

## JE VÝUČBA PRÍRODNÝCH VIED V KRÍZE? AKO ĎALEJ?

Miroslava Ožvoldová<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita  
Priemyselná 4, P. O. Box 9, 918 43 Trnava, SR  
e-mail: [mozvoldo@truni.sk](mailto:mozvoldo@truni.sk)

<sup>2</sup>Ústav matematiky, Fakulta aplikovanej informatiky  
Univerzity Tomáše Bati v Zlíně, 760 05 Zlín, ČR

**Abstract.** Ožvoldová, M.: *Is science teaching in the crisis? What next?*, Paed. Univ. Tyrnaviensis, Ser. C. The paper deals with the situation concerning with the students secondary physics knowledge and math as well entering the universities. One of the possibilities how to stop decreasing interest of students in physics and natural science is to gain student's motivation for studying and the better understanding of physics laws and its methods. Also it is necessary to change the classical methods and forms of education, which still remain at the most levels of tertiary education. We suggest and introduce a new interactive technology of education, called Integrated e-Learning, where remote experiments (RE) across the Internet is the basis for this strategy.

**Keywords:** science, physics, education, integrated e-learning, remote experiments, Internet

### 1 Úvod

Prudký rozvoj informačných a komunikačných technológií (IKT) ovplyvňuje súčasnú spoločnosť vo všetkých jej sférach. Vyžaduje neustálu potrebu rýchlejšie a efektívnejšie sa vzdelávať. Táto skutočnosť je zrejmä na všetkých stupňoch vzdelávania. Z tohto dôvodu posledná dekáda rokov druhého tisícročia je charakteristická rôznymi aktivitami, ktorých cieľom je efektívna implementácia IKT do procesu učenia sa a vyučovania prostredníctvom rozmanitých systémov LMS (Learning Management System). Cieľom všetkých vyspelých krajín sveta je pripraviť svojich študentov čo najlepšie v matematike, v prírodných a technických vedách. Čím skôr získa študent vynikajúce znalosti z týchto predmetov tým má väčšiu perspektívu na úspešné zvládnutie ako vysokoškolského štúdia, tak nových technológií a následne dobré uplatnenie sa v najnáročnejších povolaniach.

*Aký je však súčasný stav? Prieskumy ukazujú, že súčasní žiaci a študenti nielenže nemajú radi prírodné vedy, ale ani im nerozumejú a nesnažia sa túto situáciu zmeniť náročnejším štúdiom [1 – 4]. Fyziku považujú za veľmi náročný predmet zaoberajúci sa len abstraktnými zákonmi a modelmi, nepopisujúcimi reálny svet okolo nás. Považujú ju za nepotrebný predmet pre svoju budúcu odbornú kariéru.*

Wieman & Perkins v roku 2005 deklarovali [5] a naše skúsenosti [2], [3] potvrdzujú, že výučba fyziky a prírodných vied, založená na klasickom stereotype: prednášky – semináre – laboratórne cvičenia a memorovanie všeobecných zákonov, modelov a kumulovanie len teoretických zákonov, prechádza krízou. Situáciu možno dokumentovať úryvkom zo súkromnej korešpondencie, týkajúcej sa súčasného stavu vyučovania základného kurzu fyziky na technicky orientovaných univerzitách [6]:

*„Sú stále horší a horší, pretože ocenenie experimentálnej fyziky inžiniermi je nízke. So zavedením bakalárskeho stupňa sa krátila dotácia výučby fyziky na polovicu. Ale problémy porozumenia zostávajú. Vedomosti z oblasti školskej fyziky spolu s kvantovou fyzikou sú len čiastočne užitočné. Ale sotva ktorý študent je schopný vysvetliť čo rotačný moment je. A títo*

študenti sú tí, ktorí majú stavať vysokovýkonné roboty a manipulátory a konštruovať budúce moderné autá? “

## 2 Súčasný stav – je fyzika v kríze?

Na dokumentovanie situácie uvedieme niektoré získané výsledky realizovaných prieskumov doma i v zahraničí, týkajúce sa matematiky, fyziky a „science“. Budeme vychádzať z voľne dostupných prameňov na Internete.

### 2.1 Prieskum vedomostí žiakov na Slovensku v rámci domáceho testovania

Načrtnime výsledky monitoringu vedomostí, ktorý sa prvýkrát uskutočnil v roku 2003 a následne v roku 2004. Tabuľka 1 sumarizuje výsledky pilotného testovania na Slovensku „Monitoring 2003 a Monitoring 2004“, týkajúce sa preverovania vedomostí maturantov z fyziky [7], [8].

Tabuľka 1: Celkové výsledky testu maturantov z fyziky – Monitoring 2003 a 2004

Známka z fyziky	Rok 2003		Rok 2004	
	Počet študentov	Priemerná úspešnosť v teste [%]	Počet študentov	Priemerná úspešnosť v teste [%]
1 (výborne)	255	51,0	658	61,7
2 (veľmi dobre)	436	34,3	783	49,1
3 (dobre)	574	25,3	1 098	39,4
4 (dostatočne)	436	22,9	744	35,4
5 (nedostatočne)	43	23,1	82	36,3
neklasifikovaní	–	–	17	56,5
neuvedená	8	23,6	16	40,1
<b>Celkovo</b>	<b>1752</b>	<b>30,7</b>	<b>3 398</b>	<b>45,1</b>

Monitoringu 2003 sa zúčastnilo 1752 študentov zo 135 stredných škôl a test obsahoval 53 úloh pokrývajúcich látku určenú osnovami. Výsledky neboli uspokojujúce, pretože len 30,7% maturantov v teste uspelo. Z toho lepšie skóre dosiahli maturanti z gymnázií (53%), kým úspešnosť maturantov zo stredných odborných škôl bola 31% a z učňovských škôl len 23%. Výsledky zároveň odrážajú aj rôznu úroveň vzdelávania na jednotlivých typoch škôl. Ak si uvedomíme, že 82% maturantov (95% gymnazistov, 66% zo stredných odborných škôl s maturitou) sa v roku 2003 zapísalo na univerzitné štúdium, nie je prekvapujúce, že potom sa v prvom roku vysokoškolského štúdia objavujú značné nezrovnalosti vo vstupných vedomostiach. Na technicky orientovaných univerzitách, kde matematika a fyzika tvorí všeobecný základ pre pochopenie odborných predmetov, následne nastáva problém pre vysokoškolských učiteľov, ako tieto nezrovnalosti preklenúť a vyrovnať úroveň vedomostí na požadujúcu.

Monitoringu 2004 z fyziky sa zúčastnilo 3398 študentov z 297 stredných škôl a celková úspešnosť 45,1% bola v porovnaní s rokom 2003 lepšia, (tab. 1). Výsledky testovania v ostatných predmetoch ukázali, že pozornosť študentov stredných škôl je sústredená predovšetkým na jazyky, a to najmä na anglický jazyk, kde úspešnosť na úrovni A bola 61,9% a na úrovni B 51,9%. Najhoršie dopadli študenti stredných škôl v matematike, kde v menej náročných testoch vypočítali zhruba štvrtinu príkladov. Testy úrovne A zvládlo 42,4% študentov, kým testy úrovne B zvládlo len 24,2%. „Nebude to len ich chyba, ale aj celého vzdelávacieho systému,“ uviedol vtedajší minister školstva Martin Fronc [9]. Podľa neho je na týchto školách často menej vyučovacích hodín matematiky. Lepšie výsledky

dosiahli síce gymnazisti, hoci aj tí zvládli náročnejšie testy z matematiky na úrovni A len menej ako na polovicu. Pri menej zložitých testoch úrovne B bola ich úspešnosť dokonca len 39,5%.

V nasledujúcich rokoch monitorovanie vedomostí z fyziky nebolo v popredí záujmu vôbec. Ďalšie dáta monitoringu z fyziky nie sú dostupné.

