (Švaříček, 2007, s. 226), jedná se o proces, kdy: „Výzkumník vezme kategorizovaný seznam kódů, kategorie vzniklé skrze otevřené kódování uspořádá do nějakého obrazce či linky a na základě tohoto uspořádání sestaví text tak, že je vlastně převyprávěním obsahu jednotlivých kategorií.“.

Tvorba kategoriálního systému

Pro výzkum zaměřený na používání a tvorbu klasických a počítačových modelů v přípravě učitele na hodiny fyziky jsme vytvořili pro potřeby našeho výzkumného šetření vlastní kategoriální systém, inspirovaný otázkami z (Hendl, 2005, s. 212) a doplněný o (Švaříček, 2007, s. 211–222). Při jeho sestavování byly sledovány základní vlastnosti charakteristické pro modely, o kterých se domníváme, že je musí klasický nebo počítačový model splňovat. Zároveň jsme se zabývali také rolí modelu ve výuce a v učitelově přípravě na ni.

Předtím, než proběhla tvorba kategoriálního systému, byla provedena analýza pojmů, které charakterizují vlastnosti modelů (kapitola 3, která je zaměřená na definici modelů). Během tohoto určování jsme vycházeli z následujících charakteristik modelů a grafů:

- Dovednosti žáků pracovat s grafy
- Hardwarové vybavení učebny pro tvorbu/prezentaci modelů
- Softwarové vybavení učebny pro tvorbu/prezentaci modelů
- Grafy a práce s nimi
- Tvorba grafů
- Aktivní práce učitele s modelem v hodině
- Používání modelů ve výuce
- Tvorba modelů do výuky

- Modely v přípravě učitele
- Charakteristické vlastnosti modelů
- Model ve výuce vs. reálný experiment

V první verzi kategoriálního systému jsme sledovali uvedených jedenáct vlastností, které jsme považovali za stěžejní. V průběhu práce se ukázalo, že náročnost na zpracování dat byla vysoká, proto jsme se rozhodli zredukovat počet jednotlivých kategorií.

Některé vlastnosti byly pro nízkou výpovědní hodnotu, pokud stály osamoceně, případně pro jejich obdobné významové ohraničení sloučeny. Jiné byly zrevidovány a rozpuštěny do jiných kategorií.

Uvedenými modifikacemi byla vytvořena konečná podoba kategoriálního systému:

- Vybavení učebny pro práci s modely
- Grafy a práce s nimi
- Používání modelů ve výuce
- Aktivní práce učitele s modelem v hodině
- Učitelská tvorba modelů do výuky
- Modely v přípravě učitelů

Z uvedených kategorií můžeme vytvořit následující kostru analytického příběhu.

Základní charakteristiky tvorby modelů jsme rozdělili do šesti kategorií. První z nich je *Vybavení učebny pro práci s modely*. Zařadili jsme sem tedy veškerou používanou didaktickou techniku a softwarové prostředky pro učitelskou i žakovskou práci s počítačovými modely. Spadá sem také vybavení pro experimentování v hodinách. Toto vybavení není učitel sám často schopen ovlivnit, je to tak spíše vnější faktor při práci s modely. Podle odpovědí některých respondentů je zřejmé, že mají k dispozici více didaktické techniky, než ve skutečnosti sami v hodinách využívají.

Druhá kategorie je zaměřena na *Grafy a práci s nimi*. Zajímalo nás, jak s grafy pracují žáci i samotní učitelé. Částečně mohly otázky spadající do této kategorie sloužit jako sebereflexe respondentů, protože bylo zjišťováno, v čem si učitelé myslí, že mají při práci s grafy rezervy, a co by chtěli zlepšit. Je zde také zachycena žákovská dovednost tvorby modelů a čtení informací v nich ukrytých.

V kategorii *Používání modelů ve výuce* jsou shrnuty příklady hlavně žákovské práce s modely ve výuce. Učitelé zde hodnotí zařazení modelů do jednotlivých fází vyučovací hodiny. Z rozhovorů plyne, že do některých fází vyučovací hodiny učitelé modely raději nezařazují. Také se zde učitelé vyjadřovali k použitelnosti modelů v jednotlivých fázích vyučovací hodiny.

Kategorie *Aktivní práce učitele s modelem v hodině* se zaměřuje a slučuje zjištění ohledně učitelské práce s modely ve vyučovacích hodinách. Soustředili jsme zde také na informace o používání jednotlivých aplikací nebo programů, které učitelé používají. Vlastní počítačové modely někdy doplňují ověřením výsledků pomocí experimentu a s žáky diskutují správnost získaných dat modelem.

Předposlední kategorií je *Učitelská tvorba modelů do výuky*. Soustředila se na to, jakým způsobem učitelé modely vytvářejí, nebo co by je mělo podnítit k tomu, aby je tvořili. Bohužel z respondentů nikdo modely nevytváří, tak se zde sdružily informace o tom, jaké parametry by měl mít kurz, kde by byli učitelé seznámeni s počítačovým modelováním. Opomenuty nezůstaly ani vlastnosti modelů, které by měly obsahovat a zahrnovat pro úspěšné nasazení a použití ve školské výuce.

Poslední kategorie *Modely v přípravě učitelů* zastřešuje informace, které se vztahují k používání modelů v přípravě učitelů na výuku. Zajímalo nás také, zda používají modely pouze do výuky, nebo si pomocí nich sami dále doplňují vzdělání a informace o svém předmětu, který vyučují. Dále byli dotazováni na systém spravování seznamu modelů, které používají ve své výuce.

Kódování

Protože každá z výše uvedených šesti kategorií vyjadřuje vlastní obsahové vymezení, probíhalo také kódování informací od respondentů tak, aby se dané kódy mohly rozdělit právě podle kategorií a náležitě popsat daný jev. Zároveň měly kategorie pomoci při hledání odpovědí na otázky stanovené pro výzkumné šetření II a pro celý výzkum.

4.4.5 Výsledky výzkumného šetření II z pohledu výzkumných otázek

Odpovědi na výzkumnou otázku O1, stanovenou pro výzkumné šetření II

Počítačové modely hrají v přípravě respondentů na vyčovací hodiny spíše podpůrnou roli, jak odpověděli všichni respondenti, ale počítačové modely ve své přípravě na výuku používají. Například A uvedl: *"Jakou hrají roli? Je to pro mě určitě doplněk té teoretický části."* Dále ho doplnil B: *"Pokud se budeme bavit o modelech jako takových, pak ano, používám je ve své přípravě. Hodně často doplněné o experimenty. Modely jsou v tomto ohledu ale pro mě spíše doplňkovou záležitostí. Platí to i pro ty počítačové."* Vidíme, že učitelé považují počítačové modely za doplněk své vlastní přípravy.

Zároveň z dalších odpovědí plyne, že respondenti vnímají modely jako podpůrný prvek také ve výuce A: *„Musí to být zpestření musí to být doplněný když to potřebuju ne prostě že mám modely, zabývám se modely, tak to budu rvát všude. Použít je prostě tam, kde je to třeba, nebo kde to bude účelný.“* B: *„... takže tohle samozřejmě používáme v průběhu, tak jak je vhodné doplnění, samozřejmě ne za každou cenu ...“* a *„Jak vnímám počítačové modely? Asi jako podpůrný.“* C: *„Modely, ty na počítačích, jsou pro mě spíš podpůrné.“* D: *„Určitě podpůrný prvek. Je to pouze didaktická pomůcka.“*

Protože bylo šetření zaměřené na počítačové modely a respondenti je ve svých hodinách používají, byly také odpovědi na didaktickou techniku při jejich prezentaci očekávané. Všichni shodně uvedli, že používají počítač a dataprojektor. A: *„Potřebuji počítač a projektor minimálně. Já tam vlastně z toho jiného vybavení moc nepoužívám, myslím interaktivku nebo vizualizér, když to tam je.“* B: *„... takže hodně používám projektor. Počítač, projektor ...“* C: *„Nejpoužívanější dataprojektor, protože tam se dají ukázat nejen obrázky ...“* a D: *„Jenom počítač s podporou projektoru. Nenapadá mě, že bych tam použil někdy něco jiného ve spojitosti s těmi modely.“* Jinou didaktickou techniku učitelé téměř nepoužívají, byť na základních školách často je, například D uvedl: *„Máme na škole vizualizér, ten ale nikdo nikdy nepoužil, interaktivní tabuli nepoužívám, jestli se dá říci, že didaktická technika je bílá tabule oproti základní křídové, tak to nevím, používám raději tu bílou.“* A: *„Já tam vlastně z toho jiného vybavení moc nepoužívám, myslím interaktivku nebo vizualizér, když to tam je.“*

Odpovědi na výzkumnou otázku O2, stanovenou pro výzkumné šetření II

Respondenti pracují s počítačovými modely v přípravě na hodiny, to znamená, že se s nimi nejprve seznámí a zkoušejí si práci v nich. A: „Většinou, když chci použít tenhle model tak si ho zkusím, protože potřebuju vědět, co dělá a co tam budu ukazovat. Pokud jsem s ním nepracoval někdy dříve.“ a B: „Než to ukážu dětem, zkouším si, jak to funguje, proč to funguje.“ C: „To by byla velká loterie, kdybych si to předtím nevyzkoušel.“ D: „V momentě, kdybych to využíval častěji, tak bych se na to díval a musel se na to připravit.“ Oproti tomu respondenti jenom zřídka používají modely pro svoji vlastní potřebu, myslíme tím pro osvětlení některých jim nejasných skutečností, jak uvedli C: „Asi ano, ty mechanické a počítačové modely jsem si sám vyzkoušel, a člověka to inspiruje pro přípravu nějakých úloh ...“ a D: „To ne, počítačové modely pro sebe nepoužívám, spíše si to najdu v knížce nebo nějakém časopisu, jako je MFI nebo Československý časopis pro fyziku, případně ve Školské fyzice.“

Dále si někteří z nich ověřují reálnost prezentovaných výsledků. A: „Oni si vlastně pak jednoduchým experimentem ověří, že ten zákon v praxi takhle funguje, i ten model si takhle ověří.“ C: „Pokud to má být reálný číselný výsledek tak je to potřeba zkontrolovat s tabulkami nebo něco takového.“ B: „Už jsem dělal mnoho pokusů, tak vím jak by ty modely, co používám, měly vycházet, aby to bylo reálný, ty data.“ V kontrastu s tím uvedl D: „Ponejvíce to všechno znám z těch experimentů, takže vím, jak to má dopadnout. A nějakým způsobem to moc neověřuji, nekontroluji. Věřím tomu, že to je dobře. Pokud mě to výslovně nebouchne do očí, že se mi tam něco nelíbí, tak to neověřuji“ a dále to doplnil „bud' to znám, nebo vím jak to dopadne už v důsledku té teorie a použiji to právě abych ukázal něco co nemůžu ukázat pomocí experimentu, ale neověřuji to“

Způsob práce v přípravě s modely pak demonstruje A: „Já si myslím že ano, že když se kreslí nějaké to schéma jakoby zápis do sešitu, tak většinou abych to nemusel vymýšlet, tak se vezme nějaký model, zadají se tam hodnoty ... ale já abych to tam nekreslil, nerýsoval přesně, nemusel to počítat, tady všude jde udělat chyba. Takže mi to tady vyplivne model, já si ho obkreslím, vytisknu a hotovo.“

Pro použití počítačových modelů ve výuce je pro respondenty zásadní vzhled, jednoduchost a hlavně fyzikální správnost. A: „Musí být fyzikálně správný, musí být didakticky správný, názornost, jednoduchost, účelnost.“ B: „Názornost. Jednoduchost, dá se to zopakovat za stejných podmínek.“ a dále B doplnil „musí být funkční, musí být pro žáky přitažlivý, hezký obrázky, hezký animace, funkčnost musí být samozřejmě na prvním

místě. *A samozřejmě fyzikální správnost, jinak bych to už vůbec neřešil a nepoužíval.*“, C: *„Měl by být co nejjednodušší, názorný na ovládání, nejjednodušší, když se to má učitel prostě ukázat, graficky zdařilý, aby to bylo atraktivní.“*

Limity modelů respondenti vnímají nejvíce v technické rovině, tzn. možnosti použitých programů nebo jeho celkové zpracování, k fyzikální správnosti nemají již výhrady. A: *„U těch fyzikálních počítačových, tak konkrétně u těch, co jsem používal, ty Java applety tak závislost na Javě, první průser. Pokud jich tam bylo větší nebo měl 4 applety na stránce, tak se to sekalo a nevykreslovalo se to“, „nebyly v češtině všechny ... některý zase moc složitý i když se jednalo o poměrně jednoduchý je ...“* C: *„No pokud je ten jev příliš komplexní, tak model může toho člověka zavést i na špatnou interpretaci, pokud je špatně technicky udělán.“* D: *„Nechci být reklama na Pachnera, ale tam to právě jde. Tam já právě mohu krásně si hrát, měnit ty parametry, takže mi to přijde interaktivní a výborný. Takže tohle asi chápu jako dobře. Asi to bude mít nějaký mezery, ale to, co já jsem našel, mi docela sedělo.“*

Odpovědi na výzkumnou otázku O3, stanovenou pro výzkumné šetření II

Co se týče použití počítačových modelů a postojů k této pomůcce, byly již popsány ve zpracování *„Odpovědi na výzkumnou otázku O3, stanovenou pro výzkumné šetření II“* Respondenti vnímají modely jako podpůrný prvek ve výuce i ve své vlastní přípravě (dalším vzdělávání), nyní se ale zaměříme na grafy.

Grafy jsou podle názorů respondentů ve fyzice velmi důležité a velmi často požadují po žácích, aby je uměli tvořit a číst v nich. Souhlasně se respondent snaží zasadit grafy do přímého kontaktu s běžným životem A: *„Grafy jsou ve fyzice hodně důležitý, pomocí nich zobrazíš tu závislost mezi veličinami.“* B: *„Grafy ideální při rychlostech, při energiích, při teplotách, různý závislosti. ... Poznávání grafu považuju za základ, aby děti se dokázaly orientovat v některých závislostech, protože bez grafu by tu závislost pořádně neviděly.“* C: *„Ty grafy, tak třeba na základce jsem se snažil je nechat pracovat s nějakými, ne třeba ne úplně běžnými grafy. ... Takže já jsem s těmi grafy pracoval docela hodně.“* D: *„Určitě jako přínosné a snažím se je využívat ve výuce. Grafy využívám taky a velkou pozornost věnuji tomu, aby děti získaly dovednost vytvořit graf a číst z grafu, na tom hodně trvám. ... I to dávám do souvislosti s volebními preferencemi. A vysvětlím jim, jaký význam ty grafy mají vůbec v našem životě. ... Takže to přesahuje výuku té fyziky.“*

Respondenti si nehodnotí, jak moc jsou jimi používané počítačové modely ve výuce úspěšné A: „*To je většinou vidět hned při práci s tím modelem jestli ty děcka tomu rozumí, chápou to nebo na to jen tupě zírají, krčí ramenama nebo ignorují co tam je za model. To je vidět z té tváře jestli jo dobrý teď mi to seplo*“, B: „*Kdyby nebyl přínosný, tak bych ho nepoužíval*.“ C: „*To jsem zatím nedělal. Ale je to zajímavá myšlenka, mohl bych to nějak zkusit. Zamyslím se nad tím*.“ D: „*... já vidím, že ten model je jenom pomůcka, jenom nástroj pro toho učitele ...*“

V otázce použití počítačových modelů v jednotlivých fázích vyučovací jednotky měli respondenti rozdílné názory. Nejvíce převládá názor, že se počítačové modely mají zařazovat do expoziční fáze A: „*... v expozici se jim řekne, o co jde, a použije se model, kde si to mohou nastavit ... ve fixaci jim vyběhne graf. ... když bude skákat parašutista tak tam bude závislost tak to už může být klidně v té diagnostické. ... spíš vzhledem k tomu, že to musí mít nějaké to teoretické pozadí a abstraktní myšlení do těch fází od té expozice určitě ne motivace. ... diagnostika by šla využít, že tam něco bude chybět nebo řeknu máte tohle tohle nakreslete graf, dejme tomu*.“ B: „*Záleží, jaký model, může to být motivace ... můžete to být samozřejmě vyvozování nějakýho jevu, ... může to být opakování. Průběžně, dá se to zařadit kamkoliv*.“ C: „*Asi přímo expozice. Namotivovat se dá třeba nějakou analogií*.“ D: „*Myslím si, že do té expoziční ... nebo do té motivační. Určitě někde na začátku ...*“

Odovědi na výzkumnou otázku O4, stanovenou pro výzkumné šetření II

Nikdo z dotazovaných respondentů do vlastních výukových hodin počítačové modely nevytváří, ale A se s nimi setkal a pokoušel se o jejich tvorbu: „*Jednou jsem zkoušel, když jsem se učil programovat. ... Nevytváříím, ale používám to, co je, a když není, tak to nepoužívám*.“ Ostatní respondenti se o tvorbu počítačových modelů nepokoušeli, B: „*Jestli se jedná o grafy, tak ty samozřejmě ano ... ale že bych programoval nějaký software, to ne*.“ C: „*Akorát grafy, jinak ne. ... No nevytvářel*.“ D: „*Sám je nepřipravuji*.“

Bohužel oslovení respondenti nevytváří počítačové modely, ale představu o kurzu, kde by se této dovednosti mohli naučit, mají všichni. Nutno podotknout, že velice podobnou. A: „*Už někdo, kdo se s tím jakoby děle zabývá, takže ví, že do těchto hodin použít takový, nebo do téhle ho musím takhle upravit. Pak by nám řekl, máme tady takových 50 prostředí, na tohle je dobrý tohle a na tohle tohle, já sám používám třeba tohle, protože je česky, je dostupné, je velice jednoduché na ovládání, tak se na něj podíváme. A budeme se chvilku*

učit v tomto prostředí.“ B: „Jeden ze způsobů ..., že člověk přijde na seminář a tam mu bude někdo říkat, tak teď existují takovéhle programy, které zatím se nám podařilo posbírat. ... Co tím kantor získá? Přehled toho co, může použít, protože je spousta softwarů, které třeba vůbec neznám. A ušetří mi to čas.“ D: „... hodinu, dvě, kde by nám někdo řekl základní rozdělení a v čem se dá tvořit ...“ To bylo, co se týče úvodu kurzu.