Od roku 2007 sa uskutočňuje monitoring Testovanie 9 len v dvoch vyučovacích predmetoch – vyučovací jazyk a matematika [10]. V roku 2007 sa ho zúčastnilo 59 818 žiakov s priemernou úspešnosťou 61,2% z matematiky, kým v roku 2008 sa zúčastnilo 58 009 žiakov s priemernou úspešnosťou 56,31% pri priemernej známke na polročnom vysvedčení 2,61. V roku 2009 sa testovania zúčastnilo 50 576 žiakov. Žiaci zo štátnych a cirkevných škôl s vyučovacím jazykom slovenským dosiahli priemernú úspešnosť z matematiky 53,14% a 53,81% pri priemernej známke na polročnom vysvedčení z matematiky 2,71. Pre Testovanie 9 v roku 2010 rozhodlo MŠ SR, že približne 3 360 žiakov z 88 základných škôl dostane dva testy navyše – z matematiky a vyučovacieho jazyka, ktoré majú zistiť, ako dokážu používať získané poznatky v praxi. Išlo o reprezentatívnu vzorku žiakov, ktorú vybral Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania. Výsledku Testovania 9 v roku 2010 z matematiky ukázali že z celkového počtu 47 500 zúčastnených deviatakov z dvadsiatich bodov dosiahli v priemere 12 bodov, čo predstavuje priemernú úspešnosť 60%. Žiaci Trnavského kraja dosiahli priemernú úspešnosť 59%. Súhrnné výsledky za roky 2003 – 2010 udáva tabuľka 2. Z tabuľky 2 vidíme, že vedomostí žiakov z matematiky majú klesajúcu tendenciu v rokoch 2005 – 2009. Nedostatočné znalosti z matematiky ovplyvňujú štúdium ako fyziky, tak i prírodných a technických vied.

Tabuľka 2: Dosiachnutá priemerná úspešnosť žiakov 9 tried v rokoch 2003 – 2010

Rok	Priemerná úspešnosť z matematiky v %	Počet testovaných Žiakov
2003	53,8	16 701
2004	43,9	10 031
2005	65,0	62 440
2006	61,4	63 954
2007	61,2	59 905
2008	56,31	58 009
2009	53,01	50 576
2010	60,1	47 500

Rozhodujúce kritériá pre zhodnotenie vedomostí našich žiakov je ich úspešnosť v medzinárodnom meradle. Pozrime sa teraz bližšie na tieto výsledky. Monitorovacie testy v roku 2009 boli zamerané na zistenie čitateľskej a jazykovej gramotnosti. Testové úlohy vychádzali z medzinárodného merania PISA. Slovenskí žiaci v poslednom testovaní PISA pohoreli, dosiahli podpriemerné výsledky.

## 2.2 Prieskum vedomostí žiakov na Slovensku v rámci medzinárodného testovania

Testovanie s názvom PISA – *Programme for International Student Assessment* prebieha od roku 2000 v krajinách OECD a partnerských krajinách v trojročných cykloch a je zamerané na monitorovanie výsledkov vzdelávania a hodnotenia efektívnosti jednotlivých školských systémov [11]. V roku 2006 sa tohto testovania zúčastnilo vyše 4 731 našich žiakov vo veku 15 rokov zo 189 škôl. Hoci žiaci dosiahli výsledky porovnateľné s rokom 2003, celkové hodnotenie výsledkov v medzinárodnom kontexte sa však výrazne zhoršilo. Správa hodnotí mieru, v akej žiaci disponujú istými zručnosťami považovanými za dôležité pre uplatnenie sa v spoločnosti a zbiera informácie o faktoroch, ktoré môžu mať na ich rozvoj

vpływ. PISA monitoruje schopnosť riešiť problémové úlohy medzipredmetového charakteru, motiváciu žiakov učiť sa, presvedčenie žiakov o vlastných schopnostiach, štýly učenia sa, čitateľskú, matematickú a prírodovednú gramotnosť. Treba si uvedomiť, že v systéme hodnotenia prírodovednej gramotnosti v štúdiách PISA 2003 a 2006 došlo k zmenám. V hodnotení prírodovedných poznatkov v PISE 2006 boli už zastúpené : poznatky o vede a jej aplikáciách, o vedeckom výskume, vedecké dokazovanie ako i vedecká argumentácia a dokonca veda a jej aplikácie v spoločnosti, ktoré tvorili spolu 49 – 55% hodnotenia prírodovedných poznatkov. V hodnotení prírodovedných postupov tak isto nastal posun. Kým v roku 2003 opisovaniu, vysvetľovaniu a predpokladaniu prírodných javov tvorilo 40 – 50%, pochopenie vedeckého výskumu 20 – 25% a interpretácia vedeckých dôkazov a záverov taktiež 20 – 25%, v hodnotení PISA 2006 nastala zmena v orientácii testu a rozdelenie hodnotenia bolo nasledovné:











































































- určenie a aplikácia vhodného poznatku z prírodných vied alebo vedy ako takej – 20%;
- určenie alebo formulovanie vedeckej otázky a systematické hľadanie ďalších informácií – 40%;
- interpretácia dôkazu a odvodenie záverov, ako i komunikácia vedeckých názorov (myšlienok) – 40%.

Z porovnania hodnotení PISA vidíme, akým smerom sa musíme orientovať v prírodovednom vzdelávaní mládeže. Metódy vlastné vedeckej práci je vhodné postupne aplikovať už od základného stupňa vzdelávania a sklbiť ich s jednoduchými alebo i náročnejšími poznatkami týkajúcimi sa štruktúry a vlastností hmoty, pohybu a sily, fyzikálnych a chemických zmien, energie a jej transformácie a tiež interakcie energie a hmoty, ktoré tvorili základné oblasti pre meranie prírodovedných poznatkov. Či nastal v tomto smere posun malo ukázať najbližšie hodnotenie PISA, ktoré sa realizovalo 2. – 17. marca 2009. V 4. cykle štúdie OECD PISA 2009 sa zúčastnilo spolu 68 krajín z celého sveta, z toho 31 členských krajín OECD a 37 partnerských krajín, ktoré nie sú členmi OECD. Monitoring bol zameraný na kľúčové kompetencie v čitateľskej gramotnosti, v matematike a prírodných vedách. Výsledky boli zverejnené 7. decembra 2010 a vieme, že sme obsadili nelichotivé 28. miesto, hneď za Českou republikou. Najlepšie obstáli žiaci z Kórei a Fínska. Výborný výkon podali i žiaci z Hong Kongu-China, Singapuru, Kanady, Nového Zélandu a Japonska.

Vedomosti z oblasti fyziky a prírodných vied možno dokumentovať i výsledkami žiakov deviatej triedy základných škôl prostredníctvom monitoringu TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*), ktoré organizovalo IES National Center for Education Statistics vo Washingtone v rokoch 1999, 2003 a 2007. Výsledky možno nájsť na adrese <http://nces.ed.gov/timss/results07.asp>.

V TIMSS – 1995 Slovensko z 27 zúčastnených krajín sa umiestnilo na ôsmom mieste, čo na prvý pohľad vyzerá ako dobré umiestnenie. Avšak hlbšia analýza ukázala, že naši žiaci nie sú schopní riešiť problémové úlohy týkajúce sa reálnych dejov a ich aplikáciu v každodennom živote. Vo vyhodnocovaní jednej z úloh sme sa umiestnili dokonca na nelichotivej 21. priečke. V TIMSS – 1999, ktorého sa zúčastnili žiaci z 38 krajín, Slovensko pokleslo na 8. miesto v matematike a na 11. miesto v „science“. TIMSS 2007 Slovensko pokleslo až na 14 miesto. Analýza ukázala, že slovenskí žiaci zvládajú dobre úlohy zo zemepisu, kde obsadili 4. miesto (<http://www.iea.nl/timss2007.html>). Avšak zadania z fyziky, kde riešili interdisciplinárne zamerané úlohy reálnych problémov nie sú schopní úspešne riešiť. Prehľad o úspešnosti jednotlivých krajín v PISA testovaní za roky 2000 – 2006 ukazuje tabuľka 3.

Tabuľka 3: Prehľad umiestnení krajín v PISA v rokoch 2003–2006 [11]

2000		2003		2006	
Čitateľská gramotnosť		Matematika		Prírodné vedy	
1.	 <a href="#">Finland</a> 546	1.	 <a href="#">Finland</a> 544	1.	 <a href="#">Finland</a> 563
2.	 <a href="#">Canada</a> 534	2.	 <a href="#">South Korea</a> 542	2.	 <a href="#">Canada</a> 534
3.	 <a href="#">New Zealand</a> 529	3.	 <a href="#">Netherlands</a> 538	3.	 <a href="#">Japan</a> 531
4.	 <a href="#">Australia</a> 528	4.	 <a href="#">Japan</a> 534	4.	 <a href="#">New Zealand</a> 530
5.	 <a href="#">Ireland</a> 527	5.	 <a href="#">Canada</a> 532	5.	 <a href="#">Australia</a> 527
6.	 <a href="#">South Korea</a> 525	6.	 <a href="#">Belgium</a> 529	6.	 <a href="#">Netherlands</a> 525
7.	 <a href="#">United Kingdom</a> 523	7.	 <a href="#">Switzerland</a> 527	7.	 <a href="#">South Korea</a> 522
8.	 <a href="#">Japan</a> 522	8.	 <a href="#">Australia</a> 524	8.	 <a href="#">Germany</a> 516
9.	 <a href="#">Sweden</a> 516	9.	 <a href="#">New Zealand</a> 523	9.	 <a href="#">United Kingdom</a> 515
10.	 <a href="#">Austria</a> 507	10.	 <a href="#">Czech Republic</a> * 516	10.	 <a href="#">Czech Republic</a> * 513
11.	 <a href="#">Belgium</a> 507	11.	 <a href="#">Iceland</a> 515	11.	 <a href="#">Switzerland</a> 512
12.	 <a href="#">Iceland</a> 507	12.	 <a href="#">Denmark</a> 514	12.	 <a href="#">Austria</a> 511
13.	 <a href="#">Norway</a> 505	13.	 <a href="#">France</a> 511	13.	 <a href="#">Belgium</a> 510
14.	 <a href="#">France</a> 505	14.	 <a href="#">Sweden</a> 503	14.	 <a href="#">Ireland</a> 508
15.	 <a href="#">United States</a> 504	15.	 <a href="#">Austria</a> 506	15.	 <a href="#">Hungary</a> 504
16.	 <a href="#">Denmark</a> 497	16.	 <a href="#">Germany</a> 503	16.	 <a href="#">Sweden</a> 503
17.	 <a href="#">Switzerland</a> 494	17.	 <a href="#">Ireland</a> 503	17.	 <a href="#">Poland</a> 498
18.	 <a href="#">Spain</a> 493	18.	 <a href="#">Slovakia</a> **** 498	18.	 <a href="#">Denmark</a> 496
19.	 <a href="#">Czech Republic</a> * 492	19.	 <a href="#">Norway</a> 495	19.	 <a href="#">France</a> 495
20.	 <a href="#">Italy</a> 487	20.	 <a href="#">Luxembourg</a> 493	20.	 <a href="#">Iceland</a> 491
21.	 <a href="#">Germany</a> 484	21.	 <a href="#">Poland</a> 490	21.	 <a href="#">United States</a> 489
22.	 <a href="#">Hungary</a> 480	22.	 <a href="#">Hungary</a> 490	22.	 <a href="#">Slovakia</a> **** 488
23.	 <a href="#">Poland</a> 479	23.	 <a href="#">Spain</a> 485	23.	 <a href="#">Spain</a> 488
24.	 <a href="#">Greece</a> 474	24.	 <a href="#">United States</a> 483	24.	 <a href="#">Norway</a> 487
25.	 <a href="#">Portugal</a> 470	25.	 <a href="#">Italy</a> 466	25.	 <a href="#">Luxembourg</a> 486
26.	 <a href="#">Luxembourg</a> 441	26.	 <a href="#">Portugal</a> 466	26.	 <a href="#">Italy</a> 475
27.	 <a href="#">Mexico</a> 422	27.	 <a href="#">Greece</a> 445	27.	 <a href="#">Portugal</a> 474
		28.	 <a href="#">Turkey</a> 423	28.	 <a href="#">Greece</a> 473
		29.	 <a href="#">Mexico</a> 385	29.	 <a href="#">Turkey</a> 424
				30.	 <a href="#">Mexico</a> 410

### 2.3 Ako ďalej?

Mali by sme sa zamýšľať prečo dosiahnuté výsledky v monitorovaní sú pre slovenských žiakov tak neuspokojivé a prečo s ubiehajúcim časom sa situácia nezlepšuje.

Súčasná spoločnosť vkročila do éry vzdelávania v e-spoločnosti, kde na študenta sú kladené vyššie požiadavky v tom zmysle, že študent má abstrahovať väčšie množstvo informácií a rozhodujúcim faktorom sa stáva schopnosť učiť sa. Nové médiá jednoznačne umožňujú lepšie možnosti učenia sa vzhľadom na viaceré aspekty. Ako príklad možno uviesť:

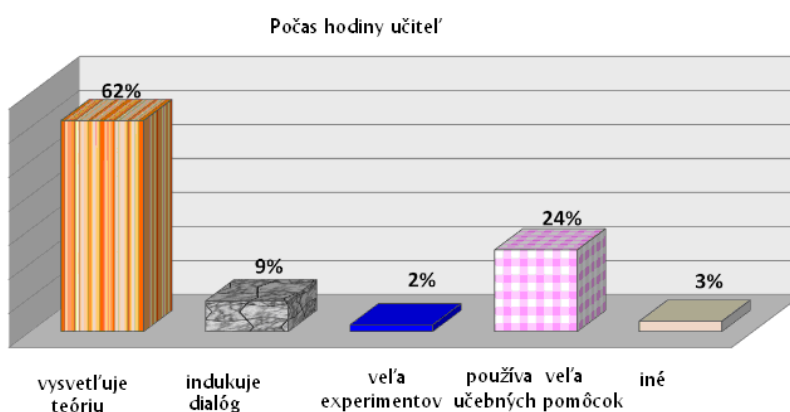
- ľahšia dostupnosť k informáciám,
- ľahká dostupnosť literárnych zdrojov ako domácich, tak zahraničných cez Internet,
- možnosť ľahšie medzi sebou komunikovať a spolupracovať či už e-mailom alebo Skypom, či mobilmi... množstvo nových nástrojov na vzdelávanie (interaktívna tabuľa, počítačom podporované vzdelávanie...),
- rôzne voľne prístupné LMS (Learning management system) ako je MOODLE a iné.

Naše skúsenosti ale ukazujú, že študenti nie sú dychtiví po náročnom štúdiu, tak ako tomu bolo v predchádzajúcej generácii. Súčasná mládež si vyberá cestu najmenšieho odporu s uspokojením sa pri dosiahnutí minimálne požadovaných kritérií. Nie sú ochotní náročnejším samoštúdiom dosahovať lepšie výsledky. A tak záujem o štúdium náročnejších technických disciplín z roka na rok klesá, nevynímajúc štúdium fyziky. Situácia je nepriaznivá nielen u nás. Ako príklad možno prezentovať situáciu v USA dvomi citátmi. Prvý bol publikovaný v roku 2009 Hodappom [12].

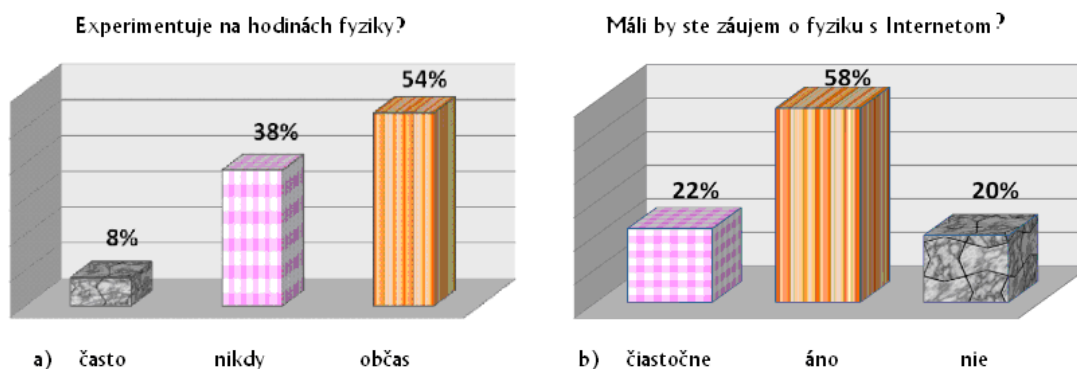
*„Odbory fyziky v súčasnosti prezentujú le asi 1,4% všetkých študujúcich prírodnej vedy a matematiku. Pred 40 rokmi tvorili 4%. Mnohí z viac ako 23 000 US stredoškolských učiteľov fyziky nie sú dostatočne pripravení na svoj predmet. Slabá príprava učiteľa fyziky nedovoľuje dobrú prípravu študentov a teda prístup ku kvalitnému vzdelaniu vo fyzikálnych oblastiach.“*

Druhý citát Dacey [13] vystihuje situáciu slovami: *„Fyzika nezmizla, ale študenti majú kredity, ... Dve presvedčivé štatistiky ukazujú: a) Viac ako v jednej zo štyroch štátnych škôl nemôžu ponúknuť výučbu „A-level physics“, pretože im chýbajú špecializovaní učitelia na tento predmet; b) Počet študentov, ktorí si zapísali „A-level physics“ poklesol na 29 000 zo 44 000 v osemdesiatych rokoch minulého storočia.“*