Délka je pro respondenty také jasná. A: „... 5–6 hodin, jedno odpoledne ...“ B: „Do tří hodin ...“ C: „Asi jednodenní kurz by stačil.“ a D: „Nevím co je lepší, jestli 2–3 hodiny intenzivně, nebo to lze zvládnout během 10 hodin. Nic dlouhého, ale zároveň použitelného.“

Operační systém, na který se zaměřit? Respondenti by spíše volili klasický operační systém používaný v majoritní populaci v ČR, a to MS Windows. A: „... mně je to jedno, ale většinou by asi všichni preferovali Windows, takže v nich ...“ B: „... nejenom na Linux, Microsoft a může to být klidně i Android ...“ C: „... v současnosti bych spíše přivítal na klasické počítače.“ D: „... mimo Windows nic jiného neznám, asi se jich budu pořád držet.“

Co bude pro absolventy kurzu výstupem bylo také zjištěno. A: „... možná k tomu nějaké metodické materiály ... případně udělat navazující workshop II, pro ty, co se tím budou zabývat ... 1. lekce by byla, kdy posouvám v nějakém prostředí Drag&Drop nějaký komponenty někam na plochu ... pak už třeba něco nějakého pokročilého, kde píše nějakou matematiku ...“ B: „...co si myslím, že je velice rozumný, když si něco odnesou. ... I kdyby si měli vyrobit model vodní libely ze dvou injekčních stříkaček, a kousku hadičky. ... to mám aspoň takhle otestovaný, že rádi si nosí domu něco.“ C: „... Mě by zajímaly nějaký základní principy toho modelování, jak vůbec si v tom udělat nějaký systém, když je nějaký komplikovaný problém a já bych ho chtěl modelovat, tak jakým způsobem z toho udělat třeba vývojový diagram.“ D: „Základní dovednost, vytvořit si jednoduchý model za relativně krátký čas.“

4.4.6 Výsledky výzkumného šetření II z pohledu výzkumných problémů a cílů výzkumného šetření II

Pokud se blíže zaměříme na hledání odpovědí na stanovené problémy a cíle výzkumného šetření II, dojdeme k následujícím výsledkům. Nejdříve zhodnotíme dílčí problémy a cíle:

Odpovědi na dílčí problém P1 a cíl C1, stanovený pro výzkumné šetření II

Dotazovaní učitelé shodně odpovídali, že používají počítačové modely v přípravě na hodiny fyziky, ale spíše jako podpůrný prvek, který by měl následně žákům pomoci dokreslit zkoumaný jev. Stejně tak je pro ně počítačový model podpůrným prvkem také ve výuce.

Učitelé s počítačovými modely pracují ve své přípravě tak, že se s nimi nejprve seznámí a zkoušejí si práci v nich. Nastavují si hodnoty zkoumaného jevu a někdy kontrolují správnost výstupních hodnot modelu. Zároveň uvedli, že počítačové modely nepoužívali pro ověření výsledků zkoumaných jevů, ale pouze pro ně samotné.

Odpovědi na dílčí problém P2 a cíl C2, stanovený pro výzkumné šetření II

Na tento stanovený problém a následně také cíl, jsme zjišťovali odpovědi rešerší dostupných materiálů v kapitole 3.4 Současný stav vývoje počítačových modelů ve výuce fyziky na s. 30, bylo zjištěno, že se jedná o problém, kterému se v České i Slovenské republice některé osobnosti na poli didaktiky fyziky věnují dlouhodobě.

Odpovědi na dílčí problém P3 a cíl C3, stanovený pro výzkumné šetření II

Pro nasazení počítačového modelu do výuky je pro respondenty zásadní jeho vzhled, jednoduchost použití učitelem a hlavně fyzikální správnost.

Limity počítačových modelů respondenti vnímají hlavně v technické rovině. Nejvíce je „trápí“ možnosti nastavení, zpracování a výstupy z programů nebo počítačových modelů. Pokud se již rozhodnou některý počítačový model použít, tak nemají zásadní výhrady k jeho fyzikální správnosti.

Také v otázce zasazení počítačového modelu do struktury vyučovací jednotky panovala shoda napříč respondenty. Většinou volí expoziční fázi hodiny. Což také plyne z předchozích zhodnocení jejich odpovědí.

4.5 Zhodnocení výzkumných šetření I a II z pohledu stanovených výzkumných otázek

Při odpovědi na otázky, které plynou z kapitoly 4.1 Cíle výzkumu, s. 41, a následně stanovených výzkumných otázek (kapitola 4.3.3, s. 45) a hypotéz (kapitola 4.3.5, s. 47), nám nabízí provedené šetření I níže uvedené odpovědi. Šetření II mělo odpovědět na otázky, které plynou také z kapitoly 4.1 Cíle výzkumu, s. 41, ale byly stanoveny jiné výzkumné otázky (kapitola 4.4.3, s. 84).

Učitel jako uživatel počítačových modelů

Než přistoupíme k popisu užívání modelů, připomeneme výsledky používání internetu v hodinách fyziky (Histogram 4-6, s. 52) a používání appletů v hodinách fyziky (Histogram 4-7, s. 52). Z uvedených grafů plyne, že v relativních počtech používají 1– až 2krát za měsíc internet více slovenští respondenti (což byla nejvyšší hodnota pro slovenské respondenty), zatímco čeští respondenti preferují použití internetu 1krát týdně. Domníváme se tedy, že respondenti/učitelé fyziky používají internet ve výuce relativně často.

Pokud jde o applety, je situace již horší. Čeští učitelé je používají častěji, 1–2krát za měsíc, oproti slovenským, kteří je používají ve své výuce 1–2krát za pololetí. Tyto výsledky nevyznívají nikterak dobře, pokud uvážíme, že od appletů je již malý krůček k modelům.

Jestliže shrneme uvedené skutečnosti, pak můžeme dojít k závěru, že učitelé na počítačích ve svých hodinách sice pracují, avšak applety nejsou hlavní náplní jejich času na počítači. Domníváme se, že mohou žákům pouštět videa z internetu a z CD nebo prezentují jiný multimediální obsah (obrázky, prezentace, elektronické učebnice a další).

Při pohledu na zkoumané hypotézy můžeme vyslovit tyto závěry:

Z výsledků hypotéz H2 a H5 plyne, že záleží na vystudované aprobaci učitele ve vztahu k používání modelů. Toto zjištění se nám potvrdilo jak pro české, tak pro slovenské respondenty. Dále jsme zjistili, že u uživatelů, českých respondentů, nezávisí na délce pedagogické praxe, což je opačný výsledek, než byl zjištěn u slovenských respondentů.

Český uživatel počítačových modelů bude mít aprobaci FY-MA nebo FY-INF a je lhostejno, jak dlouhou má pedagogickou praxi. Slovenský uživatel počítačových modelů

bude mít stejnou aprobaci jako český uživatel, pouze se významně bude lišit v délce pedagogické praxe, kterou bude mít minimálně 11 let.

Učitel jako tvůrce počítačových modelů

Výsledky hypotéz H1, H3, H6 pak ukazují profil učitele jako tvůrce počítačových modelů. Můžeme říci, že četnost vytváření modelů nezávisí na délce pedagogické praxe. To platí shodně pro české i slovenské respondenty. Učitelé/respondenti většinou používají k tvorbě modelů převážně ta prostředí, která znají z dob studií na univerzitě. Tato zjištění platí současně pro české i slovenské respondenty.

Pro české tvůrce záleží na věku učitelé do 39 let věku vytváří modely více, ve slovenském vzorku byl v tomto bodě výsledek opačný, tedy modely vytváří spíše učitelé nad 40 let věku.

Nejčastěji obě skupiny učitelů/respondentů vytvářejí modely pro mechaniku. Druhou partií fyziky, pro kterou vytváří učitelé/respondenti modely, jsou kmity a elektřina. U slovenských respondentů je tato dvojice doplněna o molekulovou fyziku, vlny, optiku a termodynamiku. Nejméně, nebo dokonce žádné modely nevytváří respondenti pro atomovou fyziku a relativistickou fyziku. Bližší výsledky reprezentuje graf (Histogram 4-9, s. 53).

Vlastní proces tvorby počítačových modelů

Nejvíce používaným vývojovým prostředím byl Excel (tabulkový kalkulátor) jak u českých, tak u slovenských respondentů. Druhým nejpoužívanějším u českých učitelů/respondentů byl Famulus a třetí Interactive Physics, u slovenských respondentů byl druhým nejčastěji používaným vývojovým prostředím Java a o třetí místo se dělí Interactive Physics, IP Coach a Easy Java Simulations.

Čeští respondenti nejvíce zasazují vytvořené modely do expoziční fáze výuky a nejméně do diagnostické fáze. Aplikační fáze je naopak doménou slovenských respondentů, naopak nejméně nebo spíše modely nepoužívají v diagnostické fázi. Bližší výsledky reprezentuje (Histogram 4-8, s. 53).

Jak již bylo uvedeno, zjistili jsme v šetření I, jaká používají respondenti vývojová prostředí pro tvorbu modelů a do kterých fází výuky svoje modely nejčastěji zasazují.

Bohužel oslovení respondenti v kvalitativním šetření (výzkumné šetření II) nikdy nevytvářeli počítačové modely, a to ani jeden z nich, takže nemůžeme na tuto otázku náležitě odpovědět. Z jejich odpovědí jsme ale zjistili, jak by měl vypadat kurz počítačového modelování ve fyzice.

Mělo by se jednat o kurz, který bude probíhat ideálně během jednoho odpoledne, v rozsahu do cca 4 hodin. Během této doby by měl odborník z oboru, který modely již dlouhodobě vytváří, seznámit frekventanty s některými prostředími, ve kterých lze modely vytvářet. Respondenti navrhují, aby jim také konkrétně sdělil, do jakých hodin nebo jednotlivých fází hodiny zařadit jaký typ modelu. Účastník by tak měl získat ucelený přehled o tom, jaká prostředí jsou dostupná na našem trhu pro modelování. Operační systém, ve kterém by se mělo tvořit, by mohl být MS Windows, případně Android. Výstupem by měly jistě být metodické materiály, jak s modelovacím prostředím pracovat a kdy modely používat. Co se týče struktury, doporučovali bychom rozdělit nebo vytvořit kurzy dva. Například 4- a 5hodinový, přičemž ten 5hodinový bude již na vyšší úrovni a budou se zde vytvářet složitější modely, případně bude používáno více různých prostředí pro jejich tvorbu.

Vstup počítačových modelů do přípravy učitele na výuku

Jak jsme zjistili, počítačové modely hrají spíše podpůrnou roli v přípravě respondentů na vyučovací hodiny. Nicméně počítačové modely ve své přípravě na výuku používají. Zároveň je doplňují experimentem, ať už pro doplnění do kompletního systému výuky žáka nebo pro ověření dat/výstupu, který získali z modelu. Současně s tím jsme zjistili, že respondenti chápou modely spíše jako podpůrný prvek také při výuce. Nelze tedy podle odpovědí na počítačových modelech postavit výuku.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem je také velmi často používaná didaktická technika ve školách omezena na počítače s dataprojektorem. I když jsme zjistili, že minimálně v jedné škole/učebně byla přítomna interaktivní tabule, vyučující ji nepoužívá.

Respondenti nám shodně sdělili, že jenom zřídka používají modely pro svoji vlastní potřebu. Tedy že jen zřídka, kdy si pomocí různých modelů objasňují pro ně neznámé nebo nové skutečnosti, plynoucí ze současné vědy, pro jejich předmět. Někteří si tyto informace raději ověřují v knihách nebo v časopisech zaměřených na školskou fyziku, např. v MFI, Československém časopise pro fyziku nebo Školské fyzice.

Shrnutím všech zjištěných informací se domníváme že učitelé, v našem případě učitelé fyziky, se raději naučí, jak si vytvořit vlastní modely, než aby používali jiné, které nejsou zcela podle jejich představ, případně se naučí, jak je opravit, aby jejich podmínky splňovaly. Podobný závěr vyplynul také v kvantitativním šetření I, kvalitativní šetření II nám jej potvrdilo.

5 Navrhovaná řešení pro webovou tvorbu modelů

Problém, který byl více rozveden ve výzkumné části práce, může být řešen pomocí různých nástrojů pro tvorbu počítačových modelů. V současné době je na trhu několik takových programů. Jmenovitě to jsou Modellus, Sicyon, GNU Octave, Gnuplot, Famulus, Maple, Java applety. Pokud v nich chceme vytvářet modely, jsme nuceni zvolený software instalovat do počítače a navíc jejich výstupy nejsou publikovatelné on-line bez potřeby jakéhokoliv programu. Tyto nedostatky odstraňuje nástroj PHP.

Protože s nástroji pro tvorbu v PHP můžeme pracovat bez instalace dalšího programu nad rámec již nainstalovaných v počítači, odpadá nám zároveň problém s oprávněním pro instalaci programů do školního počítače. Většinou tyto počítače bývají uzamčené před instalací programů uživatelem. Zároveň je nutné vytvořené modely vhodně distribuovat k žákům. Tento krok nám obstará prostředí internetu. Ten se ukazuje jako vhodné médium pro prezentaci modelů. Mohli bychom například u tvorby on-line počítačových modelů zvolit jazyk Java⁴. Bohužel je potřeba nainstalovat jak samotnou Javu, tak i prostředí, ve kterém se modely budou vytvářet. To platí také pro jiná prostředí pro tvorbu modelů, jako je Coach, Modellus, Easy Java Simulations a mnoho dalších.

Pomocí nástroje PHP je vytvořen webový portál, na kterém jsou umístěny počítačové modely vybrané podle uvážení autora práce. Vybrané modely a jejich výstupy mohou sloužit buď jako doplňkové a motivační problémy nad rámec standardu požadavků kladených na žáky, nebo jako základní učivo.

⁴ Java – Objektivě orientovaný programovací jazyk. Tento programovací jazyk je ve světě velmi často používán pro svoji nezávislost na platformě a operačním systému, proto se s ním setkáváme u některých internetových bankovníctví, pro ověření identity přihlašujícího se.

5.1 Webový portál

5.1.1 Použitá technologie

Rasmus Lerdorf vytvořil PHP v roce 1994 pro svoji potřebu, kdy převedl Perl do jazyka C. Takto vytvořená sada skriptů byla vydána pod názvem Personal Home Page Tools (zkráceně PHP) jako Open Source. V současnosti se používá a na většině hostingových serverů je podporovaná verze PHP 5, která byla vytvořena v roce 2000 a používá Zend Engine 2. Disponuje vylepšenou podporou jazyka Java a dokonalejším objektovým přístupem. Dnes už se velmi intenzivně pracuje na PHP 6 (Gutmans, 2007).

PHP je skriptovací jazyk. Svou koncepcí je zacílen na tvorbu převážně dynamického webu, a to jak na veřejné (internet) síti, tak i na interní (lokální). Lze jím generovat (X)HTML značky pro webové stránky. Vlastní PHP skripty jsou prováděny na straně serveru a uživateli se přenáší již jejich výsledek (Bráza, 2003), (Bráza, 2005).

Předobrazem syntaxe jazyka je Pascal, C, Java a Perl. Jeho nezávislost na platformě a široká podpora různých knihoven (zpracování textu, práce se soubory a grafikou, přístup k databázovým systémům) je programátory velice vítána. Dalším podporovaným systémem jsou databáze (MySQL, ODBC, Oracle, PostgreSQL, MSSQL). Z podporovaných internetových protokolů lze zmínit HTTP, SMTP, SNMP, FTP, IMAP, POP3, LDAP.

Díky výše uvedeným základním charakteristikám je PHP mezi tvůrci webu velmi oblíbený. Svou jednoduchostí, implementovanou kombinací a podporou více programovacích jazyků dává programátorovi značnou svobodu v syntaxi kódu.

Nejčastěji se při práci s PHP setkáváme s dalšími systémy, jako je Linux (operační systém), MySQL nebo PostgreSQL (databázový systém), Apache (webový server). Tato kombinace systémů bývá nazývána jako LAMP (Linux Apache MySQL PHP nebo Perl).

PHP je klasickým zástupcem dynamického typového jazyka (Töpfer, 1995). To znamená, že datový typ proměnné se určí v okamžiku přiřazení hodnoty. Proto lze porovnávání proměnných provést dvěma operátory „==“ (dvě rovná se) – před porovnáním je obsah proměnných konvertován na stejný typ a pak se provede porovnání. Nebo druhá možnost je použití „===“ (tři rovná se) – porovnává se jak obsah proměnných, tak i jejich datový typ.