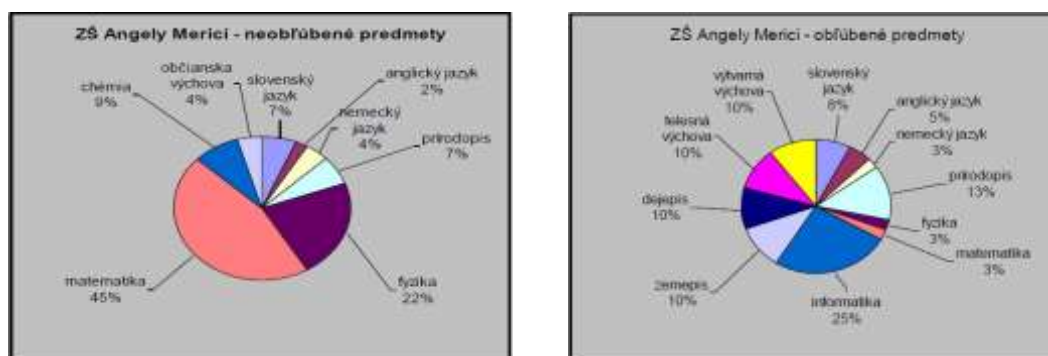
Vidíme, že výsledky sú alarmujúce a to nielen v USA, ale aj v Anglicku. Dokonca v lete 2010 sa otázkou štúdia „science“ zaoberal i Britský parlament. Aká je situácia u nás? Máme kvalifikovaných učiteľov fyziky na svojich miestach? Aká je situácia najmä na základných školách, kde sa tvorí žiakov vzťah k fyzike a prírodným a technickým disciplinám? Bol by výsledok odlišný od prezentovaných? Výsledky nami realizovaného prieskumu na vybraných základných školách [14], [15] poukazujú na pretrvávajúce klasické metódy vyučovania fyziky, ktoré sú založené najmä na teoretickom vysvetľovaní učiteľa, ktoré v nami uskutočnenom prieskume tvorilo až 62% hodiny. Indukovanie dialógu medzi študentmi či žiakmi a demonštračné experimenty sú v súčasnosti zriedkavosťou na hodine fyziky. Výsledok prieskumu dokumentuje obr. 1. *Ako potvrdzujú diagramy na obr. 2, učiteľ nevyužíva v plnej miere možnosti, ktoré ponúka skúsenosť nadobudnutá prostredníctvom experimentálnych aktivít. A tak žiaci zaraďujú fyziku medzi „neoblúbené predmety“ (obr. 3).*



Obr. 1 Výsledky dotazníkového prieskumu na vybraných školách v Trnavskom kraji v roku 2010



Obr. 2 Výsledky dotazníkového prieskumu na vybraných školách v Trnavskom kraji



Obr. 3 Výsledky dotazníkového prieskumu na ZŠ v Trnave

Novými aktivitami by sme mali dosiahnuť takú zmenu aby sa fyzika zaradila medzi „oblúbené predmety“. Podarí sa nám to? A ako? Napomáha nová školská reforma riešiť boľavé miesta? Zatiaľ je známa skutočnosť, že súčasní študenti dobre nechápu prepojenie matematiky, fyziky a javov okolitého reálneho sveta. V mnohých prípadoch je pravidlom, že študenti prichádzajúci na technické univerzity nie sú podrobení prijímacím skúškam. Základy stredoškolskej matematiky a fyziky nie sú u mnohých na požadovanej úrovni pre vysokoškolské štúdium.

Obdobné konštatovanie je možno počuť z úst učiteľov stredných škôl o pripravenosti zo základnej školy. Málokto študenti si nevedomosti zo základnej alebo stredoškolskej látky doplnia prostredníctvom doplnkových kurzov alebo samoštúdiom. Dôsledkom tejto skutočnosti je, že veľa študentov technických univerzít nezvládne v prvom ročníku vysokoškolského štúdia matematiku a fyziku. A situácia sa z roka na rok zhoršuje. Rovnaká situácia je u študentov začínajúcich štúdiom na učiteľskú dráhu v dvojpredmetovom štúdiu v kombináciách s fyzikou. Obdobne, počet študentov, ktorí prichádzajú študovať fyziku neustále klesá. Na ilustráciu možno uviesť údaje o počte študentov všetkých fyzikálnych odborov na Slovensku z roku 2007, kedy celkový počet študentov bol 162. Z nich 40% tvorili ženy. Najväčší počet študujúcich a absolventov v tomto roku tvorili študenti s pedagogickou orientáciou. Podrobnejšie údaje udáva tabuľka 4 [16].

Situácia s počtom študentov na kombináciách s fyzikou s pedagogickým zameraním sa neustále znižuje. Aspoň tak je tomu na Pedagogickej fakulte v Trnave. Ako je a či je možné vôbec zmeniť túto situáciu?

Tabuľka 4: Počet študentov, doktorandov a absolventov odboru fyzika

	Počet študentov v roku 2007/08		Počet absolventov (k 1.12.2007)		Počet PhD. študentov v 2007/08		Počet absolventov PhD. štúdia (31.12.2007)	
	celko ve	ženy	celko ve	ženy	celko ve	ženy	celko ve	ženy
Fyzika + ostatné predmety	26	21	49	23				
Fyzika (Bc. program)	239	68	62	24				
Fyzika (Mgr. program)	113	39	51	18				
Fyzika (postgraduálny program)					178	52	39	15
Σ celkove	378	128	162	65	178	52	39	15
Σ [%]	100	33.9	100	40.3	100	29,2	100	38,5

Uviedli sme, že s rovnakým problémom sa potýkajú viaceré krajiny. Ako je možné, že sme pripustili, aby sme sa z kedysi z krajiny s výborne uznávaným školským systémom (patrili sme medzi prvých 10 krajín na svete) „dopracovali“ na prepadávajúce miesta v hodnotení? Nejde len o umiestnenie v hodnotení. Prvoradý by mal byť význam vedomostí mladej generácie, pretože fyzika a logické myslenie rozvíjané prostredníctvom matematiky a prírodných vied je veľmi dôležité pre porozumenie nových technológií a ich neustály rozvoj. Má súčasná situácia a trendy vo vyučovaní matematiky väzbu aj na fyziku? Mnohí z nás vieme, že samozrejme áno. Čím slabší je matematický aparát a zručnosti žiaka, tým náročnejšie je porozumenie dejov reálneho sveta okolo nás, ktoré zachytávajú a objasňujú prírodovedné disciplíny, a teda i fyzika. Ako potom pracovať s takto „fundovanými“ študentmi na vysokoškolskej úrovni? Ako čeliť tejto nelichotivej situácii a pretrvávajúcemu názoru študentov, že fyzika je nezáživný predmet?

Uvedomujeme si fakt, že pre rozvoj tvorivého, logického myslenie študentov je žiaduce vyvolať ich zvedavosť, predstavivosť a záujem o nové informácie alebo metódy výskumu. Zmena situácie je veľmi žiaduca a súvisí so zmenou zastaraných edukačných foriem a metód. Pritom je nevyhnutné:

- vzbudiť záujem študentov,



- zmeniť postoje absolventov stredných škôl smerom k prírodným a technickým disciplinám,
- zmeniť spôsob výučby.

Navrhnuté zmeny sú však žiaduce, a to nielen na univerzitnej úrovni, ale už od základnej úrovne vzdelávania s cieľom urobiť učenie sa a štúdium atraktívnejšie a flexibilnejšie. Je žiaduce zmeniť ho zaujímavejšími formami a metódami s fokusom na ľahšie porozumenie javov reálneho sveta okolo nás.

Ako to urobiť? Vychádzame z toho, že **experimentovanie** je kľúčovým bodom pre riešenie situácie. Čo nás k tomu vedie? Pre odpoveď siahneme do histórie a uvedieme citáty dvoch slávnych fyzikov:

- prvého nositeľa Nobelovej ceny za fyziku v r. 1901 W. C. Röntgena:  
„Experiment je najsilnejším a najspoľahlivejším nástrojom, ktorý prinúti prírodu vydať svoje záhady“.
- a nositeľa Nobelovej ceny za fyziku z roku 1918 Maxa Plancka:  
Konečným a najvyšším cieľom vzdelávania nie sú vedomosti a zručnosti ale praktická aktivita. Avšak ak zručnosť predchádza akejkoľvek praktickej činnosti, je to poznanie a porozumenie, ktoré sú nevyhnutným predpokladom pre zručnosť.“

Pri riešení situácie komplexne si treba uvedomiť, že sa musíme sústrediť taktiež na kvalitnú prípravu budúcich učiteľov fyziky. Prečo? Pretože obľúbenosť, resp. neobľúbenosť predmetu žiakov sa v mladom veku mnohokrát odvíja od kladného alebo záporného vzťahu žiaka/študenta k učiteľovi. Súčasný učiteľ nielenže musí byť odborne vyspelý, ale musí jednak ovládať a vedieť používať najnovšie IKT a musí vedieť zaujať a aktivovať žiaka, resp. študenta.

Taktiež je žiaduce sa venovať „in service teacher“, t.j. učiteľom z praxe, aby sa dozvedeli aké možnosti ponúkajú najnovšie IKT v spojení s ich predmetom. Ale nielen to. Mnohých treba naučiť s nimi pracovať aj v tak zložitých podmienkach školstva a nedocenení učiteľa spoločnosťou po každej stránke. Máme na mysli aktivovať učiteľov do novej role „facilitátora“, ktorý využíva osobnú interakciu študent-učiteľ, založenú na konštruktivistickom prístupe na hodinách fyziky a všestrannom rozvíjaní implementácie IKT do výučby. Môže to byť cez kooperatívne, alebo projektové vyučovanie využívajúce nové technológie vzdelávania ako napr. WEB – Learning (Internetom podporované vyučovanie) v kombinácii s „Inquiry-based science education“ (vzdelávanie prostredníctvom dopytovania sa, skúmania), úspešne realizovanom prof. Lilian Mac Dermot v USA [17 – 21]. Taktiež pre študentov je zaujímavé vzdelávanie využívajúce interaktívne SIDL, t.j. „Socratic Induce Dialogue Laboratory“ a projektové vyučovanie. Metóda SIDL bola úspešne realizovaná Heikom [22 – 24] a jeho nasledovníkmi [25], [26]. Uvedené edukačné metódy majú za cieľ premenu tradičného prírodovedného laboratória s tradičnými laboratórnymi úlohami, v prevažnej väčšine založenými na presne stanovenej úlohe a s presne určeným postupom (tzv. „recipe labs“ – laboratória podľa „receptu“ (návodu)) [27] na interaktívnu formu vzdelávania.

Novou technológiou vzdelávanie je i tzv. Integrovaný e-learning (INTe-L) [28 – 30] – nová, vyššia generácia e-learningu, ktorú na Pedagogickej fakulte zaviedol prof. Schauer a je úspešne aplikovaná ako na Trnavskej univerzite v Trnave, tak i na Fakulte aplikovanej informatiky Univerzity Tomáše Bati v Zlíne. V krátkosti sa jej budeme venovať v nasledovnom paragrafe.

Záverom tejto časti, by sme si dovoľili pripomenúť odporúčania Európskeho parlamentu z 18. decembra 2006, ktorý doporučuje pristupovať k novým formám a metódam vzdelávania tak, aby zavádzané reformy cielene smerovali k rozvíjaniu znalostnej spoločnosti, ktorej členovia budú rovne vybavení deklarovanými kľúčovými kompetenciami [31]. Ako uvádza Maastrichtská štúdia [32], plniť tieto ciele sa nedarí ani z krátkodobého, ani

dlhodobého hľadiska. Správa o odbornom vzdelávaní a odbornej príprave z roku 2004 uvádzala pozorovaný značný rozdiel medzi úrovňami vzdelávania, ktoré vyžadujú nové pracovné miesta, a úrovňami vzdelávania, ktoré dosahuje európska pracovná sila. Táto štúdia ukazuje, že viac ako tretina európskej pracovnej sily (80 miliónov osôb) je vybavená nízkymi zručnosťami, zatiaľ čo podľa odhadov až takmer 50% nových pracovných miest bude do roku 2010 vyžadovať vysokoškolskú úroveň kvalifikácie, približne 40% bude vyžadovať úplné stredoškolské vzdelanie a len približne 15% bude vhodných pre ľudí so základným vzdelaním.

Naplnila sa táto prognóza? Zrejme celkom nie [33]. Ale je zrejme, že požiadavka na vzdelanie je stále aktuálna. Z tohto hľadiska vidíme nevyhnutnosť venovať sa kvalitnej príprave učiteľov, ktorú na Pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity už dlhodobo realizujeme. Snažíme sa, aby učiteľ v procese vzdelávania žiakom/študentom sprostredkoval poznanie tak, že neexistujú bariéry medzi jednotlivými úrovňami organizácie prírody a odhaľovania jej zákonitostí. Toto je možné len prostredníctvom koordinovanej spolupráce všetkých prírodovedných odborov s využitím najnovších IKT prostriedkov a ich spojením najmä s experimentovaním, motivovaním túžby po poznaní, objavovaní reálneho sveta a to cez najmodernejší fenomén súčasnosti – Internet a nevyhnutne cez najstarší fenomén – experiment. Veď známy citát Leonarda da Vinciho učí:

*„Experiment je môj učiteľ, múdrosť je dcéra skúsenosti“*,  
a citát experimentátora Galilea Galileiho nabáda :

*„Zmeraj všetko merateľné a nemerateľné urob merateľným.“*

Ak siahneme ešte hlbšie, do čínskej histórie k myšlienkam Confuciusa:

*„Sú tri cesty získania múdrosti. Prvá cesta je cesta skúsenosti. Tá je najťažšia. Druhá cesta je cesta napodobňovania, tá je najľahšia. Tretia cesta je cesta premýšľania. Tá je najušľachtilejšia.“*

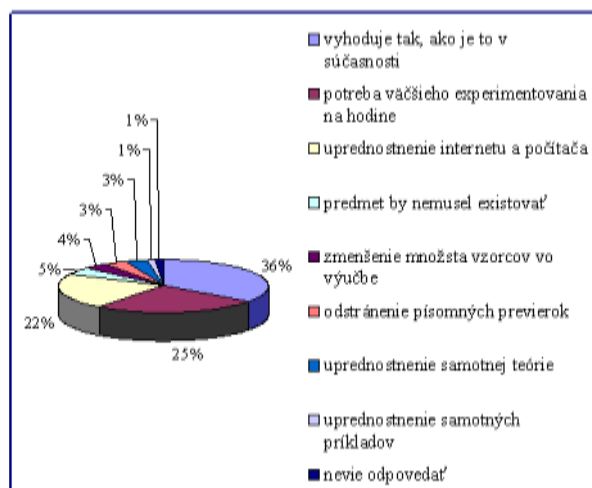
rozpoznávame dôležitosť vedomostí a logického premýšľania. Ktorú cestu ponúka stratégia INTe-L bude predmetom ďalšej časti príspevku.

### 3 Integrovaný e-learning – INTe-L

Ako sme už v úvode spomenuli pre rozvoj tvorivého myslenia žiaka/študenta je žiaduce vzbudiť jeho zvedavosť, predstavivosť, uvažovanie a logiku, ako i vzbudiť jeho záujem o nové poznatky, nové metódy, či dokonca o vedecké bádanie v snahe preveriť určitú skutočnosť a podložiť ju dôkazmi. Pritom je možné využiť obľúbenosť práce s počítačmi u celej mladej generácie. Preto v snahe o širšie zavedenie IKT a experimentu do vyučovania na území SR bola vytvorená nová stratégia vzdelávania, ktorej autori F. Schauer, F. Lustig a M. Ožvoldová dali názov **integrovaný e-learning (INTe-L)**. Je to špecifický pojem, ktorý sa týka všetkých predmetov, kde tvorí experiment dôležitú súčasť vzdelávania.

#### 3.1 INTe-L – nová stratégia vzdelávania

Áká je predstava žiakov o vyučovaní predmetu fyzika? Ako je možné najlepšie utvárať u žiakov a študentov správne predstavy o javoch reálneho sveta? Pokúsme sa nájsť odpovede na tieto otázky. Jednu z predstáv možno dokumentovať výsledkami prieskumu, prezentovaného vo forme diagramu na obr. 4. [15].

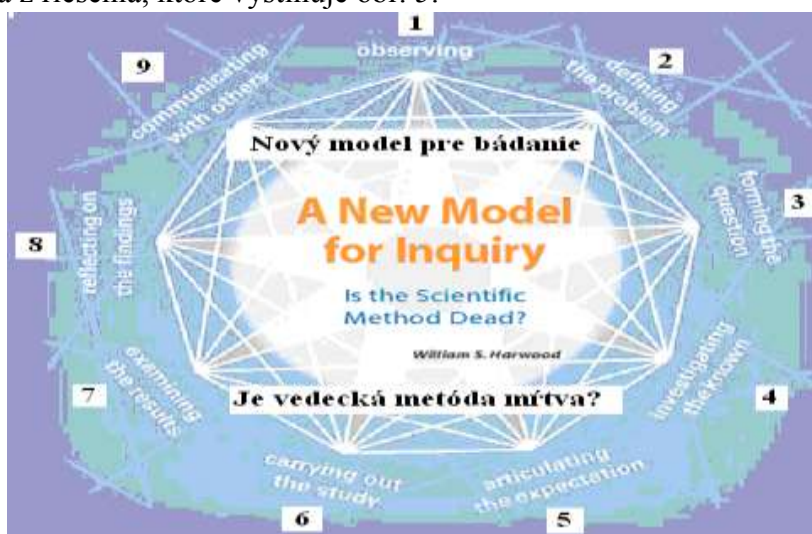


Obr. 4 Predstava žiakov o vyučovaní predmetu fyzika

Otázky boli zámerné položené na hodine fyziky, nakoľko tento predmet je v doterajšom myslení stále považovaný za jeden z najväčších strašiakov a jeden z najneoblúbenejších a najťažších predmetov v radoch žiakov (ako aj študentov). Z odpovedí vyplýva, že hoci každá osobnosť žiaka je obklopená ako v škole, tak aj v osobnom živote množstvom nových technológií, ich využitie v tomto predmete je na mnohých školách veľmi sporadické.