Výhody PHP

- primárně určeno pro tvorbu webu
- nezávislost na platformě (Windows, Linux), podrobná dokumentace
- podporován na většině serverů, velká škála podporovaných funkcí
- široká škála veřejně dostupných projektů (Moodle, phpBB, Wordpress ...)
- velká podpora databázových systémů

Nevýhody PHP

- PHP není definováno, popisuje ho pouze jeho implementace
- nejednotné názvosloví skupin funkcí, nejednotné pořadí parametrů
- absence debugovací nástroje v základní instalaci
- pokud zpracuje požadavek od klienta, neudrží ho v kontextu aplikace a vytváří jej vždy znovu
- nestejnorodý vývoj, který PHP provází dodnes – projevuje se častou změnou názvu příkazů a dále pak jejich parametrů

Pokud chceme v PHP pracovat s obrázky nebo je vytvářet, je potřeba, aby je server podporoval a umožnil nám s nimi pracovat. Tuto spolupráci zaručuje knihovna GD. Přítomnost a funkčnost lze ověřit pomocí funkce `phpinfo()`. Současné webhostingové servery tuto knihovnu podporují ve verzi 2.0.

gd

GD Support	enabled
GD Version	bundled (2.0.34 compatible)
FreeType Support	enabled
FreeType Linkage	with freetype
FreeType Version	2.1.9
T1Lib Support	enabled
GIF Read Support	enabled
GIF Create Support	enabled
JPG Support	enabled
PNG Support	enabled
WBMP Support	enabled
XBM Support	enabled

Obr. 5-1 Výsledek výpisu funkce `phpinfo()` – informace o knihovně GD

GD knihovna je open-source a je multiplatformní, navíc od verze PHP 4.3 je implementována přímo v PHP. Neměl by tedy být problém v jejím použití a používání jednotlivých funkcí (Rozsypal, 2008). Některé freehostingy ale neumožňují práci s vybranými funkcemi ke zpracování obrázků nebo mají nastavenou menší pracovní paměť, takže nelze provádět všechny transformace u obrázků větších rozměrů (rozměry nad cca 500 x 500 pixelů).

Při tvorbě obrázku v PHP platí stejné pravidlo jako v CSS. Ten objekt, který byl ve zdrojovém kódu vytvořen a hlavně zobrazen jako poslední, je v nejvyšší vrstvě, tedy je viděn celý.

Funkce pro práci s grafikou jsou snadno identifikovatelné. Jejich název začíná slovem „*image*“. Protože můžeme vytvářet a zpracovávat v jednom běhu kódu i více obrázků najednou, musíme vždy uvést, o který obrázek se jedná při našich úpravách.

Cílem této práce je vytváření obrázků v PHP, použité funkce budou sloužit právě k tvorbě různých elementů v novém obrázku.

5.1.2 Tvorba obrázku v PHP

Pro vytvoření obrázku, v našem specifickém případě grafů, se v PHP používají integrované funkce s předponou **Image**. Škála funkcí pro práci s grafikou je rozsáhlá, čítá jich 102 (Bráza, 2005), pomocí kterých lze získat požadované výstupy.

Na začátku každého souboru je vždy uvedena hlavička **Header()**, která obsahuje popis typu souboru. Následuje funkce vytvářející plátno daných rozměrů **ImageCreateTrueColor()**. Vytvořené plátno má černé pozadí, přebarvíme jej **ImageFill()**. Dále jsou definovány barvy **ImageColorAllocate()**, většinou pomocí RGB kódu. Nyní již můžeme kreslit libovolné objekty například bod **ImageSetPixel()** nebo kružnici **ImageEllipse()**. Můžeme také zapsat text **ImageString()**. Takto vytvořený obrázek vykreslíme **ImagePng()**. Nakonec je nutné celou použitou paměť na tvorbu obrázku opět uvolnit **ImageDestroy()**.

```
<?php
Header('Content-Type: image/png');
$sirka = 80;
$vyska = 56;
$obrazek = ImageCreateTrueColor($sirka, $vyska);
$cerna = ImageColorAllocate($obrazek, 0, 0, 0);
$svetle_seda = ImageColorAllocate($obrazek, 220, 220, 220);

$x = 40;
$y = 30;
$prumer = 25;
$velikost_pisma = 3;

ImageFill($obrazek, 0, 0, $bila);
ImageSetPixel($obrazek, $x, $y, $cerna);
ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $prumer, $prumer, $cerna);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma, $x, $y, "ABC", $cerna);

ImagePng($obrazek);
ImageDestroy($obrazek);
?>
```


Pro vytvoření obrázku se používají integrované funkce PHP. Výstup je na Obr. 5-2.



Obr. 5-2 Výstup vykonaného programu podle výše uvedeného zdrojového kódu

5.2 Vybrané modely

Níže uvedené modely je vhodné použít v motivační fázi vyučovací hodiny nebo celého tematického celku. Žáci si tak osvojí dovednost práce s grafy a seznámí se s jednotlivými průběhy veličin.

První představený model je vstupní branou do světa modelování pro svou jednoduchost – žáci se naučí základům tvorby modelů a číst grafy.

Druhý model je na vyšší úrovni jak programovací, tak i z pohledu fyzikálního významu a má v sobě implementován postup krok za krokem, pomocí kterého jsou grafy vykreslovány.

Na univerzitě pak může být se studenty učitelství fyziky diskutován zdrojový kód modelů a jejich následné modifikace.

Z dostupných matematických modelů volíme z těch, které považujeme za fyzikálně nejsprávnější a nejzdařilejší. Příklad pro ZŠ: „*Měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny*“ volíme z (Bednařík, 1995, s. 42–43), příklad pro SŠ: „*Volný pád kuličky v odporujícím prostředí*“ je zvolen z (Lepil, 2007, s. 13–14) k didaktickému popisu a aplikaci ve výuce následující.

Před vlastní tvorbou počítačových modelů je důležité, aby si učitel uvědomil, co je cílem hodiny/tematického celku. Podle toho si stanovuje poznatky, konkrétní nebo abstraktní, které si mají žáci osvojit. Zároveň si uvědomí, jaké učivo je nutno zopakovat a jaké bude používat pomůcky. Samozřejmě že všemu uvedenému přizpůsobuje také metody výuky a přípravy na výuku (Kocman, 1968, s. 5–6).

Protože v našem pojetí je výstupem dynamického modelování graf, zaměříme se částečně na grafickou transformaci reálného problému do fyzikálního jazyka. Cílem této transformace by vždy mělo být, aby grafická transformace učiva rozvíjela logické a fyzikální myšlení žáka (Kocman, 1968, s. 41). Dalším důvodem, proč je žádoucí během

žákovské práce používat grafy, je, že v mnoha případech usnadňují pochopení funkčních závislostí fyzikálních veličin (Volf, 1975, s. 17).

Obecně má pro žáky používání modelování odstranit nedostatky tradiční výuky. Primárně se jedná o odstranění pasivity žáků a dětinských představ o fyzikálních jevech a jejich důsledcích pro ně. Ovšem jsem si vědomi, že použití počítačových modelů a hlavně jejich tvorby pro potřeby učiva základních škol v mnohém limituje možnosti této metody.

5.2.1 Navrhovaná řešení pro ZŠ

Experimentální práce žáků je velmi důležitou součástí výuky fyziky. Proto je vhodné zařadit takový počítačový model, kde si jeho výsledky, modelované výsledky, mohou ověřit také experimentem. Takovou úlohou je „*Měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny*“ z (Bednařík, 1995, s. 42–43). Vlastní model je umístěn na webu (Válek, 2009).

Vytvoření počítačového modelu pro žakovský experiment

Ve vytvořeném modelu je potřeba sestavit zdrojový kód pro výpočet. Ten bude vycházet z tíhové síly F_G , kterou rozložíme na F (ve směru nakloněné roviny) a F_n (kolmá k nakloněné rovině). Zmíněné síly vypočítáme jako:

$$F_G = m g \quad (5.1)$$

$$F = m g \sin \alpha \quad (5.2)$$

$$F_n = m g \cos \alpha \quad (5.3)$$

Třecí síla F_t , která působí na těleso, je úměrná normálové síle F_n , kterou těleso působí na nakloněnou rovinu. Třecí síla pak bude:

$$F_t = f F_n$$

$$F_t = f m g \cos \alpha \quad (5.4)$$

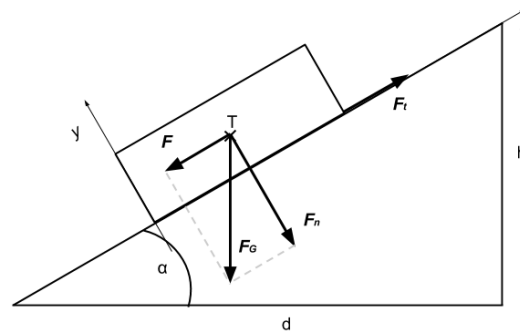
Pro určení smykového tření je pak nutné najít takový sklon nakloněné roviny, při kterém se těleso bude po nakloněné rovině pohybovat rovnoměrným pohybem s udělenou počáteční rychlostí. Tedy třecí síla F_t bude kompenzována stejně velkou silou F (ve směru nakloněné roviny), pouze opačného směru, než je F_t .

$$F = F_t$$

$$m g \sin \alpha = f m g \cos \alpha$$

$$f = \tan \alpha = \frac{h}{d} \quad (5.5)$$

Mnohdy na základní škole nemají žáci potřebné znalosti goniometrických funkcí, tak lze funkci *tangens* nahradit poměrem délky promítnuté nakloněné roviny do osy x a výšky, do které je nakloněná rovina zvednuta. Situaci zachycuje obrázek (Obr. 5-3).



Obr. 5-3 Zakreslení situace pro měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny

Zdrojový kód jedné malé části pak bude vypadat následovně:

```
Ft = f * m * g * cos(deg2rad(alfa))
F = m * g * sin(deg2rad(alfa))
```

Takto vytvořený fragment zdrojového kódu výpočtu je možné vložit například do výpočetního modelovacího systému Famulus, do programovacího jazyka Pascal, do jazyka Coach, do C/C++, případně C#. Pokud jej budeme vkládat do PHP, je potřeba jej doplnit před každým názvem proměnné, což jsou v tomto případě všechny veličiny vystupující v kódu, znakem dolaru $\$$ (Alt + 36).

Co se týče technického provedení, jedná se o vykreslování průběhu bod po bodu. V našem případě měníme úhel náklonu nakloněné roviny s krokem 0,01 stupně. Takto jemný krok je nutný pro plynulou a spojitou křivku. Pro celý výpočet jsme si vytvořili sérii funkcí, které korespondují s modelem popsáným výše. Funkce Ft(), Fx() jsou pak cyklicky opakovány a výsledky zakreslovány do grafu, viz (Obr. 5-5).

Konkrétní část zdrojového kódu z PHP vypadá takto:

```
function Ft ($f, $m, $g, $alfa) {
    $Ft = $f * $m * $g * cos(deg2rad($alfa));
    return $Ft;
};

function Fx ($f, $m, $g, $alfa) {
    $F = $m * $g * sin(deg2rad($alfa));
    return $F;
};

$alfa = 0;
$dalfa = 0.01;
do{
    $Ft = Ft($f, $m, $g, $alfa);
    $F = Fx($f, $m, $g, $alfa);
    ImageSetPixel($obrazek, $alfa, $Ft, $barva1);
    ImageSetPixel($obrazek, $alfa, $F, $barva2);
    $alfa = $alfa + $dalfa;
} while($alfa <= $max);
```

Žákovský experiment

Podle RVP ZV můžeme tento pokus zařadit do tematického celku *Pohyby těles – Síly* (RVP ZV, 2007, s. 52), nejčastěji probíraném v 7. ročníku a následně v 8. ročníku ZŠ.

Při pohledu do učebnic ze sady Fyzika pro 6. až 9. ročník základní školy od R. Kolářové a J. Bohuňka se s tímto tématem žáci opravdu setkávají v 7. ročníku – *Pohyb a síla / Tření* (Kolářová, 1999) – a v 8. ročníku – *Práce. Energie. Teplo / Práce. Výkon* (Kolářová, 2008). Také v sadě učebnic Fyzika 6 až 9 pro ZŠ a VG od týmu K. Raunera je téma tření zařazeno do 7. ročníku – *Síly a jejich vlastnosti / Smykové tření* (Rauner, 2005) a v 8. ročníku – *Práce a energie / Nakloněná rovina a šroub* (Rauner, 2006). Samozřejmě že lze toto téma nalézt také v jiných sadách učebnic, ale z pravidla bude probíráno ve stejných ročnících.

Náročnost reálného pokusu je adekvátní jedné vyučovací jednotce o délce 45 minut. Reálný pokus má jednoduchý průběh. Žákům jsou rozdány sady pro zkoumání smykového a valivého tření. Učitel popíše jednotlivé aktivity (s jakými tělesy budou žáci pracovat,

jaké povrchy budou používat, jaké hodnoty ze siloměru si budou zapisovat a jaké budou měřit úhly nebo délky stran). Následně ukáže frontálně celou sadu pokusů a způsoby měření, které budou žáci provádět. Žáci poté provádí experimenty a zapisují si naměřené hodnoty.

Experimenty probíhají jak v 7., tak i v 8. ročníku velmi podobně, pouze s tím rozdílem, že v 8. ročníku žáci provádí všechna měření na nakloněné rovině. Měří tedy úhel naklonění (pokud znají z matematiky goniometrickou funkci tangens), případně průmětnou délku a výšku nakloněné roviny (pokud neznají goniometrickou funkci tangens) jak je zobrazeno v obrázku (Obr. 5-3).

Práce s výstupem z počítačového modelu během žákovského experimentu

Cíl modelu: Doplnění experimentu pro určení hodnoty součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny o grafické znázornění závislosti velikosti třecí síly na úhlu sklonu nakloněné roviny.

Doporučeno pro: 8. ročník základní školy nebo adekvátní ročníky nižšího gymnázia

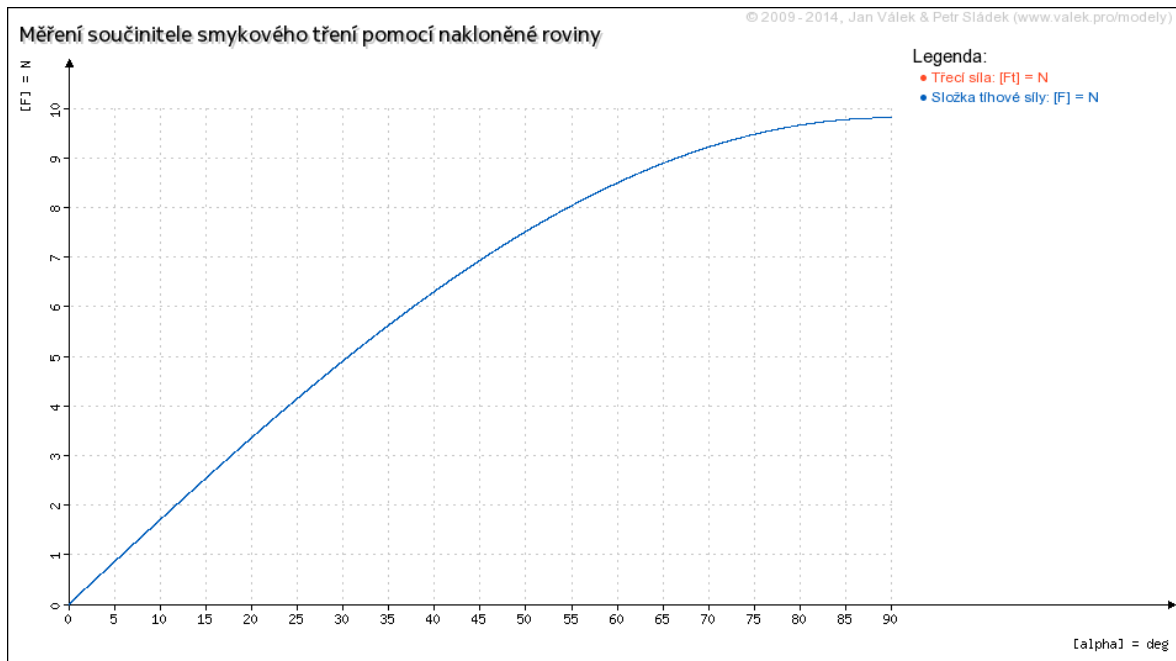
Doporučená délka práce s modelem: 5–10 minut

Doporučená fáze výuky pro použití modelu: fixační

Jak může model přispět k modernizaci metod výuky: Počítačový model je komplementárním doplňkem reálného pokusu, který žáci provádí během hodiny fyziky. Žáci si práci s počítačovým modelem upevní vědomosti a dovednosti získané během práce s experimentem. Model odstraňuje neznalost některých matematických operací, které by moly bránit hlubšímu pochopení modelu nebo celé reálné situace (Kalhous, 2003, s. 123–124), (Strach, 2004, s. 82–91). Metody, které může obohatit, jsou tedy metody praktické nebo praktických prací (Maňák, 1995). Úplné pochopení modelovaného jevu se však nemusí dostavit ihned po dokončení práce s modelem, ale až následně, v některé z dalších hodin.