Ako ukázali výskumy a orientácia monitorovania TIMSS je nevyhnutné zamerať sa určenie alebo formulovanie vedeckej otázky a systematické hľadanie ďalších informácií a interpretáciu dôkazu a odvodenie záverov, ako i komunikáciu vedeckých názorov.

Základný model pre získanie vedeckých informácií navrhol v roku 2004 W. Harwood [34] a vychádza z riešenia, ktoré vystihuje obr. 5.



Obr. 5 Nový model pre skúmanie dotazmi navrhnutý Harwoodom

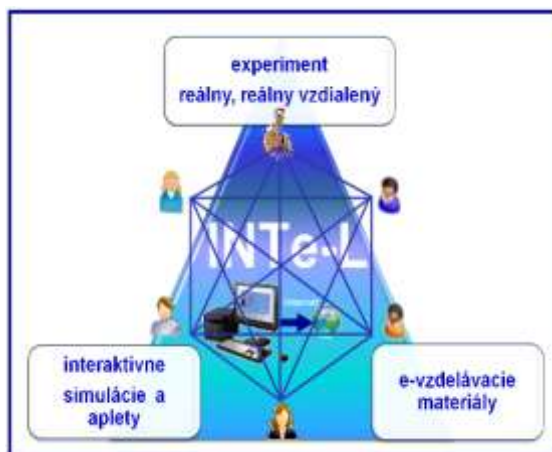
Bude splňať nová stratégia INTe-L tieto atribúty navrhnuté Harwoodom a aplikované na INTe-L? Skôr než odpovieme na položenú otázku, objasníme podstatu INTe-Lu:

INTe-L je stratégia vyučovania, založená na priamej možnosti využitia reálneho, reálneho vzdialeného a virtuálneho experimentu vo vyučovaní, ktorým sa vlastne dopĺňa štandardný e-learning o chýbajúci článok – experiment [28], [29]. Prostredníctvom experimentu a experimentovania môžu žiaci lepšie pochopiť význam abstraktných pojmov, ktoré pri klasickom vyučovaní v mnohých prípadoch len kvantitatívne absorbovali, bez záujmu a ich hlbšieho porozumenia.

INTe-L je založený na metódach poznania, ktoré sa využívajú vo vedeckej práci a ktorej hlavnými znakmi sú: *pozorovanie javov reálneho sveta, vyhľadávanie a záznam informácií, organizácia a plánovanie práce, prezentácia dát v tabuľkách a grafoch*. Pri tejto stratégii vyučovania je dôležité postupovať od pozorovania k vytváraniu pojmovej štruktúry a modelov, až po zoznámenie sa s príslušnými prírodovednými zákonmi. Vedecké postupy totiž umožňujú *identifikovať alebo formulovať vedecké otázky, hľadať súvislosti medzi reálnym svetom okolo nás a teoretickými poznatkami*, t.j. vedieť aplikovať získané poznatky prírodných vied v praxi a porozumieť jednotlivým súvislostiam.

Za účelom naplnenia cieľov INTe-Lu Schauer a kol. postulovali jeho tri základné komponenty (obr. 6):

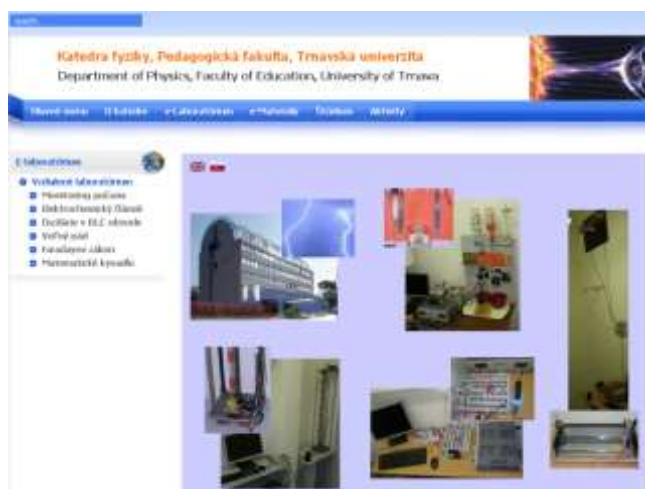
1. **experiment** – reálny, reálny vzdialený experiment na internete;
2. **simulácie a aplety**, resp. physlety ako virtuálny experiment;
3. **elektronický vzdelávací materiál** – e-učebnice alebo e-študijné materiály.



Obr. 6 Schematická prezentácia novej technológie vzdelávania integrovaného e-learningu (INTe-L)

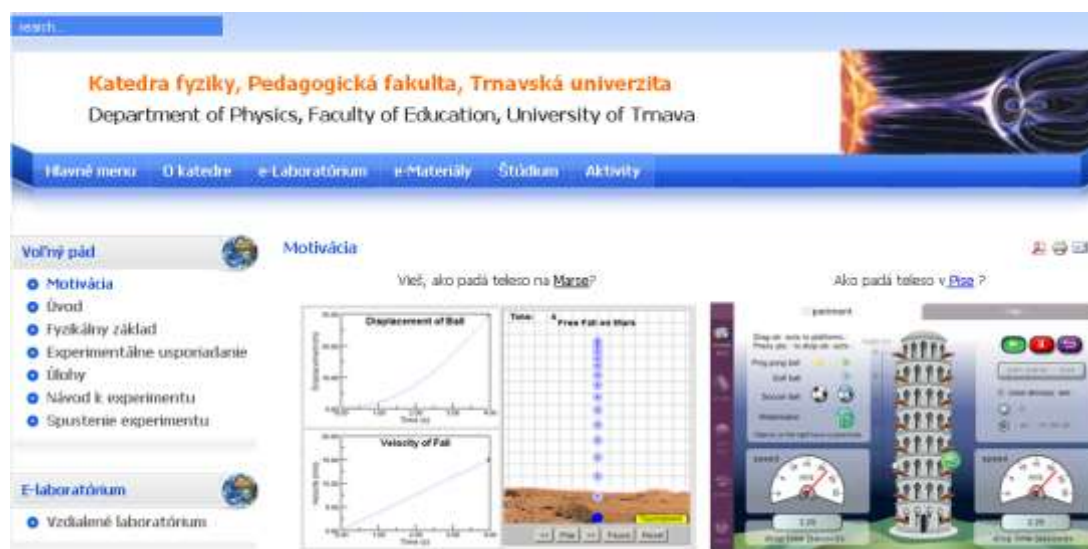
Podstata integrovaného e-learningu spočíva v jednote všetkých jeho troch zložiek, čo vystihuje definícia integrovaného e-learningu, ktorú jeho autori formulovali nasledovne [29]: „INTe-L je interaktívna stratégia vyučovania a učenia sa založená na pozorovaní javov reálneho sveta prostredníctvom: experimentu resp. e-experimentu, e-simulácií, realizovaných na základe fyzikálnych zákonov a e-študijných materiálov ako sú interaktívne e-učebnice, príručky a návody k obsluhu poskytujúce informácie a teoretický základ na porozumenie a kvantifikáciu pozorovaných javov.“

Implementácia navrhutej schémy vzdelávania v dobe markantného nástupu, podpory a využívania IKT je žiaduca a nevyhnutná. Skrýva v sebe náročnosť realizácie ale najmä jednoduchosť využívania najmodernejších technológií prostredníctvom reálnych a virtuálnych e-laboratórií, ktoré ponúkajú webové stránky. Pri tejto príležitosti možno prezentovať výsledky pracovníkov katedry fyziky PdF TU a ich doktorandov prezentované realizáciou prvého slovenského e-laboratória na Slovensku voľne dostupného na adrese: <http://kf.truni.sk/remotelab> (obr. 7) [35], [36].