Žáci mohou s počítačovým modelem pracovat v další hodině, kde si budou modelovat uskutečněný experiment z minulé hodiny. To znamená, že budou do modelu zadávat jimi naměřené hodnoty hmotnosti a rozměrů styčných ploch těles a tíhové zrychlení z tabulek.

Pomocí počítačového modelu mohou žáci opět po reálném experimentu ověřit, jak a zda vůbec závisí součinitel smykového tření na velikosti styčných ploch a tíhovém zrychlení, viz obrázek (Obr. 5-4)



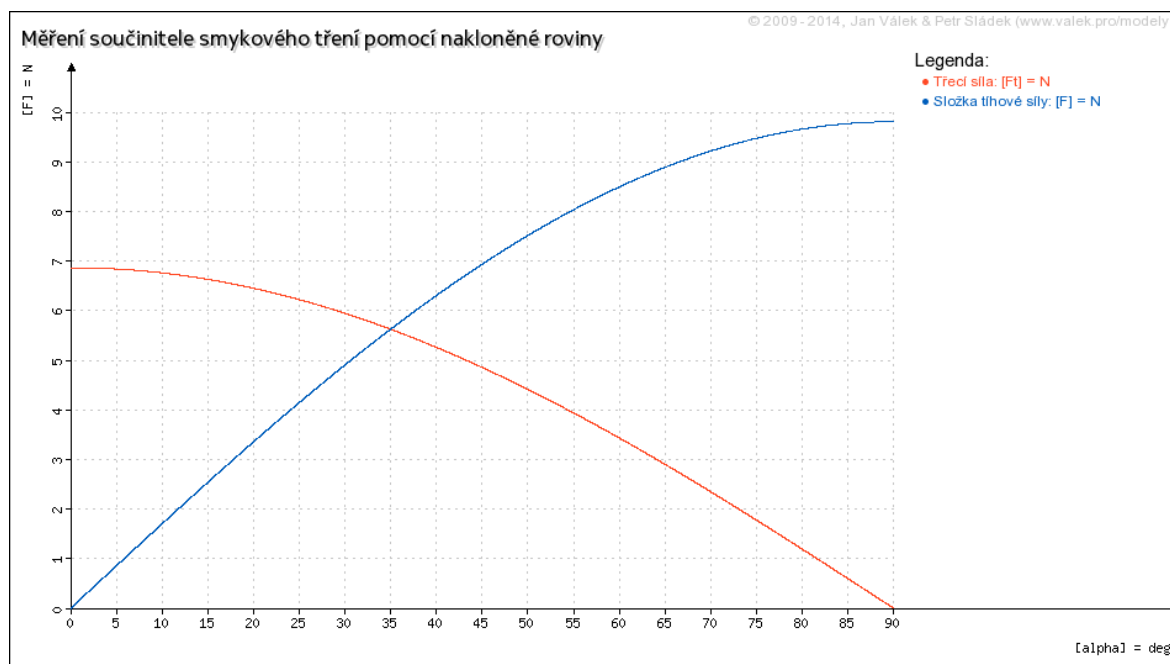
Obr. 5-4 Výstup modelu Měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny, se kterým mohou žáci pracovat a budou do něj zanášet hodnoty naměřené třecí síly

Pro žáky bude vlastní konstrukce grafu k tomuto měření částečně obtížná právě proto, že často z matematiky neznají goniometrické funkce. Proto jim může učitel rozdat již vytvořený graf se zakreslenou závislostí síly F (ve směru nakloněné roviny) na úhlu naklonění roviny, případně poměru průměrné délky a výšky nakloněné roviny. Žáci do něj potom již mohou zanášet naměřené hodnoty třecí síly F_t a pokusit se určit součinitel smykového tření pro povrch tělesa a nakloněné roviny.

Protože by cíl hodiny, ve které se takto pracuje s modely, mohl být stanoven jako: „Žáci dokáží uvést vztah mezi velikostí součinitele smykového tření a fyzikálními veličinami těles, které do této interakce vstupují.“, měli by žáci být schopni po jejím absolvování a také v návaznosti na provedený reálný experiment stanovit základní fyzikální veličiny, na kterých bude součinitel smykového tření záviset.

Vyučovací metodu, kterou učitelé budou nejčastěji volit, je podle J. Maňáka (Maňák, 1995) *metoda praktická*, která je zařazena do *metod dělených z hlediska pramene poznání a typů poznání* nebo můžeme zařadit tuto práci s modelem mezi metody badatelské, výzkumné, které jsou členěny z hlediska aktivity a samostatnosti žáků. Vyučovacím prostředkem použitelným při práci s počítačovými modely je *didaktická technika* (počítač). Organizační formou výuky bude v tomto ohledu určitě *samostatná práce žáka* v kombinaci se *skupinovou/kooperativní výukou*.

Žák by si měl pomocí práce s tímto modelem uvědomit, že s rostoucím úhlem naklonění nakloněné roviny klesá velikost třecí síly F_t v dané ose, která působí proti směru pohybu tělesa. Zároveň roste velikost síly F (ve směru nakloněné roviny) v dané ose, která se při úhlu 90° rovná tíhové síle F_G . Výslednou hodnotu součinitele smykového tření žáci vypočítají tak, že odečtou, při kolika stupních se křivky protnou a z MFCH tabulek odečtou hodnotu zjištěného úhlu tangens.



Obr. 5-5 Výstup modelu Měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny, ve kterém je již zanesena závislost naměřené třecí síly a vypočítané tíhové síly (ve směru nakloněné roviny)

5.2.2 Navrhovaná řešení pro SŠ

Stejně jako u předchozího příkladu také zde volíme takový model, který si mohou žáci doplnit experimentem. Zvolili jsme proto příklad z 1. ročníku vyššího gymnázia „Volný pád kuličky v odporujícím prostředí“ z (Lepil, 2007, s. 13–14). Vlastní model je umístěn na webu (Válek, 2010).

Vytvoření počítačového modelu pro žákovský experiment

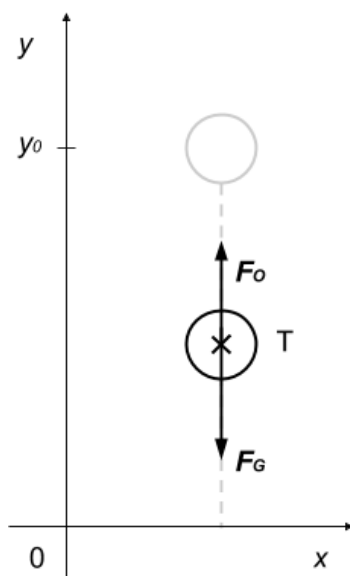
Stejně jako pro model na ZŠ, tak i nyní je potřeba sestavit zdrojový kód pro výpočet. Ten bude vycházet z tíhové síly F_G a odporové síly prostředí F_O . Obě síly budeme sčítat. Zmíněné síly vypočítáme jako:

$$F = F_G + F_O \quad (5.6)$$

$$F_G = m g \quad (5.7)$$

$$F_O = \frac{1}{2} C S \rho v^2 \quad (5.8)$$

Kde m je hmotnost tělesa, g gravitační zrychlení, C je součinitel odporu, S plocha kolmá na směr pohybu, ρ je hustota prostředí, v rychlost pohybu tělesa.



Obr. 5-6 Zakreslení situace pro zkoumání volného pádu kuličky v odporujícím prostředí

Vzhledem k tomu, že nás již nyní bude zajímat pouze pohyb v ose y (viz Obr. 5-6), upustíme od vektorového zápisu veličin. A protože tíhová síla F_G působí v opačném směru, než roste osa y , budeme její velikost od celkové síly F odečítat.

$$F = -F_G + F_O \quad (5.9)$$

$$F = -m g + \frac{1}{2} C_y S_y r v_y^2 \quad (5.10)$$

Následně určíme hodnotu zrychlení a_y podělením celého vztahu (5.10) hmotností m . Dále tedy získáváme vztahy pro výpočet zrychlení a_y , rychlosti v_y a polohy y .

$$a_y(t) = -g + \frac{1}{2m} C_y S_y r v_y^2$$

$$v_y(t + dt) = v_y(t) + a_y(t)dt$$

$$y(t + dt) = y(t) + v_y(t)dt$$

Žáci na gymnáziu by tyto vztahy měli být schopni již odvodit na základě předchozích výkladů učitele v hodinách. Zdrojový kód pak bude vypadat následovně. Jedná se pouze o jeho fragment.

```
Fy = -m * g + 0.5 * Cy * Sy * ro * vy * vy
ay = Fy / m
vy = vy + ay * dt
y = y + vy * dt
t = t + dt
```

Takto vytvořený fragment zdrojového kódu výpočtu je možné vložit například do výpočetního modelovacího systému Famulus, do programovacího jazyka Pascal, do jazyka Coach, do C/C++, případně C#. Pokud jej budeme vkládat do PHP, je potřeba jej doplnit před každým názvem proměnné, což jsou v tomto případě všechny veličiny vystupující v kódu, znakem dolaru \$ (Alt + 36).

Co se týče technického provedení, jedná se o opět vykreslování průběhu bod po bodu. V našem případě sledujeme změnu polohy kuličky (svislou výšku na povrchu) v čase, s krokem 0,0001 sekundy. Takto extrémně jemný krok je nutný pro plynulou a spojitou křivku. Pro celý výpočet jsme si vytvořili sérii funkcí, které korespondují s modelem popsaným výše. Funkce $ay()$, $vy()$, $yy()$ jsou pak cyklicky opakovány a výsledky zakreslovány do grafu. Výsledek tohoto kódu je zobrazen v (Obr. 5-7).

Konkrétní část zdrojového kódu z PHP vypadá takto:

```
function ay ($g, $k, $vy) {
    $ay = 0 - $g + $k * $vy * $vy;
    return $ay;
};
function vy ($v, $ay, $dt) {
    $vy = $v + $ay * $dt;
    return $vy;
};
function yy ($y, $vy, $dt) {
    $yy = $y + $vy * $dt;
    return $yy;
};

$t = 0;
$dt = 0.0001;
$vy = 0;
$yy = $y;
$Sy = pi() * $r * $r;
$k = 0.5 * $Cy * $Sy * $ro / (2 * $m);

do{
    $ay = ay($g, $k, $vy);
    $vy = vy($vy, $ay, $dt);
    $yy = yy($yy, $vy, $dt);
    ImageSetPixel($obrazek, $t, $yy, $barva);
    $t = $t + $dt;
} while($yy >= 0);
```

Práce s výstupem z počítačového modelu během žákovského experimentu

Cíl modelu: Doplnění experimentu demonstrující volný pád v odporujícím prostředí o grafické znázornění závislosti výšky kuličky nad povrchem na čase a srovnání s volným pádem ve vakuu.

Doporučeno pro: 1. ročník vyššího gymnázia

Doporučená délka práce s modelem: 5–10 minut

Doporučená fáze výuky pro použití modelu: expoziční nebo fixační

Jak může model přispět k modernizaci metod výuky: Počítačový model je komplementárním doplňkem reálného pokusu, který žáci provádí během hodiny fyziky. Žáci si práci s počítačovým modelem upevní vědomosti a dovednosti získané během práce s experimentem. Metody, které může obohatit, jsou metody praktické nebo praktických prací (Maňák, 1995). V tomto případě zasadíme model do fixační fáze vyučovací hodiny.

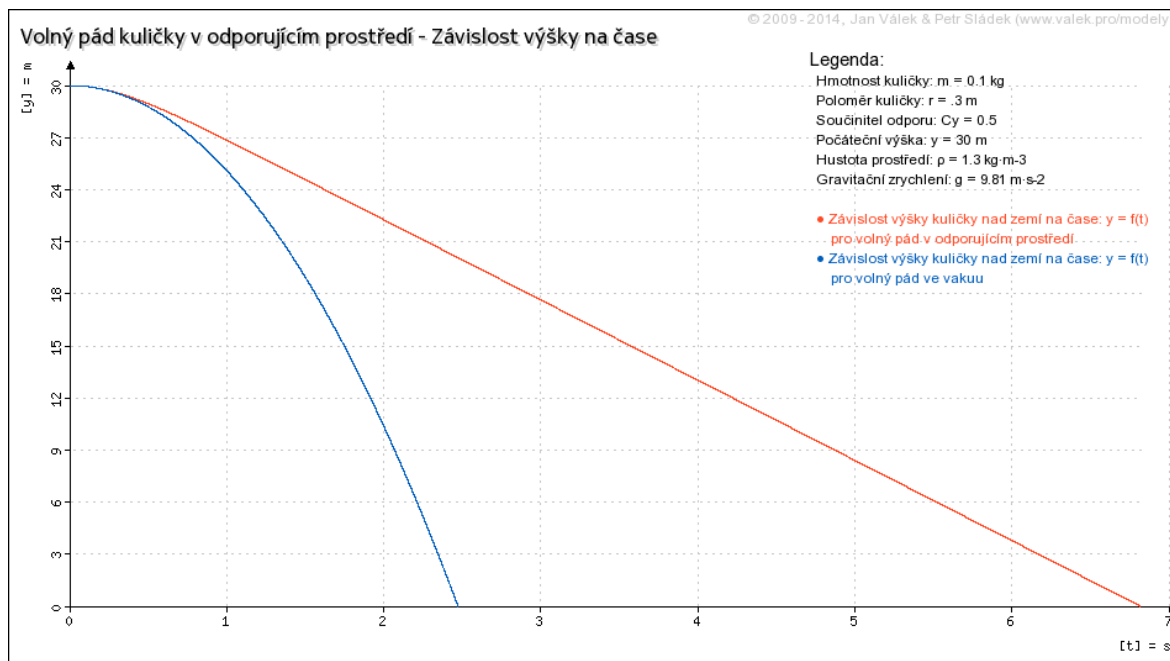
Můžeme ovšem nejdříve provést práci s modelem a poté reálný experiment. Počítačový model tak bude ve fázi expoziční a experiment ve fixační. Tento postup je na G již možný, neboť předpokládáme, že žáci již dosáhli určitého stupně abstrakce. Nicméně úplné pochopení modelovaného jevu se však nemusí dostavit ihned po dokončení práce s modelem, ale až následně, v některé z dalších hodin.

Podle RVP G můžeme tento pokus zařadit do tematického celku *Pohyb těles a jejich vzájemné působení* (RVP G, 2007, s. 27) nejčastěji probíraného v 1. ročníku vyššího gymnázia. Při pohledu do učebnic ze sady FYZIKA – STŘEDNÍ ŠKOLY – Učebnice pro gymnázia z nakladatelství Prometheus se s tímto tématem žáci opravdu setkávají v 1. ročníku vyššího gymnázia v kapitole *Kinematika hmotného bodu / Volný pád* a v kapitole *Mechanika kapalin a plynů* (Bednařík, 2013).

Žáci mohou s počítačovým modelem pracovat teprve potom, až pochopí všechny základní jevy, které ovlivňují pohyb tělesa v odporujícím prostředí.

Pomocí počítačového modelu mohou žáci ověřit hodnoty, které jim budou vycházet při realizaci experimentu. Ten by mohl mít následující průběh. Žáci budou mít několik různých kulových těles, míčů a kuliček, které budou z maximálního nejvyššího možného místa ve škole puštěny volným pádem na zem. Při tom budou měřit čas, za jak dlouho

těleso dopadne. Předtím si změří jeho průměr nebo obvod (poloměr si dopočítají) a hmotnost. Následně budou naměřené hodnoty hmotností a poloměrů zadávat do modelu a budou porovnávat naměřené hodnoty s reálnými naměřenými, viz Obr. 5-7.



Obr. 5-7 Výstup modelu Volný pád kuličky v odporujícím prostředí - Závislost výšky na čase

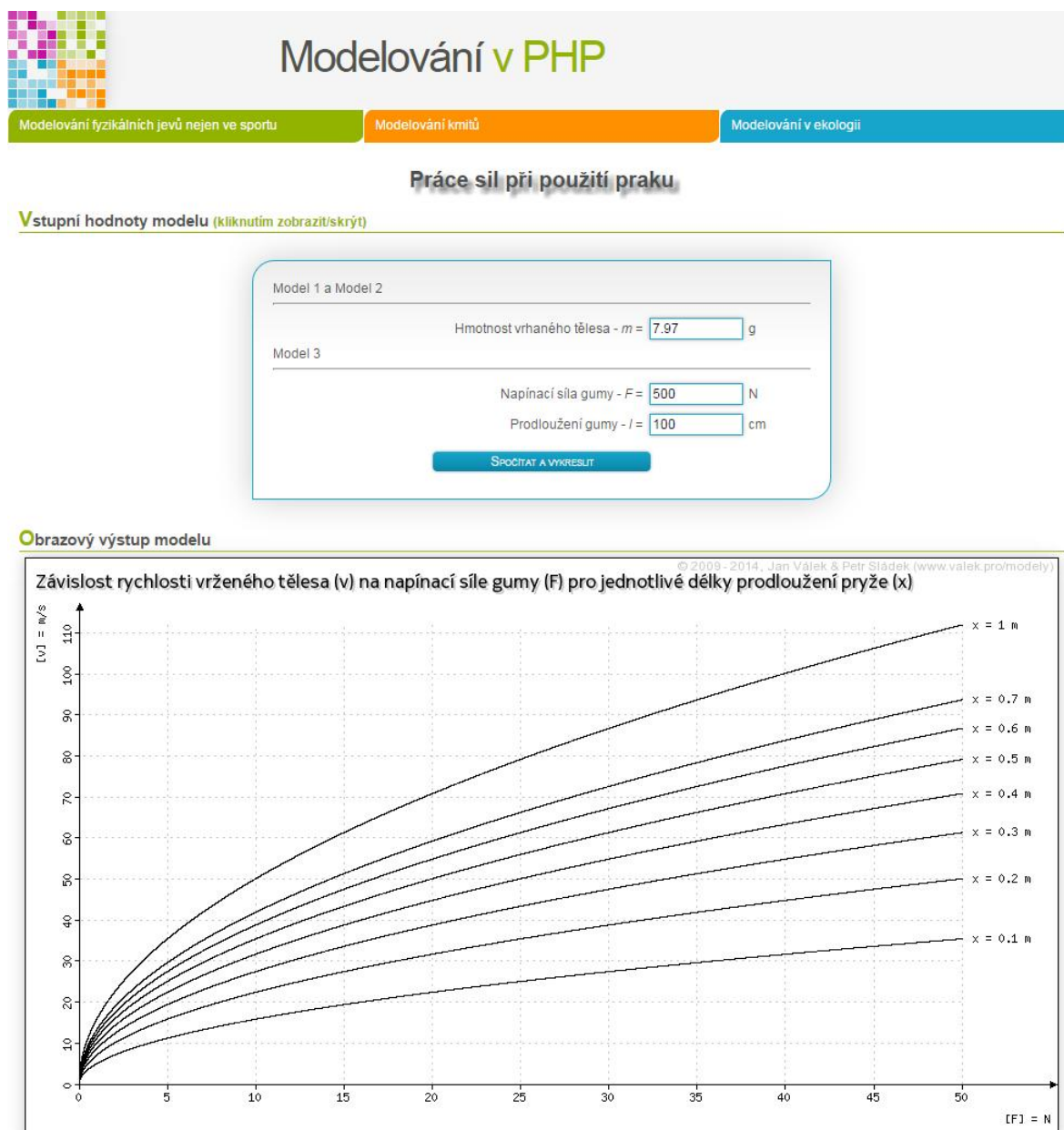
Cíl hodiny, ve které tímto způsobem pracují s modely a experimentují, by mohl být stanoven jako: „*Žáci dokáží kvalitativně popsat volný pád tělesa. Uvedou vztah fyzikálních veličin, které do této interakce vstupují.*“ Žáci by měli být schopni po jejím absolvování a také v návaznosti na provedený reálný experiment stanovit základní fyzikální veličiny, na kterých bude čas, za který dopadnou tělesa k zemi záviset.

Vyučovací metodu, kterou učitelé budou nejčastěji volit je podle J. Maňáka (Maňák, 1995) *metoda praktická*, která je zařazena do *metod dělených z hlediska pramene poznání a typů poznání* nebo můžeme zařadit tuto práci s modelem mezi metody badatelské, výzkumné, které jsou členěny z hlediska aktivity a samostatnosti žáků. Vyučovacím prostředkem použitým při práci s počítačovými modely je *didaktická technika* (počítač). Organizační formou výuky bude v tomto ohledu určitě *samostatná práce žáka* v kombinaci se *skupinovou/kooperativní výukou*.

Žák by si měl pomocí práce s tímto modelem uvědomit, že doba volného pádu bude záviset na hustotě prostředí, ve kterém zkoumá tento jev, na velikosti plochy kolmé ke směru pohybu (ve směru pádu tělesa) a na tvaru tělesa.

5.3 Vytvořené počítačové modely

V rámci disertační práce vznikaly také počítačové modely, které jsou umístěny na veřejně přístupném webu s adresou www.valek.pro nebo www.ped.muni.cz/modely (ukázka webu je na Obr. 5-8). Celkem bylo vytvořeno 36 počítačových modelů. Předložené modely mohou používat nejen učitelé v různých fázích vyučovací jednotky během výuky, ale i žáci při domácí přípravě. Výčet modelů je platný k 1. 11. 2014.



Obr. 5-8 PrintScreen z portálu s on-line počítačovými modely – www.ped.muni.cz/modely

Převážná většina jich je vytvořena do *Mechaniky*, konkrétně 28. Ne vždy se ovšem jedná o matematické nebo dynamické modely, jsou zde zastoupena také schematická zobrazení a diagramy, konkrétně to jsou:

- Pohled na převodový systém bicyklu 1. – www.valek.pro/modely/kolo_1
- Pohled na převodový systém bicyklu 2 – www.valek.pro/modely/kolo_2
- Pohled na převodový systém bicyklu 3 – www.valek.pro/modely/kolo_3
- Volba převodu podle stoupání do kopce – www.valek.pro/modely/kolo_4
- Převod na bicyklu, rychlost po rovině – www.valek.pro/modely/kolo_5
- Průjezd neklopenou zatáčkou – www.valek.pro/modely/kolo_6
- Průjezd klopenou zatáčkou – www.valek.pro/modely/kolo_5
- Porovnání 26- a 29palcových kol – závislost brzdné dráhy – www.valek.pro/modely/kolo_srovnani_26_29_a
- Porovnání 26- a 29palcových kol – velikost valivého odporu – www.valek.pro/modely/kolo_srovnani_26_29_b
- Porovnání 26- a 29palcových kol – velikost nájezdového úhlu na překážku podle poloměru kola – www.valek.pro/modely/kolo_srovnani_26_29_c
- Let míče v odporovém prostředí s odrazem – www.valek.pro/modely/micek_1
- Let míče v odporovém prostředí – dolet v závislosti na elevačním úhlu – www.valek.pro/modely/micek_2
- Let míče v odporovém prostředí – dolet v závislosti na rotaci míče – www.valek.pro/modely/micek_3
- Seskok parašutisty – z nehybného balónu – www.valek.pro/modely/parasutista_1
- Seskok parašutisty – z letícího letadla – www.valek.pro/modely/parasutista_2
- Seskok parašutisty – z nehybného balónu, se změnou svého tvaru – www.valek.pro/modely/parasutista_3
- Seskok parašutisty – z nehybného balónu, se změnou svého obsahu – www.valek.pro/modely/parasutista_4
- Seskok parašutisty z balónu – závislost v_{KRIT} na hustotě vzduchu a nadmořské výšce – www.valek.pro/modely/parasutista_5
- Velikost odporové síly automobilu v závislosti na teplotě suchého vzduchu – www.valek.pro/modely/auto_1
- Konstantní rychlost automobilu, kterou lze stoupat do kopce – www.valek.pro/modely/auto_3

- Závislost rychlosti na klesání vozovky a následná jízda po rovině – www.valek.pro/modely/auto_4
- Předjíždění vozidel – www.valek.pro/modely/auto_8
- Maximální rychlost vozidla při průjezdu neklopenou zatáčkou – závislost na rozchodu kol vozidla – www.valek.pro/modely/auto_9
- Práce sil v posilovně – www.valek.pro/modely/prace_sil_1
- Velikost vykonané práce gravitačních sil – www.valek.pro/modely/prace_sil_2
- Práce sil při použití praku – www.valek.pro/modely/prace_sil_3
- Závislost působící síly na Magdeburské polokoule – www.valek.pro/modely/magdeburg

V současné době jsou další tři modely v přípravě k prezentování na webu:

- Střet basebalového míče s basebalovou pálkou
- Pohyb těles na nakloněné rovině
- Pohled na převodový systém tandemového bicyklu

Druhá nejpočetnější skupina modelů je určena pro *Kmity, vlny*. Celkem se jedná o čtyři modely:

- Skládání kolmých kmitů + fázorový diagram – www.valek.pro/kmity/model_1
- Lissajousovy křivky – www.valek.pro/kmity/model_2
- Rozkreslení Lissajousovy křivky na fólii – www.valek.pro/kmity/model_3
- Generování obdélníku a pily – www.valek.pro/kmity/model_4

Také pro tuto partii jsou další modely připravované:

- Tlumené kmitání
- Nucené kmitání
- Vázané oscilátory
- Elektromagnetické oscilátory

Další úlohy jsou ze spojené oblasti *Ekologie a fyziky*. V této sekci jsou pouze dvě úlohy, obě jsou již částečně funkční a využívané kolegy z pracoviště při výuce na univerzitě:

- Kaya identity – www.valek.pro/ekologii/kaya
- Model bezoblačné oblohy – www.valek.pro/ekologii/model_bezoblacne_oblohy

Všechny linky na uvedené modely platí i pro umístění na www.ped.muni.cz/modely, záměnou za www.valek.pro.

Na závěr ještě několik praktických poznámek. Jak bylo zjištěno ve výzkumu, někteří učitelé si modely dokáží vytvořit sami, někteří používají modely vytvořené někým jiným. V kvalitativní části výzkumu bylo zjištěno, že oslovení učitelé používají modely, které si sami nepřipravili. Mnoho jich jejich požadavkům nevyhovuje, proto jsou ochotni se naučit vytvářet si svoje vlastní modely. Modelování v PHP nabízí jednoduchou cestu jak tvorby modelů z pohledu jejich syntaxe, tak z pohledu prezentování vytvořených výsledků. Modely vytvořené v PHP jsou vhodné i k další úpravě. Po dohodě s autorem výše uvedených modelů lze sdílet zdrojový kód a následně si ho upravit podle vlastních požadavků.

Co se týče technického řešení tvorby počítačových modelů, lze si tuto část zjednodušit, a to pomocí používání objektově orientovaného přístupu (OOP). PHP samo o sobě není ryze objektově orientovaný jazyk, ale díky svým základům na jazyce C a Zendu v něm můžeme vytvářet objekty, třídy. Díky tomuto přístupu lze kumulovat sekvence funkcí, které jsou v počítačových modelech volány pokaždé. V rámci jedné třídy tak vytvoříme metodu, která bude tento kód obsahovat. Například pomocí následujícího kódu máme zajištěno automatické vytvoření obrázku o daných rozměrech vždy při vytvoření instance dané třídy.

```
public function __construct($sirka = 950, $vyska = 534){
    $this->_s = $sirka;
    $this->_v = $vyska;
    $this->_image = ImageCreate($this->_s, $this->_v);
}
```


Byť se to může zdát složité a nesrozumitelné, tento krok nám ušetří mnoho starostí a víme, že budeme mít všechny modely vytvořeny podle jedné šablony, což je pro pedagogický dopad modelů vhodné.

Závěr

Disertační práce „Modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ“ má v *Úvodu* práce v kapitole *1.2 Cíle práce* (s. 16) stanoveny tři hlavní cíle. V této kapitole shrneme úroveň jejich naplnění a podstatné závěry plynoucí z disertační práce.

1. Zjištění současného stavu používání a vytváření počítačových modelů ve školské fyzice na školách v České republice

Nejprve byla provedena rešerše dostupné literatury zaměřené na používání ICT ve školách mimo výuku a ve výuce, práci s modely ve výuce obecně a zaměřené na výuku fyziky. Následovala analýza stavu používání a vytváření počítačových modelů ve školské fyzice na školách v České republice a Slovensku. Tato analýza byla realizována prostřednictvím dvou výzkumných šetření.

První výzkumné šetření bylo provedeno metodou dotazníkového šetření (219 respondentů z ČR a 52 ze SR), tedy kvantitativně zaměřené šetření. Zjištěné výsledky byly ověřeny statistickými testy významnosti pro stanovené hypotézy. Zjistili jsme, že počítačové modely ve své výuce používá minimálně nadpoloviční většina oslovených respondentů. Také jsme zjistili, že záleží na aprobaci učitele, respektive jaký je druhý aprobační předmět k učitelství fyziky. Stejně tak i četnost vytváření počítačových modelů závisí na délce pedagogické praxe. Dále bylo zjištěno, že učitelé používají pro tvorbu počítačových modelů taková prostředí, se kterými již dříve pracovali, například na univerzitě. Dosavadní zjištění byla platná pro obě skupiny respondentů. Pokud jde o závislost mezi věkem a tvorbou počítačových modelů, v českém prostředí existuje vztah mezi věkem učitele a tím, zda vytváří počítačové modely, ve slovenském prostředí tento vztah nebyl prokázán. Jako poslední byla kvantitativním šetřením zjišťována závislost mezi četností používání počítačových modelů a délkou pedagogické praxe. V českém

prostředí nebyla prokázána existence vztahu mezi četností používání počítačových modelů a délkou pedagogické praxe, ve slovenském prostředí tento vztah naopak prokázán byl.

Ve druhém výzkumném šetření byla zvolena metoda pomocí rozhovorů s návodem (4 respondenti z ČR). Z toho vyplynuly další závěry a postoje respondentů k počítačovým modelům, tentokrát v jejich přípravě na výuku. Všichni uvedli, že počítačové modely ve své přípravě na výuku používají, hrají v jejich přípravě na vyučovací hodiny ale spíše podpůrnou roli. Současně vnímají počítačové modely jako podpůrný prvek také ve výuce. Respondenti jenom zřídka používají modely pro osvětlení některých jim nejasných skutečností. Dále si někteří z nich ověřují reálnost modely prezentovaných výsledků experimentem. Pro použití počítačových modelů ve výuce je pro respondenty zásadní vzhled, jednoduchost a hlavně fyzikální správnost. Limity modelů respondenti vnímají nejvíce v technické rovině, k fyzikální správnosti nemají již výhrady. Práce s počítačovými modely v našem pojetí je zaměřena na práci s grafy, které jsou jejich výstupy. Grafy jsou podle názorů respondentů ve fyzice velmi důležité, snaží se zasadit grafy do přímého kontaktu s běžným životem a velmi často požadují po žácích, aby je uměli tvořit a číst v nich.

2. Vytvoření počítačových modelů vybraných fyzikálních jevů

Během práce na disertační práci bylo vytvořeno 36 počítačových modelů. Předložené modely jsou plně funkční a odzkoušené v reálné výuce, které mohou používat nejen učitelé v různých fázích vyučovací jednotky během výuky, ale i žáci při domácí přípravě.

3. Umístění počítačových modelů na veřejně přístupný webový server

Vytvořené počítačové modely jsou umístěny na veřejně přístupném webu s adresou www.valek.pro nebo www.ped.muni.cz/modely.

Následným výstupem této disertační práce bude příprava kurzu počítačového modelování ve fyzice, který bude reflektovat názory a požadavky respondentů z kvalitativního šetření. Kurz bude jednodenní. Vstupní požadavky kladené na účastníky budou následující: minimální znalost některého programovacího jazyka, schopnost analytického myšlení, pokročilejší znalosti matematiky a fyziky. Základem bude pochopení a vhodné použití algoritmů, pomocí kterých jsou modely vytvářeny. Ve své podstatě se jedná o programování na elementární úrovni. V rámci kurzu budou probírány takové metody a postupy počítačového modelování, které jsou v praxi použitelné. Vždy budou aplikovány na jednodušší příklady. Na těchto příkladech si studenti ověří, zda správně pochopili princip fungování probíraných metod počítačového modelování.

Použitá literatura a elektronické zdroje

Literatura

BEDNAŘÍK, M., LEPIL, O. *Netradiční typy fyzikálních úloh*. 1. vyd. Praha : Prometheus, 1995, 56 s. ISBN 80-85849-70-4.

BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M., SVOBODA, E.. *Fyzika pro gymnázia - Mechanika*. 5., přeprac. vyd. Praha : Prometheus, 2013, 227 s. ISBN 978-80-7196-431-5.

BRÁZA, J. *PHP 4 - praktické příklady*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2003, 224 s. ISBN 80-247-0441-2.

BRÁZA, J. *PHP 5: začínáme programovat*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2005, 244 s. ISBN 80-247-1146-X.

ČERNÝ, M. Počítačové simulace a modelování ve výuce fyziky v programu Algodoo. *MATEMATIKA-FYZIKA-INFORMATIKA*, Praha : Prometheus, 2013, roč. 22, č. 3, s. 216-223. ISSN 1805-7705.

DVOŘÁK, L. *Famulus 3.1: Výukové programy I. Modely*. Praha : Computer Equipment, 1992a. 181 s.

DVOŘÁK, L. *Famulus 3.5. Příručka uživatele*. Praha : Computer Equipment, 1992b. 310 s.

DVOŘÁK, L. Pomocník pro vás: FAMULUS 3.1. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA*. 1992c, roč. 1, č. 5, s. 220. ISSN 1210-1761.

FENCLOVÁ, J. a kol.: *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha : SPN, 1982.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R. B., SANDS, M. *Feynmanovy přednášky z fyziky I: revidované vydání s řešenými příklady*. 2. vyd. Překlad Ivan Štoll. Praha : Fragment, 2013, 732 s. ISBN 978-80-253-1642-9.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výskumu*. 4. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského Bratislava, 2008, 272 s. ISBN 978-80-223-2391-8.