Obr. 7 Pohľad na vstupnú www. stránku prvého slovenského e-laboratória

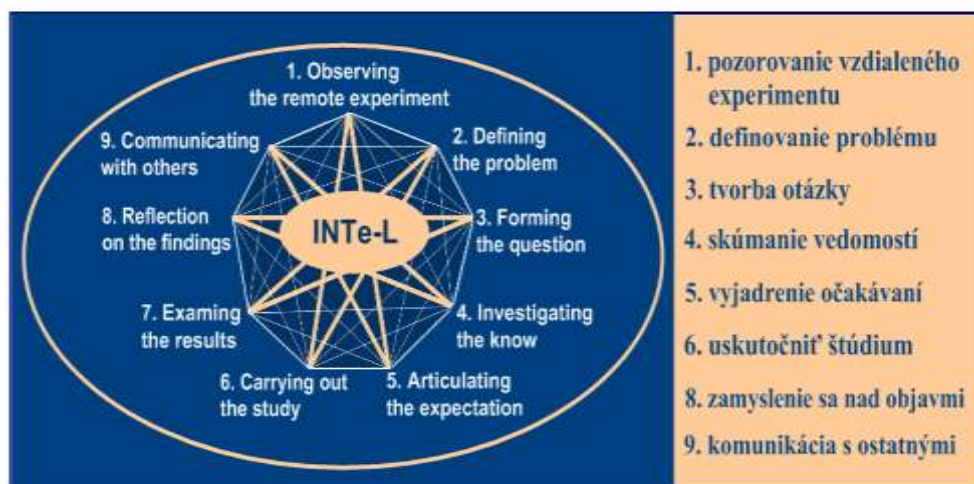
Taktiež sme participovali na spoločných aktivitách s doc. Lustigom z MFF Karlovej univerzity v Prahe, výsledkom ktorých je „Projekt e-laboratória“, voľne prístupnom na adrese <http://www.eedu.eu/> alebo [www.ises.info](http://www.ises.info). Obidve e-laboratória majú anglickú mutáciu všetkých sprievodných materiálov v zložení: Motivácia, Úvod, Fyzikálny základ, Experimentálne usporiadanie, Úlohy, Návod k experimentu, Spustenie experimentu, ako ukazuje obr. 8.



Obr. 8 Pohľad na štruktúru e-experimentu v stratégii INTe-L

Porovnaním bázy integrovaného e-learningu s modelom Harwooda pre bádanie vidíme, že na obidvoch stranách sa obnovila a rezonovala myšlienka využívania vedeckej metódy vo vzdelávaní. Táto myšlienka sa stáva všade prítomnou, čo potvrdzujú i zmenené oblasti skúmania prírodovednej gramotnosti. Vedecké aktivity začínajú keď učiteľ v rámci hodiny, (prednášky, semináru, laboratórneho cvičenia,..) v roli facilitátora spustí napr. demonštračne e-experiment. Ako prvá fáza nastáva pozorovanie experimentu. Potom nasledujú aktivity určené vedeckým modelom, ktorý transformovanie na stratégiu INTe-L ukazuje obr. 9. Ide sa o: definovanie problému, tvorbu otázok, skúmanie vedomostí, vyjadrenie očakávaní,

realizácia štúdia pozorovaného javu, zamyslenie sa nad pozorovaniami a objavmi, komunikácia s ostatnými. Samozrejme že experiment, či reálny alebo virtuálny prezentovaný prostredníctvom interaktívnej simulácie poskytuje ešte množstvo iných výhod. O mnohých z nich sme diskutovali v našich výstupoch na konferenciách či v časopisoch, takže na tomto mieste sa o nich nebudeme podrobnejšie zaoberať. Zaujemca o problematiku môže siahnuť po publikovaných zdrojoch [37 – 62].



Obr. 9 Harwoodov model „Model for Inquiry“ aplikovaný na INTe-L

### 3 Záver

Cieľom príspevku bolo zamyslieť sa nad súčasnými znalosťami našich študentov z oblasti matematiky a prírodných vied a podporiť ich výsledkami monitorovania vedomostí prebiehajúcimi ako na domácej (Monitor), tak i na medzinárodnej úrovni (PISSA, TIMSS). V poslednej dekáde rokov totiž pozorujem stále častejšie u študentov mnohokrát hlboké neznalosti základných matematických úkonov, ktoré brzdia napredovaniu výučbu ako prírodných tak technických vied na požadovanej univerzitnej úrovni a taktiež s nezáujmom o technicky orientované štúdium, vrátane fyziky, či už pre pedagogickú alebo vedeckú orientáciu. S takýmito skúsenosťami sa stretávame najmä na technických univerzitách, kde fyzika a matematika sú dva z najčastejšie problematických predmetov v prvom ročníku vysokoškolského štúdia. Korene týchto problémov spočívajú v nedostatočnej príprave na úrovni základnej a strednej školy.

Uviedli sme, že jednou z možností ako čeliť tejto situácii je získať študentovu pozornosť a dychtivosť po nových poznatkoch. Využívame pritom obľúbenosť a dostupnosť Internetu v domácom zázemí našich žiakov a študentov a tiež v školskom prostredí. Na zmysluplnom využívaní Internetu a experimentovaní prostredníctvom neho sme položili základ novej stratégie vzdelávania.

Naše skúsenosti, vychádzajúce značne v prospech novej vyššej generácie e-learningu, ktorú sme nazvali INTe-L, naznačujú, že táto stratégia vzdelávania v období mutimédií a hypermédií prináša nové nebývalé možnosti do vyučovacieho procesu s cieľom skvalitniť vyučovanie prírodovedných a technických predmetov a aktivizovať študenta do novej aktívnej roli, ktorá je krédom konštruktivistického vzdelávania. Ciele výučby prostredníctvom integrovaného e-learningu možno formulovať z hľadiska:

a) kognitívnych cieľov:

- rozširovať poznanie,
- rozvíjať tvorivé myslenie,

- spájať poznatky do uceleného systému poznania;
- b) edukačných cieľov:
- rozvíjať samostatnosť pri práci,
  - rozvíjať tvorivý prístup a naučiť sa plánovať experiment,
  - formulovať vedecké otázky,
  - systematicky hľadať ďalšie informácie,
  - získať a triediť informácie z rôznych zdrojov a verifikovať ich,
  - prezentovať výsledky svojej práce,
  - argumentovať,
  - pracovať s IKT,
  - zovšeobecňovať výsledky a aplikovať ich na iné situácie,
  - možnosť pracovať s konkrétnymi a vlastnoručne získanými informáciami – reálnymi dátami prakticky v ktorúkoľvek hodinu 24 hodín denne, podľa možností študenta,
  - možnosť spracovať a vyhodnocovať získané reálne dáta a dosiahnuť ich správnu interpretáciu ako i dôkazu a odvodenie záverov,
  - využívať reálne e-experimenty a virtuálne experimenty na integráciu predmetov a využívanie medzi predmetových vzťahov a i.

Nová stratégia INTe-L umožňuje jej široké uplatnenie implementáciou do výučby na všetkých stupňoch vzdelávania. Umožňuje nielen expanziu online vzdelávania a online experimentovania do tých predmetov, kde doteraz nebolo možné e-experiment realizovať on line, ale i do predmetov ako sú napríklad informatika, zemepis a jazyky, najmä anglický [57]. Napomáha tak komplexnejšiemu prístupu k vzdelávaniu prostredníctvom vzdialeného experimentovania. Taktiež podporuje snahu nájsť cestu IKT do humanitných odborov, kde schopnosti a e-zručnosti zostávajú stále na nízkej úrovni vzhľadom na nedostatočné vybavenie a nižšej úrovni prípravy ľudí, ktorí používajú IKT nástroje.

Veríme, že pri dobrej príprave budúcich učiteľov fyziky a zvládnutí stratégie INTe-L na jednotlivých úrovniach sa postoje študentov zmenia a vyústia do zvýšeného záujmu študentov o prírodné a technické odbory. Nová stratégia vzdelávania INTe-L sama o sebe nevyrieši problémy, ktoré sú formulované ako „kríza fyziky“. Ale určite napomôže ich odstráneniu a podporí interaktivitu medzi žiakom a učiteľom a dáva za pravdu slovám I. Kalaša [61]: *„Každý z nás je žiakom na celý život. Preto sa učíme v škole, aj po škole, doma aj v práci. Nové technológie dovoľujú študentom aj nám dospelým, chodiť „do školy“ alebo si ju hoc aj nosiť všade „so sebou“* [63].