- GUTMANS, A. *Mistrovství v PHP 5*. Vyd. 2. Brno : Computer Press, 2007, 655 s. ISBN 978-80-251-1519-0.
- HARTL, P., HARTLOVÁ, H. *Psychologický slovník*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2000, 776 s. ISBN 80-717-8303-X.
- HEJNOVÁ, E. *Didaktika pro 2. st. ZŠ 1. díl*, Ústí nad Labem, 2010. 65 s.
- HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: Základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2005, 408 s. ISBN 80-736-7040-2.
- HENDL, J. *Přehled statistických metod zpracování dat: Analýza a metaanalýza dat*. 1. vyd. Praha : Portál, 2004, 584 s. ISBN 80-717-8820-1.
- HOLUBOVÁ, R. *Didaktika fyziky: studijní modul*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 93 s. ISBN 978-80-244-3296-0.
- HOSNEDL, J. Využití počítačů ve výuce fyziky. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2: konferenční sborník*. Plzeň : Západočeská univerzita Plzeň, 2005. ISBN 80-7043-418-X.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vydání 1. Praha : Grada Publishing, 2007, 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- CHRISTIAN, W., ESQUEMBRE, F. Modeling Physics with Easy Java Simulations. In: *The Physics Teacher*. College Park : American Association of Physics Teachers, 2007, s. 475-480. November 2007, vol. 45. ISSN 0031-921x.
- JANÁS, J. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. Brno : Vydavatelství MU, 1996. 121 s., 25. ISBN 80-210-1334-6.
- JANEČEK, P. *Počítačový model jako moderní nástroj pro podporu výuky fyziky na základní a střední škole*. Olomouc, 2011. 109 s. Rigorózní práce. Univerzita Palackého.
- KALHOUS, Z., OBST, O. *Didaktika sekundární školy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003, 186 s. Skripta (Univerzita Palackého). ISBN 80-244-0599-7.
- KAŠPAROVÁ, V., BOUDOVÁ, S., ŠEVCŮ, M., SOUKUP, P. *Národní zpráva šetření TALIS 2013*. 1. vyd. Praha : Česká školní inspekce, 2014, 65 s. ISBN 978-809-0563-230.
- KELBLOVÁ, L., MODRÁČEK, Z. *Dovednosti české populace v prostředí informačních technologií: Tematická analýza dat získaných v rámci mezinárodního výzkumu dospělých OECD PIAAC*. Praha : Dům zahraniční spolupráce, 2013, 47 s. ISBN 978-80-87335-69-7.
- KOCMAN, O., SUCHÁNEK, V. *Tvorba názorné metodické přípravy učitele na vyučovací hodinu z fyziky na ZDŠ*. Brno : Krajský pedagogický ústav v Brně, 1968, 95 s.
- KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. 2. upr. vyd. Praha : Prometheus, 2003, 199 s. Učebnice pro základní školy (Prometheus). ISBN 978-807-1962-656.

- KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. 1. vyd. Praha : Prometheus, 1999, 227 s. Učebnice pro základní školy (Prometheus). ISBN 978-807-1961-499.
- KOLÁŘOVÁ, R., MACHÁČEK, M., ROJKO, M., JANÁS, J., BOHUNĚK, J., ČIPERA, J., BANÝR, J., ČÍŽKOVÁ, V., RŮŽKOVÁ, I., KOUBEK, P. *Co by měl žák základní školy umět z fyziky, chemie a přírodopisu*. Návrh evaluačních kritérií přírodovědného vzdělávání na základní škole. Vyd. 1. Praha : Prométheus, 1998. ISBN 80-7196-110-8
- KUČERA, D. *Moderní psychologie: hlavní obory a témata současné psychologické vědy*. Vyd. 1. Praha : Grada, 2013, 216 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4621-0.
- LEPIL, O. Calc602 - pomocník učitele fyziky. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA*. 1996a, roč. 6, č. 10, s. 539. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O. *Demonstrujeme kmity netradičně*. Praha : Prométheus, 1996b. 56 s. ISBN: 80-7196-028-4.
- LEPIL, O. Letíme na Měsíc s FAMULEM. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA*. 1996c, roč. 5, č. 7, s. 359. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O. Modelování dějů v elektrických obvodech. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA*. 2001, roč. 10, č. 10, s. 603. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O., RICHTEREK, L. *Dynamické modelování*. Olomouc : Repronis, 2007. 160 s. ISBN 978-80-7329-156-3.
- MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 1995. 104 s. ISBN 80-210-1124-651.
- MECHLOVÁ, E. *Vytváření fyzikálních pojmů u žáků*. Vyd. 1. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 2014, 253 s. ISBN 978-80-7464-358-3.
- Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha*. 1. vyd. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2001, 98 s. ISBN 80-211-0372-8.
- NEZVALOVÁ, D., BÍLEK, M., HRBÁČKOVÁ, K. *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 67 s. ISBN 978-80-244-2540-5.
- NEZVALOVÁ, D. Didaktika fyziky v České republice: trendy, výzvy a perspektivy. Pedagogická orientace. roč. 21, č. 2, s. 171-192, 2011.
- OBLINGER, D. OBLINGER, J. L. Is It Age or IT: First Steps Toward Understanding the Net Generation. OBLINGER, Diana a James L OBLINGER. *Educating the net generation*. Boulder, CO: EDUCAUSE, 2005, s. 12-31. ISBN 0-9672853-2-1.
- ONDRÁČEK, J. *Názorné vyučování na základní devítileté škole*. Vyd. 1. Praha : SPN, 1967, 155 s. Pedagogická teorie a praxe. ISBN 14-003-69.

- PEŠAT, P. *Vývoj a realizace studijních textů a dalších materiálů pro počítačem podporovanou výuku fyziky v prostředí systému COACH*. 2001. Praha, 2001. 152 s. Disertační práce. MFF UK Praha. Vedoucí práce doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
- POLÁK, Z., ŠEDIVÝ, P. *Vrhy : Studijní text pro řešitele FO č. 46*. Hradec Králové. 2002. 32 s.
- POTTER, F., PECK, Ch.. *Dynamic Models in Physics: A Workbook of Computer Simulations Using Electronic Spreadsheets : Mechanics*. [s.l.] : N Simonson & Co, 1989. 400 s. ISBN 0962255610.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 1.vyd. Praha : Portál, 1995, 292 s. ISBN 80-717-8029-4.
- RAUNER, K., HAVEL, V., PROKŠOVÁ, J., RANDA, M. *Fyzika 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vyd. Plzeň : Fraus, 2005, 136 s. ISBN 80-723-8431-7.
- RAUNER, K., PETŘÍK, J., PROKŠOVÁ, J., RANDA, M. *Fyzika 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vyd. Plzeň : Fraus, 2006, 128 s. ISBN 80-723-8525-9.
- STRACH, J. *Využití počítačů ve výuce*. FILOVÁ, Hana et al. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2004, s. 82-91. ISBN 80-210-2798-3.
- SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R. *Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly (skriptum)*. Karolinum, Praha 2006
- ŠEDIVÝ, P. *Modelování fyzikálních dějů numerickými metodami : Studijní text pro řešitele FO č. 38*. Hradec Králové. 2010. 40 s.
- ŠEDIVÝ, P. *Modelování pohybů numerickými metodami : Studijní text pro řešitele FO č. 38*. Hradec Králové. 1999. 38 s.
- ŠIMONÍK, O. *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno : MSD spol. s.r.o., 2005. 140 s. ISBN 80-86633-33-0.
- Štatistická ročenka - základné školy : Ústav informácií a prognóz školstva - Ústav informácií a prognóz školstva. [online]. 2013. vyd. 2013 [cit. 2014-10-20]. Dostupné z: <http://www.uips.sk/prehlady-skol/statisticka-rocenka---zakladne-skoly>
- ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. a kol. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2007, 377 s. ISBN 978-80-7367-313-0.
- TEODORO, V. *Modellus: Learning Physics*. Lisboa, 2002. 248 s. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dizertační práce.
- TIMKOVÁ, V. *Matematické modelovanie fyzikálnych javov s podporou počítača vo vyučovaní fyziky: Písomná práca k dizertačnej skúške*. Košice, 2014. 62 s. Disertační práce. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach - Prírodovedecká fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

TÖPFER, P. *Algoritmy a programovací techniky*. 2. vyd. Praha : Prometheus, 1995, 300 s. ISBN 978-80-7196-350-9.

VACULOVÁ, I. *Dovednosti žáků ve výuce fyziky na základní škole*. Brno, 2009. 189 s. Disertační práce. Masarykova univerzita - Pedagogická fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Josef Trna, CSc.

VACHEK, J., LEPIL, O. *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. 1. vyd. Praha : SPN, 1980, 224 s.

VOLF, I. *Metodika řešení úloh ve vyučování fyzice: (zejména na základní škole)*. Praha : JČSMF, 1975, 137 s.

VOLF, I., ŠEDIVÝ, P. *Pohyb tělesa v odporujícím prostředí: Studijní text pro řešitele FO č. 17*. Hradec Králové. 1995.

Výroční zpráva o stavu a rozvoji vzdělávání v České republice v roce 2013 : Vzdělávání v roce 2013 v datech. Praha : Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, 2014, 109 s. ISBN 978-80-87601-21-1.

ZELENICKÝ, L. *Modelovanie a poznávanie vo vyučovaní fyziky*. 1. vyd. Nitra : Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, 2005, 120 s. ISBN 80-8050-809-7.

Elektronické zdroje

- BRDIČKA, B. Tři generace online pedagogiky. *Metodický portál: Články* [online]. 19. 08. 2013, [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/17737/tri-generace-online-pedagogiky.html>. ISSN 1802-4785.
- BURK, J. Raising the energy level of my physics classes Home About Computational Modeling More than a blogroll Physics Teacher Camp Algodoo physics-a virtual physics lab for computational thinking. *Quantum Progress* [online]. 2011 [cit. 2014-08-26]. Dostupné z: <http://quantumprogress.wordpress.com/2011/11/27/algodoo-physics-a-virtual-physics-lab-for-computational-thinking/>.
- DOWNES, S. Connectivism as Learning Theory. *Half an Hour* [online]. 2014, 2014-04-21 [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: <http://halfanhour.blogspot.cz/2014/04/connectivism-as-learning-theory.html>
- DOWNES, S. E-learning 2.0. *E Learning MAGAZINE* [online]. Association for Computing Machinery, Inc., 2005 [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=1104968>
- Generation Y. *Advertising Age*. Abbey Klaassen. Crain Communications Inc., 1993, Vol. 64, Issue 36, s. 16. 9312066296.
- KOUBEK, V. Popularizácia vedy v prírodovednom vzdelávaní: Súbor experimentálnych úloh a modelov. [online]. 2012. vyd. Bratislava, 2012 [cit. 2014-09-28]. Dostupné z: <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/indexESFpop.htm>
- KRYNICKÝ, M. Další vzdělávací materiály. *Elektronické učebnice matematiky a fyziky* [online]. 2010 [cit. 2014-09-02]. Dostupné z: http://www.realisticky.cz/clanky.php?id=dalsi_materialy.
- LEPIL, O., LÁTAL, F. Experiment v učivu o kmitání elektromagnetického oscilátoru. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA* [online]. 2013, roč. 22, č. 5, 344–354, 2013-11-01 [cit. 2014-11-10]. ISSN 1805-7705. Dostupné z: <http://mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/88>
- LEPIL, O., LÁTAL, F. Rezonance v učivu o střídavých proudech. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA* [online]. 2014, roč. 23, č. 5, 356–368, 2014-11-01 [cit. 2014-11-10]. ISSN 1805-7705. Dostupné z: <http://mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/165>
- MFF / Studium / Bc. a Mgr. studium / Studijní plány / 2.5 Matematické modelování ve fyzice a technice. [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 2012 [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://www.mff.cuni.cz/studium/bcmgr/ok/m1b25.htm>.
- PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon* [online]. 2001, vol. 9, issue 5, s. 1-6 [cit. 2014-11-12]. DOI: 10.1108/10748120110424816. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/10748120110424816>
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. [online]. 2007. vyd. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 100 s. [cit. 2014-10-28]. Dostupné z:

- http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf. ISBN 978-80-87000-11-3.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. 2007. vyd. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf.
- ROBINSON, M. T. The Generations: What Generation are You?. *Career Planner* [online]. 2013 [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://www.careerplanner.com/Career-Articles/Generations.cfm>
- ROZSYPAL, P. *Obrázky v PHP -- Knihovna PHP -- Interval.cz* [online]. 2008 [cit. 2014-04-17]. Dostupný z: <http://php.interval.cz/clanky/obrazky-v-php/>. ISSN 1212-8651.
- SCHROER, W. J. Generations X,Y, Z and the Others - Cont'd. *Social Librarian Newsletter - WJ Schroer Company* [online]. 2004 [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://www.socialmarketing.org/newsletter/features/generation3.htm>
- SIEMENS, G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *Elearnspace* [online]. 2004, 2004-12-12 [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>
- Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020. *MŠMT ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-08-31]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/ministerstvo/novinar/strategie-digitalniho-vzdelavani-do-roku-2020>
- TRNA, J. Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. *Školní vzdělávací programy* [online]. 2006 [cit. 2014-08-20]. Dostupné z: <http://svp.muni.cz/download.php?docId=297>.
- TULGAN, B. Meet Generation Z: The second generation within the giant "Millennial" cohort. *RainmakerThinking* [online]. RainmakerThinking, Inc., 2013 [cit. 2014-09-04]. Dostupné z: <http://rainmakerthinking.com/assets/uploads/2013/10/Gen-Z-Whitepaper.pdf>
- VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Měření součinitele smykového tření pomocí nakloněné roviny. VÁLEK, Jan. *Modelování v PHP* [online]. 2009, 2014 [cit. 2014-10-06]. Dostupné z: <http://www.valek.pro/modely/treni>.
- VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Volný pád kuličky v odporujícím prostředí. VÁLEK, Jan. *Modelování v PHP* [online]. 2010, 2014 [cit. 2014-10-06]. Dostupné z: http://www.valek.pro/modely/volny_pad.

Seznam příloh

Příloha A – Dotazník pro kvantitativní šetření I

Příloha B – Položky semistrukturovaného rozhovoru pro kvalitativní šetření II

Příloha C – Ukázka přepisu jednoho rozhovoru

Příloha D – Seznam publikací autora

Příloha A – Dotazník pro kvantitativní šetření I

Vážená paní učitelko, vážený pane učiteli,
dovolujeme si Vás oslovit s prosbou o vyplnění následujícího anonymního dotazníku zaměřeného na výuku tvorby a využití počítačových modelů ve výuce fyziky. Vyplnění Vám zabere maximálně 10 minut. Získané údaje nebudou zneužity ani předány nikomu nepovolanému a budou použity pouze pro výzkumné účely.

Cílem tohoto výzkumného šetření je přispět ke zlepšení informovanosti učitelů, zejména pak budoucích učitelů, o dynamickém modelování, tvorbě počítačových modelů a jejich začlenění do výuky.

Výsledky dotazníku budou zveřejněny na www.valek.pro/dotaznik.

Děkuji Vám za spolupráci a za Vaše upřímné odpovědi.

Jan Válek (valek@ped.muni.cz)

Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, PdF MU Brno

Dotazník pro učitele fyziky

Pokyny pro vyplnění: Správnou odpověď zakroužkujte, případně postupujte podle níže předepsaného postupu. Pokud se zmýlíte, zaškrtejte a zakroužkujte jinou odpověď.

1. Jste
 - a) muž
 - b) žena
2. Jaký je Váš věk
 - a) 25 – 29 let
 - b) 30 – 34 let
 - c) 35 – 39 let
 - d) 40 – 44 let
 - e) 45 – 49 let
 - f) 50 – 54 let
 - g) 55 – 59 let
 - h) 60 let a více
3. Délka Vaší pedagogické praxe je:
 - a) méně než 1 rok
 - b) 1 – 2 roky
 - c) 3 – 5 let
 - d) 6 – 10 let
 - e) 11 – 15 let
 - f) 16 a více let
4. Jaký obor VŠ jste vystudoval/a?
 - a) učitelství pro 1. stupeň ZŠ
 - b) učitelství pro 2. stupeň ZŠ
 - c) učitelství pro SŠ
 - d) nejsem vystudovaný pedagog s DPS
 - e) nejsem vystudovaný pedagog bez DPS
 - f) jiný (prosím uveďte):
.....
5. Jakou aprobaci jste vystudoval/a?
 - a) fyziku + matematiku
 - b) fyziku + informatiku
 - c) fyziku + chemii
 - d) fyziku + zeměpis nebo přírodopis
 - e) fyziku + humanitní vědy
 - f) jinou (prosím doplňte):
.....
8. Které předměty v současné době vyučujete?
 - a) fyziku + matematiku
 - b) fyziku + informatiku
 - c) fyziku + chemii
 - d) fyziku + zeměpis nebo přírodopis
 - e) fyziku + humanitní vědy
 - f) jiné (prosím doplňte):
.....
9. Na jakém typu školy učíte
 - a) základní škola
 - b) učiliště
 - c) střední odborná škola
 - d) gymnázium
 - e) vyšší odborná škola
 - f) vysoká škola
 - g) jiná (prosím uveďte):
.....
10. Jak velká je Vaše škola z pohledu počtu žáků/studentů?

a) méně než 100	b) 101 – 200
c) 201 – 300	d) 301 – 400
e) 401 – 500	f) 501 a více
11. Učíte fyziku na Vaší škole sám/sama?
 - a) ano
 - b) ne, učí nás fyziku celkem

6. Absolvoval/a jsem VŠ v letech:	12. Ve kterých ročnících vyučujete fyziku? (zakroužkujte prosím všechny ročníky ve kterých vyučujete)
a) do roku 1974	ZŠ
b) 1975 – 1984	SŠ + G + učiliště
c) 1985 – 1994	vícet. G
d) 1995 – 2004	6. roč.
e) 2005 – současnost	7. roč.
7. V době, kdy jsem absolvoval/a VŠ jsem již byl/a počítačově gramotný/á.	8. roč.
a) ano	9. roč.
b) ne	1. roč.
	2. roč.
	3. roč.
	4. roč.
	5. roč.
	6. roč.
	7. roč.
	8. roč.

13. Jaká je týdenní hodinová dotace fyziky na Vaší škole pro jednotlivé ročníky:

prosím doplňte:

ZŠ	SŠ + G + učiliště	víceleté G
6. roč. :	1. roč. :	1. roč. :
7. roč. :	2. roč. :	2. roč. :
8. roč. :	3. roč. :	3. roč. :
9. roč. :	4. roč. :	4. roč. :
		5. roč. :
		6. roč. :
		7. roč. :
		8. roč. :

14. Mám vždy v učebně, ve které vyučuji fyziku, počítač s dataprojektorem:

- a) ano
- b) ne

15. Pokud vyučujete fyziku v učebně s počítačem a dataprojektorem, jak často je společně používáte?

- a) nikdy
- b) 1 až 2krát za pololetí
- c) 1 až 2krát za měsíc
- d) 1 krát za týden
- e) každou vyučovací hodinu

16. Jak často využíváte internet v hodinách fyziky?

- a) nikdy
- b) 1 až 2krát za pololetí
- c) 1 až 2krát za měsíc
- d) 1 krát za týden
- e) každou vyučovací hodinu

17. Jak často využíváte fyzikální applety (JAVA applety, flash animace) nebo počítačové modely v hodinách fyziky?

- a) nikdy
- b) 1 až 2krát za pololetí
- c) 1 až 2krát za měsíc
- d) 1 krát za týden
- e) každou vyučovací hodinu

18. NA TUTO OTÁZKU NEODPOVÍDEJTE, POKUD JSTE ZVOLILI: 17. a)

Pokud v hodinách pracujete s počítačovými modely, vyžadujete po žácích aby s nimi pracovali také doma?

- a) ano
- b) ne

19. NA TUTO OTÁZKU NEODPOVÍDEJTE, POKUD JSTE ZVOLILI: 17. a) a 18. b)

Pokud vyžadujete po žácích aby s počítačovými modely pracovali doma žádáte po nich výstup formou zpracovaného pracovního listu nebo obdoby?

- a) ano
- b) ne

20. NA TUTO OTÁZKU NEODPOVÍDEJTE, POKUD JSTE ZVOLILI: 17. a)

V jakých fázích vyučovací hodiny fyzikální applety (JAVA applety, flash animace) nebo počítačové modely a počítačové modely nejčastěji používáte?

- a) motivace
- b) expozice
- c) fixace
- d) diagnostika
- e) aplikace

21. Pokud jste na VŠ v rámci výuky vytvářeli fyzikální applety a počítačové modely, v jakých prostředích to bylo?

- a) modely jsme nevytvářeli
- b) Excel
- c) Famulus
- d) Modellus
- e) Easy Java
- f) IP Coach
- g) Interactive Physics
- h) Yenka
- i) PHUN
- j) Java
- k) v jiném (prosím doplňte):

22. Vytváříte nebo jste vytvářel/a fyzikální applety (JAVA applety, flash animace) nebo počítačové modely?

- a) nikdy
- b) 1 až 2krát za pololetí
- c) 1 až 2krát za měsíc
- d) 1 krát za týden
- e) každou vyučovací hodinu

23. NA TUTO OTÁZKU NEODPOVÍDEJTE, POKUD JSTE ZVOLILI: 22. a)

Pokud vytváříte fyzikální applety (JAVA applety, flash animace) nebo počítačové modely, v jakých prostředích je vytváříte?

- a) Java
- b) Excel
- c) Famulus
- d) Modellus
- e) Easy Java
- f) IP Coach
- g) Interactive Physics
- h) Yenka
- i) PHUN
- j) Java
- k) v jiném (prosím doplňte):

24. NA TUTO OTÁZKU NEODPOVÍDEJTE, POKUD JSTE ZVOLILI: 22. a)

Pokud vytváříte fyzikální applety (JAVA applety, flash animace) nebo počítačové modely, pro jaké partie fyziky jich vytváříte nejvíce?

- a) mechanika
- b) molekulová fyzika
- c) kmity
- d) vlny
- e) optika
- f) atomová fyzika
- g) elektřina
- h) magnetismus
- i) relativita
- j) termodynamika

25. Pokud bude více počítačových modelů dostupných na internetu na jednom místě, uvítám to a budu s nimi pracovat:

- a) ano
- b) ne

26. Pokud budou počítačové modely dostupné na internetu bez nutnosti instalovat do počítače další programy, uvítám to a budu s nimi pracovat:

- a) ano
- b) ne

27. Pokud bych moh/a zaslat návrh na nový model, využil bych této možnosti:

- a) ano
- b) ne

28. Pokud budou počítačové modely vycházet z dějů běžném životě, budu s nimi v hodinách pracovat :

- a) ano
- b) ne

29. Pokud budou k počítačovým modelům vytvořeny pracovní listy, uvítám to a budu s modely a pracovními listy pracovat:

- a) ano
- b) ne

30. Pokud budou dostupné počítačové modely interaktivní, uvítám to a budu s nimi pracovat:

- a) ano
- b) ne

Máte-li nějaké připomínky k tomuto dotazníku, budeme rádi, když nám je sdělíte:

.....

.....

.....

Děkuji Vám za Vaši trpělivost.

Příloha B – Položky semistrukturovaného rozhovoru pro kvalitativní šetření II

1. Jak jak chápete ve výuce fyziky obecně modely? Jak vnímáte ve výuce fyziky obecně grafy?
 2. Jakou didaktickou techniku ve výuce fyziky používáte? Která didaktická technika je pro Vás pro výuku fyziky nejvhodnější?
 3. Jak vnímáte ve výuce fyziky PC modely?
 4. Používáte v přípravě na výuku fyziky modely? Používáte ve výuce fyziky modely? Jakého typu modely používáte? Jsou mezi nimi také matematické modely nebo PC modely? Proč je používáte? Ve spojení s jakou didaktickou technikou je používáte? Která didaktická technika Vám nejvíce pomáhá?
 5. Absolvoval/a jste nějaké školení nebo kurz, který byl zaměřen na práci s modely obecně nebo s PC modely?
 6. Znáte nějaké on-line PC modely nebo applety? Které z nich používáte ve výuce fyziky?
 7. Do kterých fází vyučovací hodiny fyziky preferujete zařazení PC modelů (motivace; expozice; fixace; diagnostika; aplikace)? Z jakého důvodu preferujete zařazení PC modelů? Jakou metodou nebo formou s PC modely pracujete (sami, frontálně, skupinově, ...)?
 8. Jaké vnímáte limity Vámi používaných PC modelů ve výuce fyziky? Hodnotíte, zda je PC model pro žáky přínosný nebo pedagogicky úspěšný? Co musí PC model splňovat, aby byl nasazen do výuky?
 9. Zkoušíte si práci s PC modely před výukou fyziky? Hledáte limity a nepřesnosti PC modelů? Ověřujete si výsledky fyzikálních PC modelů reálným experimentem?
 10. Používáte někdy PC modely pouze pro vlastní přípravu na výuku, ale výuce před žáky již ne? Proč?
 11. Jakým způsobem začleňujete práci s grafy do výuky fyziky? Jakým způsobem začleňujete práci s PC modely?
 12. Čemu věnujete nejvíce času při práci s grafy ve výuce fyziky? Čemu věnujete nejvíce času při práci s PC modely ve výuce fyziky?
-

13. Čemu byste chtěl/a věnovat nejvíce času při práci s grafy ve výuce fyziky? Čemu byste chtěl/a věnovat nejvíce času při práci s PC modely ve výuce fyziky?
 14. Co je podle Vás nejobtížnější během žákovské práce s grafy ve výuce fyziky? Co je podle Vás nejobtížnější během žákovské práce s PC modely ve výuce fyziky?
 15. Máte vytvořenou databázi Vámi používaných PC modelů pro výuku fyziky? Podle čeho PC modely v databázi řadíte nebo třídíte?
 16. Používáte PC modely pouze jako podpůrný prvek ve výuce fyziky nebo hrají hlavní roli a pomocí nich vysvětlujete nové učivo zcela?
 17. Vytváříte si vlastní PC modely do výuky fyziky? Jaké PC modely vytváříte? Jakého typu PC modely vytváříte? Pro kterou oblast fyziky vytváříte nejvíce PC modelů?
 - a. Proč vytváříte fyzikální PC modely obecně?
 - b. Proč nevytváříte fyzikální PC modely? – skok na 17.
 18. Vytváříte PC modely sám/a nebo s kolegy? Jakou máte roli v tomto týmu? Jaké řešíte problémy při tvorbě?
 19. Jaké používáte prostředí při tvorbě PC modelů do výuky fyziky? Pro jakou didaktickou techniku/platformu?
 20. Jak by mělo vypadat školení nebo kurz zaměřený na tvorbu PC modelů, abyste se ho chtěl/a zúčastnit? Délka, náročnost, forma, platformy, výstup, klasifikace modelů, a další podrobnosti?
 21. Jak dlouho učíte fyzice?
 22. Jak dlouho učíte fyzice na Vaší současné škole?
-

Příloha C – Ukázka přepisu rozhovoru

Rozhovor 15. října 2014 13:44 Brno – respondent PN

1. (00:20) Určitě jako přínosné a snažím se je využívat ve výuce. Grafy využívám taky a velkou pozornost věnuji tomu, aby děti získaly dovednost vytvořit graf a číst z grafu, na tom hodně trvám. I je používám, ale hlavně v tom, aby je uměly dobře tvořit, aby je uměly číst, aby uměly popsat osy. Tomu dávám hodně energie. Je to jedna z dovedností, kterou chci, aby uměly v té fyzice. Ony si to přenášejí ještě jinam.
 2. (01:10) Jenom počítač s podporou projektoru. Nenapadá mě, že bych tam použil někdy něco jiného ve spojitosti s těmi modely. Máme na škole vizualizér, ten ale nikdo nikdy nepoužil, interaktivní tabuli nepoužívám, jestli se dá říci, že didaktická technika je bílá tabule oproti základní křídlové, tak to nevím, používám raději tu bílou. Ale v podstatě je to pouze ten projektor a to ještě zřídka. Nic jiného tam nebude.
Spíše ukazuji ty pomůcky, modely popřípadě experimenty jako takový, s tím, že velmi často to dokresluji. Když něco ukazuji, tak do toho ještě hodně kreslím. Vždycky tam mají popisek nebo do sešitu nebo na tabuli. Vždy je to doprovobený nějakou kresbou.
Nejvhodnější? Určitě ten projektor.
 3. (02:10) Jsou to třeba animace od Pachnera? Kdy na těch výukových softwarech má různý animace. Je to model? Je to jednoduchá animace, třeba jednoduchých strojů, třeba kladky, je to doprovázený komentářem, kde se to pohybuje a kde jsou zároveň ukázané velikosti fyzikálních veličin. Pokud se o tomto bavíme, tak se již několik let snažím, aby se to koupilo do školy (základní školy). Znáám to, přijde mi to dobrý a možná jsem už i něco ukázal i studentům zde na vysoké škole.
 4. (03:01) Myslím si, že sem tam jsem schopný něco pustit. Právě něco jako je ten Pachner, nebo něco z YouTube nebo něco takového jako video. Ale je to model. Sám je nepřipravuji, ale jsem schopném cokoliv převzít, když to bude dobrý a určitě jsem v té mojí výuce něco takhle prezentoval. To určitě ano. Máme tam ještě celou řadu takových úplně starých modelů, kdy to bylo něco jako takový na sobě, jako takový fólie a tam byly takový umělohmotný části a tam se s
-

tím hýbalo a já jsem to ale nikdy ve výuce nevyužil. Nejvíce mi tedy pomáhá ten projektor, žádná jiná technika tam není. Ten je samozřejmě super, protože nemusím jít to počítačové učebny.

5. (04:05) Já si myslím, že kdyby mě někdo přímo školil v tvorbě modelů, tak to rozhodně ne. Že by mi někdo, někde, nějak ukazoval nějak víc, si myslím, že taky ne. Toho Pachnera jsem si našel sám, a pokud něco jiného najdu, tak vždy sám na internetu. Takže nikdy na to zacíleného nic nebylo. A to jsem těch školení již pár prošel.
 6. (04:32) To bude asi jenom ten Pachner. Byl jsem teď na školení, který bylo vlastně zaměřený na tablety, a ukazovali nám tam různá měření fyzikálních veličin, což by se dalo asi přirovnat nevím k tomu modelu, kdy měřidla se zobrazoval na tom displeji a L. Dvořák tam ukazoval, jak měřit rychlost, světové strany. Podle toho jaká čidla mají ty tablety. Více méně tak velice okrajově. Ale určitě mě to zaujalo. Vlastně jedno školení bylo, o kterém se dá říci, že jsem se setkal s těmi modely. Je to tak tři měsíce, poprvé asi. Pachnera jsem ve výuce párkrát použil, ale já bych ho chtěl hlavně pořídit. Pak je to hodně spojený s tím, že pokud bych ho pořídit, ta pořizovací cena je 11.000 nebo 12.000, těch CD, tak si myslím, že by v té výuce byl často. Nyní jsou to všechno verze reklamní, na který nemám licenci. Ale kdybych to měl, tak si myslím, že by se to výrazně změnilo. Pouštěl bych to tam těm žákům. Protože se to poměrně drží tematických plánů, přijde mi to dobrý.
 7. (05:49) Myslím si, že do té expoziční nebo do té motivační. Určitě někde na začátku, někdy kdy je potřeba zaujmout, vysvětlit, takže motivační, expoziční jednoznačně. Že bych to někdy používal v nějaký opakovací nebo zpětnovazební fázi to asi ne. Takže vždy s novým učivem, když chci motivovat nebo když chci ukázat ten jev a třeba nemám tu pomůcku abych to ukázal experimentem. Určitě to dávám do těchto fází, aby viděli něco nového, jiného, abych upoutal jejich pozornost, abych je aktivizoval, aby tam byla ta motivace, aby to bylo pro ně zajímavý aby to bylo něco jiného a nového. Z těchto důvodů. Určitě frontálně. Není to skupinová práce, je vždy vše prezentováno všem najednou.
 8. (07:06) Nechci být reklama na Pachnera, ale tam to právě jde. Tam já právě mohu krásně si hrát, měnit ty parametry, takže mi to přijde interaktivní a výborný. Takže
-

tohle asi chápu jako dobře. Asi to bude mít nějaký mezery, ale to co já jsem našel mi docela sedělo. Jsem s tím spokojený. Určitě ano, ale já vidím, že ten model je jenom pomůcka, jenom nástroj pro toho učitele. Takže já jsem ten hlavní v té hodině, ten kdo to vysvětluje. Model to pouze doplňuje ten můj výklad. Takže já si myslím, že na to doplnění určitě, ale že bych to mohl použít jako hlavní nástroj v té hodině, protože bez toho učitele, bez toho vysvětlení to je pouze zajímavost a něco hezkého, ale nemá to žádný větší dopad. Když ty modely co znám, jsou poměrně k věci. Ale musí to těm žákům někdo prodat.

Musí vytvořen přiměřeně žákům a učivu, který chci předat. To znamená musí to být přímo pro tu základní školu, nebudu tam asi ukazovat něco složitějšího co by se dalo krásně použít na střední škole, ale na základní škole by na to koukali a nevěděli by o co jde. A tím by mi to ztížilo i ten můj výklad. Musí to být jasný, k věci, musí to být prostě můj pragmatický přístup, kdy toto je jednoduché a jasně to ukazuje to a ono. Nemá to žádné další doprovodné jevy, které by tu pozornost a soustředěnost žáka rozptylovaly a vedly ji někam jinam, ale jasně se to týká té látky. Potom je to pro mě berná mince a využiji to v té výuce. Musí to mít vypovídající hodnotu o tom daném fyzikálním jevu a úměrně těm žákům.

9. (09:04) V momentě, kdybych to využíval častěji, tak bych se na to díval a musel se na to připravit. Určitě bych to tam nepustil jenom tak. Určitě by tam byla příprava a musel bych přemýšlet než to pustím, kdy to pustit, v jaké chvíli, a jak to okomentovat. Musel bych se na to podívat. Na limity modelů jsem se díval a zkoušel jsem to rozhodně vzít a někde něco nastavit. Ale nepřišlo mi to nijak omezený, že ta základní výpovědní hodnota tam byla a já to nepotřebuji táhnout do nějakých extrémů před těmi žáky. Já jenom potřebuji ukázat, jak změnit nebo nastavit nějaký ten parametr, ale nepotřebuji tam hledat limitní hodnoty, zda model ještě funguje nebo ne. Ponejvíce to všechno znám z těch experimentů, takže vím, jak to má dopadnout. A nějakým způsobem to moc neověřuji, nekontroluji. Věřím tomu, že to je dobře. Pokud mě to výslovně nebouchne do očí, že se mi tam něco nelíbí, tak to neověřuji. Buď to znám, nebo vím jak to dopadne už v důsledku té teorie a použiji to právě abych ukázal něco co nemůžu ukázat pomocí experimentu, ale neověřuji to.
-

-
10. (10:43) To se asi neděje. Buď to použiji model před žáky nebo když se mi to nelíbí, tak nebudu z toho žádným způsobem dovozovat a žáky s tím seznamovat.
 11. (11:20) Příkladem může být, když učím teplotu, když vysvětlím veličiny, jednotky a nějaké praktické věci ohledně měření, tak zadám úkol aby naměřili nějaké hodnoty nebo je naměřím v hodině s nimi a potom k dobrému prezentování těch naměřených hodnot k lepšímu právě používám grafy. V tu chvíli žáci dopředu ví, že mají mít pravítka tužky. Nakreslí graf, popřípadě dělám pracovní list právě když se počítá rychlost nebo dráha, tak právě vyvozují z toho, kdy se vlaky potkají, který se pohyboval rychleji, jak zjistí, kde byl v jakou dobu a tak dále. Zařazuji to v podstatě v té fázi která je potřeba, ale ty grafy je to moje oblíbená činnost, že jim je rád vysvětluji a rád se tomu věnuji, těm grafům. Myslím, si, že to je důležité. I to dávám do souvislosti s volebními preferencemi. A vysvětlím jim, jaký význam ty grafy mají vůbec v našem životě. Že nám usnadní prezentaci nepřehledných tabulek a snažím se takhle nějakým způsobem jim vysvětlit, k čemu ty grafy jsou. Takže to přesahuje výuku té fyziky. A pak jaké jsou typy grafů, když jsem učil výpočetní techniku, tak jsem se věnoval i tam grafům hodně.
 12. (13:05) Nejvíce času asi věnuji tomu vysvětlení, to znamená buď ten graf tvoříme, a tam se věnuji aby měli správné měřítko, aby se jim to vešlo do toho sešitu, aby to mělo hlavu a patu, pak aby si to nějakým způsobem sami zsumírovali no a potom aby ty grafy uměli číst. Tam je prostě důležitý, aby se v těch grafech prostě vyznali. Takže umět vytvořit graf a umět se v nich orientovat. To jsou základní věci co po nich chci aby znali. A cvičí se to pracovním listem a potom se jim to dává do testu.
 13. (13:58) V současné době si myslím, že těm grafům věnuji nadstandardní čas a jsem zcela spokojený s tím jak to je a nic bych na tom neměnil. Nic bych neposiloval.
 14. (14:19) Když už s tím pracují sami, tak udělat to měřítko, pokud ho nezadám a potom základní alfa a omega je že zapomínají popisovat osy. Potom ten graf nemá žádnou hodnotu. A pak samozřejmě ta samotná tvorba, kdy to kreslí. Ale ty osy jsou pro ně největší problém. A pak otázka zda spojovat nebo nespojovat ty body a potom pomocí závěru popsat co mi vyšlo, ale to je asi taková vyšší dovednost, kterou si spíše řekneme společně. To už trochu přesahuje tu základní školu.
-

-
15. (15:07) Databáze žádná není. Jdu tou výukou a pokud vidím, že je to vhodný, tak to zařadím. Je to více méně i o náhodě hodně. Jak to prostě cítím a je to také třída od třídy a učivo od učiva.
16. (15:39) Určitě podpůrný prvek. Je to pouze didaktická pomůcka.
17. (15:49) Ne, ani nevím, jak bych to udělal, nevím kde a jak.
18. ---
19. ---
20. (16:02) Muselo by to být výrazně spojeno s mým oborem, to znamená, že by se to vysloveně muselo jmenovat Modelování ve fyzice, muselo by to být spojeno s tou moderní přicházející technikou jako jsou tablety a to kolem nich. A pak v informaci o tomto školení by měla být informace o tom, co přesně bude výstupem, co si prostě z toho odnesu. Detailní popis realizovaných aktivit. Například Na konci budete schopni vytvořit model toho a toho použitelný tam a tam, takže hodně aby se to týkalo oboru a byly to základní věci, které mě potom nasměrují dál a půjdu si za tím. Něco výrazně pragmatického a krátkého a seznámení s těmi základními věcmi a až potom takový další návaznosti. Tedy prvotně se s tím seznámit. Já vůbec nevím, jak se to tvoří, v jakých programech nemám o tom ponětí. Za 10 let praxe jsem o tom neslyšel. Na počátku určitě bych zvolil nějaké odpoledne a potom bych ještě dal prostor těm zájemcům se rozhodnout zda do toho vůbec jít, protože jsem zažil školení, kdy jich 90 % byla ztráta času a bylo to něco jiného, než jsem od toho čekal. Takže na začátku setkání na hodinu, dvě, kde by nám někdo řekl základní rozdělení a v čem se dá tvořit a potom teprve po dotazech s lektorem bych se rozhodoval. Ne že jsem někde natlačen na tři dny a po dvou hodinách zjistím, že je to ztráta času. Další délka libovolná, nevím co by bylo lepší. Tam jde také o tu počítačovou gramotnost, kterou máme každý na úplně jiné úrovni. Nevím co je lepší jestli 2-3 hodiny intenzivně nebo to lze zvládnout během 10 hodin. Nic Dlouhého, ale zároveň použitelného. PC gramotnost, učil jsem to, snad jsem i přírodovědně zaměřený, ale ta náročnost. Nevím jak je to náročné. Uživatelská náročnost. Aby si sedl a za 2 hodiny udělal svůj první model. Já jsem klasický uživatel, mimo Windows nic jiného neznám, asi se jich budu
-

pořád držet. Jiné nedovedu ovládat. Jinak se nám blíží tablety do škol, a už by nás měli začít školit na nich. Základní dovednost, vytvořit si jednoduchý model za relativně krátký čas. Chtěl bych PC modely, už kvůli pomůckám. Ta tvorba, to řezání a další, už raději ten PC.

21. (20:15) Desátým rokem.

22. (20:23) Na současné škole, devátým rokem.

Příloha D – Seznam publikací autora**Publikace zařazené do vědeckých databází bez ohledu na kalendářní rok****SCOPUS**

- SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Dynamic modeling in PHP. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 157-163, 7 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.022.
- SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J. Remote laboratory - new possibility for school experiments. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 164-167, 4 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023. **(citováno: 1)**
- VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Web based dynamic modeling in school physics. In Auer M. E., Huba M. *2011 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING (ICL)*. NEW YORK: IEEE, 2011. s. 414-416, 3 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023.

Web of Science

- SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Dynamic modeling in PHP. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 157-163, 7 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.022.
- SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J. Remote laboratory - new possibility for school experiments. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 164-167, 4 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023. **(citováno: 1)**
- VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Web based dynamic modeling in school physics. In Auer M. E., Huba M. *2011 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING (ICL)*. NEW YORK: IEEE, 2011. s. 414-416, 3 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023.
- BEDNÁROVÁ, R., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Graphs and dynamic modeling as a motivating tool in teaching physics. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1827-1835, 9 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.133.
- VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Immersed into Digital World: Learning and Students' Perception. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1866-1870, 5 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.139.
-

MILÉŘ, T., HOLLAN, J., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Teachers' understanding of climate change. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1437-1442, 6 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.083.

VÁLEK, J., SLÁDEK, P. WEB BASED DYNAMIC MODELING BY MEANS OF PHP AND JAVASCRIPT. In Kapounova, J Kostolanyova, K. *INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY IN EDUCATION*. OSTRAVA 1: UNIV OSTRAVA, 2012. s. 291-301, 11 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.083.

Elsevier (ScienceDirect)

SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Dynamic modeling in PHP. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 157-163, 7 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.022.

SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J. Remote laboratory - new possibility for school experiments. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2011. s. 164-167, 4 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023.

BEDNÁROVÁ, R., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Graphs and dynamic modeling as a motivating tool in teaching physics. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1827-1835, 9 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.133.

VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Immersed into Digital World: Learning and Students' Perception. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1866-1870, 5 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.139.

MILÉŘ, T., HOLLAN, J., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Teachers' understanding of climate change. In Bekirogullari, Z. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION & EDUCATIONAL PSYCHOLOGY (ICEEPSY 2012)*. AMSTERDAM: ELSEVIER SCIENCE BV, 2012. s. 1437-1442, 6 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.083.

Seznam publikací seřazený podle kalendářního roku

Kalendářní rok 2009

1. PAWERA, L., VÁLEK, J. On-line fyzikální laboratoř. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 14*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. s. 183-187, 5 s. ISBN 978-80-210-5022-8.
-

Kalendářní rok 2010

2. SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J. Remote laboratory – new possibility for school experiments. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, ICEEPSY 2010. 2010. ISSN 1986-3020
3. VÁLEK, J. Dynamické modelování v PHP. In Zdeněk Drozd. Veletrh nápadů učitelů fyziky 15. 1. vydání. Praha: Prometheus, 2010. s. 239-243. ISBN 978-80-7196-417-9.
4. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Dynamic modeling in PHP. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, ICEEPSY 2010. 2010. ISSN 1986-3020.

Kalendářní rok 2011

5. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Web based dynamic modeling in school physics. In Auer M. E., Huba M. 2011 *14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING (ICL)*. NEW YORK: IEEE, 2011. s. 414-416, 3 s. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.023.
6. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Školní modelování fyzikálního chování dopravních prostředků v závislosti na nadmořské výšce. JTIE-JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INFORMATION EDUCATION, Olomouc: Univerzity Palackého v Olomouci, 2011, roč. 3, č. 1, s. 367-374. ISSN 1803-537X.
7. VÁLEK, J. Snímání biofyzikálních vlastností lidského těla ve výuce. Matematika - fyzika - informatika, Praha: Prometheus, 2011, roč. XX, 10, červen, s. 613-619. ISSN 1210-1761.
8. SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J. Remote laboratory – new possibility for school experiments. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd., 2011, roč. 12, 11.3.2011, s. 164-167. ISSN 1877-0428.
9. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Jak znázornit 2D kmity a Lissajousovy obrazce pomocí 3D projekce. In Renata Holubová. Veletrh nápadů učitelů fyziky 16. Olomouc, 2011. s. 246-250. ISBN 978-80-244-2894-9.
10. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Dynamické modelování ve fyzikálním vzdělávání jako nástroj pro ověření vztahu pro výpočet mechanické práce. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011. s. 85-96. ISBN 978-80-210-5652-7.
11. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Dynamické modelování v PHP. In HÁJKOVÁ, E.; VÉMOLOVÁ, R.. XXIX. mezinárodní kolokvium o řízení vzdělávacího procesu. Brno: Univerzita obrany, 2011. 70 s. ISBN 978-80-7231-779-0.
12. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Dynamické modelování kmitů. In Š. Hošková-Mayerová, J. Kuben, R. Potůček, P. Račková, J. Jánský. Sborník příspěvků 7. konference o matematice a fyzice na vysokých školách technických, část 2 - fyzika. Brno: Univerzita obrany, 2011. s. 135-142. ISBN 978-80-7231-816-2.
13. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Dynamic modeling in PHP. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd., 2011, roč. 12, 11.3.2011, s. 157-163. ISSN 1877-0428.

Kalendářní rok 2012

14. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript. In Kapounová Jana, Kostolányová Kateřina. Information and
-

- Communication Technologies in Education. Rožnov pod Radhoštěm: Univerzita Ostrava, 2012. s. 291-301. ISBN 978-80-7464-135-0.
15. MILÉŘ, T., HOLLAN, J., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Teachers' understanding of climate change. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd., 2012, Volume 69, 24 December 2012, s. 1437-1442. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.083.
 16. BEDNÁROVÁ, R., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Graphs and Dynamic Modeling as a Motivating Tool in Teaching Physics. In *International Conference on Education & Educational Psychology*. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.133.
 17. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Immersed into Digital World: Learning and Students' Perception. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd., 2012, Volume 69, 24 December 2012, s. 1866-1870. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.139.
 18. VÁLEK, J., BEDNÁROVÁ, R., SLÁDEK, P. Grafy a dynamické modelování používané jako motivační nástroj ve vyučování fyziky. In *Novotná, Jiřina.. Graphs and dynamic modeling using as a motivating tool in teaching physics*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita., 2012. s. 136-146. ISBN 978-80-210-6148-4.

Kalendářní rok 2013

19. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Webové modelování fyzikálních jevů pro využití ve výuce fyziky na ZŠ a SŠ. In *Šlégr, Jan, Kubíniová, Štěpánka. Národní konference doktorského studijního programu Teorie vzdělávání ve fyzice*. 1. vyd. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2013. s. 55-60. ISBN 978-80-210-6148-4.
20. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript - part II. In *Jana Kapounová, Kateřina Kostolányová. Information and Communication Technology in Education Proceedings*. Ostrava: University of Ostrava, 2013. s. 294-302. ISBN 978-80-7464-324-8.
21. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Výuka fyziky a ICT - jsou učitelé připraveni? In *J. Novotná. Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II*. MSD Brno: Masarykova univerzita, 2013. s 124-129, 163 s. ISBN 978-80-210-6605-2.
22. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Současný stav tvorby počítačových modelů na ZŠ, GY A SŠ. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6*. 2013. - bude publikováno
23. MILÉŘ, T., VÁLEK, J. Modelování environmentálních dopadů lidské činnosti. In *Moderní trendy ve vyučování matematiky a přírodovědných předmětů*. 2013. ISBN 978-80-210-6490-4.
24. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Implementace dynamického modelování do školské výuky. In *Břehovský, Jiří, Novotný, Jan, Zuckerstein, Jaroslav. Strategie technického vzdělávání v reflexi doby 2013*. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP v Ústí nad Labem, 2013. s. 245-250. ISBN 978-80-7414-577-3.
25. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Fyzikální modelování – předpoklady a možnosti jeho využití ve školské praxi. In *Novotná, Jiřina. Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. s. 191-208, 18 s. Neuveden. ISBN 978-80-210-6635-9. (kapitola v odborné knize)
26. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Fyzik cyklista. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 18*. Hradec Králové, 2013. – bude publikováno
27. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Dynamické modelování v současné škole. In *E. Hájková, R. Vémolová. XXXI International colloquium on the Management of Educational*

-
- Process. Brno: Univerzita obrany, Fakulta ekonomiky a managementu, 2013. 4 s. ISBN 978-80-7231-923-7.
28. VÁLEK, J., BEDNÁROVÁ, R. Digitální učební materiály v přírodovědných předmětech a jejich využití. In J. Novotná. Motivace nadaných žáků a studentů v matematice a přírodních vědách II. MSD Brno: Masarykova univerzita, 2013. s 142-147, 163 s. ISBN 978-80-210-6605-2.
29. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Digitální svět a realita v technickém vzdělávání. In Břehovský, Jiří, Novotný, Jan, Zuckerstein, Jaroslav. Strategie technického vzdělávání v reflexi doby 2013. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP v Ústí nad Labem, 2013. s. 202-207. ISBN 978-80-7414-577-3.

Kalendářní rok 2014

30. VÁLEK, J., SLÁDEK, P. Guma v hodinách fyziky: Prak. In Ivo, Volf, Kubíniová, Štěpánka, Šlégr, Jan. *Národní konference doktorského studijního programu Teorie vzdělávání ve fyzice*. 1. vyd. Hradec Králové: KF PřF Univerzita Hradec Králové, 2014. s. 88-93, 114 s.
31. VÁLEK J., SLÁDEK P., NOVÁK P. Web based dynamic modeling by means of PHP and JavaScript - part III. In Jana Kapounová, Kateřina Kostolányová. *Information and Communication Technology in Education. Proceedings*. Ostrava: University of Ostrava, 2014. s. 264-271, 8 s. ISBN 978-80-7464-561-7.
32. HANZLOVSKÝ R., SLÁDEK P., VÁLEK J. Exkurze-prostředek propojení a fixace teoretických znalostí s praxí v oboru Fyzika. In Ivo, Volf, Kubíniová, Štěpánka, Šlégr, Jan. *Národní konference doktorského studijního programu Teorie vzdělávání ve fyzice*. 1. vyd. Hradec Králové: KF PřF Univerzita Hradec Králové, 2014. s. 1-5, 114 s.
33. NOVÁK P., VÁLEK J. Zařazení experimentů do fází výuky v učebnici fyziky. In Miroslav Hrubý, Šárka Mayerová. *Matematika, informatika a aplikované vědy (MITAV 2014)*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2014. 6 s. ISBN 978-80-7231-961-9.
34. VÁLEK J., SLÁDEK P. Modeling of Physical Phenomena in Teaching Process. In Miroslav Hrubý, Šárka Mayerová. *Matematika, informatika a aplikované vědy (MITAV 2014)*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2014. 5 s. ISBN 978-80-7231-961-9.
35. VÁLEK J., SLÁDEK P. Physics Teacher and Modeling in Teaching Process. In Miroslav Hrubý, Šárka Mayerová. *Matematika, informatika a aplikované vědy (MITAV 2014)*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2014. 6 s. – will be published.
-

Počty publikací

Web of Science: 7 publikací na; z toho

- 1 publikace zapsána pouze na Web of Science
- 1 publikace současně zapsána pouze na SCOPUS
- 2 publikace současně zapsány na SCOPUS a Elsevier (ScienceDirect)
- 3 publikace současně zapsány pouze na Elsevier (ScienceDirect)

Ostatní publikace: 28 publikací