### PodĎakovanie

Projekt budovania prvého slovenského e-laboratória vzdialených interaktívnych experimentov na Slovensku na Katedre fyziky Trnavskej univerzity v Trnave umožnil vytvorenie novej stratégie INTe-L a jej implementáciu do edukačného procesu. Do súčasnej podoby bolo e-laboratórium vybudované na základe úzkej všestrannej odbornej a technickej pomoci prof. Schauera a spolupracovníkov z katedry fyziky TU v Trnave a jej technických pomocníkov Šeryho J. a Sýkoru R. ako i na základe odbornej spolupráce s doc. F. Lustigom z MFF UK V Prahe. Riešitelia ďalej vyjadrujú vďaku vedeniu PdF TU a finančnej podpory grantových agentúr KEGA MŠ SR prostredníctvom grantu č. 3/7227/09 a VEGA MŠ SR prostredníctvom grantu č. 1/0332/08.

## Literatúra

- [1] KRAJČOVIČ J., RIEDLMAJER, R. Analysis of knowledge level of secondary school students from physics with respect of the MtF STU request. In. *Internet Journal*, V 4, 2004, N 3, ISSN: 1335-9053, URL: <http://www.mtf.stuba.sk/casopis/index.htm>
- [2] VÁLKOVÁ L., OŽVOLDOVÁ M. Internet a experiment vo vzdelávaní prírodovedných predmetov a postoje študentov k týmto predmetom, In. *DIDMATECH 2006*, Komárno, SK, editor V. Stoffová, . Univerzita J. Selyeho v Komárne 2007, ISBN 978-80-89234-23-3
- [3] LAPITKOVÁ V. a kol. Obsah a metódy vyučovania prírodných vied – stav a trendy. In. *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. Nitra: PROTONIT, 2005.
- [4] HRICIŠÁKOVÁ D., TOMANOVÁ M. Matematická gramotnosť a jej význam pri výučbe na technických fakultách, In. *Sborník príspevku z 30. konferencie o matematice na VŠTEZ a 16. konferencie studentu na VŠTEZ*. – Praha: Jednota českých matematiku a fyziku, 2008. – ISBN 978-80-7015-002-3., s.71 – 76.
- [5] WIEMAN, C., PERKINS, K. (2005) Transforming Physics Education, In. *Physics Today*, Vol. 58, Nov. 26-4.
- [6] ČERŇANSKÝ, P. *Súkromná komunikácia*, Trnava, 2009
- [7] Projekt MŠ SR „Monitoring 2003“, Testovanie vedomostí študentov stredných škôl, (vrátane fyziky) – dostupné: 25. február 2006 <http://193.87.78.9/maturita/monitor2003.htm>
- [8] Projekt MŠ SR „Monitoring 2004“, Testovanie vedomostí študentov stredných škôl, (vrátane fyziky) – dostupné: 25. február <http://193.87.78.9/maturita/monitor2004.htm>.
- [9] Zdroj: Pravda, str. 3, 17. 5. 2004
- [10] Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania, Testovanie T 9, [http://www.nucem.sk/sk/testovanie\\_9](http://www.nucem.sk/sk/testovanie_9)
- [11] PISA – Programme\_for\_International\_Student\_Assessment [http://en.wikipedia.org/wiki/Programme\\_for\\_International\\_Student\\_Assessment](http://en.wikipedia.org/wiki/Programme_for_International_Student_Assessment) [http://www.oecd.org/pages/0,3417,en\\_32252351\\_46584327\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_32252351_46584327_1_1_1_1_1,00.html)
- [12] HODAP, T., HEIN, W. Preparing high-school physics teacher, In. *Physics Today*, Febr. 2009, p. 40
- [13] DACEY, J. *Is UK school physics suffering an identity crisis?* [http://physicsworld.com/blog/2010/02/is\\_uk\\_school\\_physics\\_suffering.html](http://physicsworld.com/blog/2010/02/is_uk_school_physics_suffering.html). Feb 5, 2010
- [14] JURÍKOVÁ L.: *Nové formy experimentu vo výučbe*. Diplomová práca, Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Trnava, 2010
- [15] OŽVOLDOVÁ, M., GERHÁTOVÁ, Ž. : *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*, Trnavská univerzita, Trnava 2010, pp.146 + CD so zadaniami projektov 66 p., Bratislava, TYPI Universitatis Tyrnaviensis a VEDA, 2010, ISBN 978-80-8082-386-3
- [16] OŽVOLDOVÁ, M., JEŠKOVÁ Z. Women in physics in Slovakia In: *The Third IUPAP International Conference on Women in Physics 2008*, 8-10 October, 2008, Seoul, Korea: Program book: The Korean Physical Society, UIPAP, 2008, s. 164 – 165.
- [17] McDERMOTT, L.C. “Preparing K-12 teachers in physics: Insights from history, experience, and research,” *Am. J. Phys.* 74 (9) 758-762 (2006).
- [18] McDERMOTT L. C., HERON, P.R.L., SHAFFER, P.S., STETZER, M.R. “Improving the preparation of K-12 teachers through physics education research,” *Am. J. Phys.* 74 (9) 763-767 (2006).
- [19] McDERMOTT L. C., REDISH, E. F., (1999). Resource Letter: PER-1: Physics Education Research, *Am. J. Phys.*, 67(9), 755.



- [20] McDERMOTT L. C. & THE PHYSICS EDUCATION GROUP AT THE UNIVERSITY OF WASHINGTON. (1996). *Physics by Inquiry I, II*. John Wiley & Sons.
- [21] McDERMOTT, L. C., SHAFFER, & THE PHYSICS EDUCATION GROUP. (2002). *Tutorial in Introductory Physics*. P. S. Prentice Hall.
- [22] HAKE, R. R. (1992): *Socratic Pedagogy in the Introductory Physics Laboratory*, [http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?\\_nfpb=true&\\_ERICExtSearch\\_SearchValue\\_0=EJ461801&ERICExtSearch\\_SearchType\\_0=no&accno=EJ461801](http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ461801&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ461801) *Physics Teacher*, V 30 N 9 p546-52 Dec & Hake R. R.. (1998) Introduction to SDI Lab Teacher's Guides. Retrieved June 10, 2010 from <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/IntroTchGuide.pdf>,
- [23] HAKE, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.* p. 66, 64.
- [24] HAKE, R. R. (2007). Six Lessons From the Physics Education Reform Effort. In. *Latin American Journal of Physics Education* 1(1), 24.
- [25] HUNTER, C., WARDELL, S., WILKINS, H. (2000). *Introducing first-year students to some skills of investigatory laboratory work*, *University Chemistry Education*, Vol. 4, p. 14-17.
- [26] SCHUMACHER, D.: Student undergraduate laboratory and project work, *Eur. J. Phys.* 28, 2007, dostupné jún 2010 [http://www.iop.org/EJ/article/0143-0807/28/3/E01/ej7\\_03\\_e01.pdf](http://www.iop.org/EJ/article/0143-0807/28/3/E01/ej7_03_e01.pdf)
- [27] DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. In: *Journal of Chemical Education*, Vol. 76, 1999, pp. 543-547.
- [28] OŽVOLDOVÁ, M. Vývoj e-learningu vo fyzike smerom k novej generácii – Integrovanému e-learningu, In. KOZÍK, T. a kol.: *Virtuálna kolaborácia a e-Learning*, kap. 3: 2006, pp. 30-45, Pdf UKF, Nitra 2006, ISBN 80-8094-053-3.
- [29] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Integrated e-Learning – New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics. *Innovations 2009: World Innovations in Engineering Education and Research*, iNEER Special Volume, p. 119-135, Virginia, USA.
- [30] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER, F. LUSTIG, M., DEKAR, M. (2008) Real Remote Mass-Spring Laboratory Experiments across Internet-Inherent Part of E-Learning of Oscillations, *iJOE – International Journal of online Engineering*, Vol 4, No 1.
- [31] Odporúčania Európskeho parlamentu a rady z 18. decembra 2006 o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie, dostupné jún 2010 na adrese [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/sk/oj/2006/l\\_394/l-39420061230sk00100018.pdf](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/sk/oj/2006/l_394/l-39420061230sk00100018.pdf)
- [32] Maastrichtská štúdia, Rada EU v Bruseli 10. mája 2006, dostupné jún 2010 na [http://209.85.129.104/search?q=cache:m1X6a-wT4j4J:www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/726310E9D17BA7F5C12572370045E5A2/%24FILE/priloha\\_7.doc+Maastrichtsk%C3%A1+%C5%A1t%C3%BAdia,&hl=cs&ct=clnk&cd=2&lr=lang\\_sk&client=firefox-a](http://209.85.129.104/search?q=cache:m1X6a-wT4j4J:www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/726310E9D17BA7F5C12572370045E5A2/%24FILE/priloha_7.doc+Maastrichtsk%C3%A1+%C5%A1t%C3%BAdia,&hl=cs&ct=clnk&cd=2&lr=lang_sk&client=firefox-a)
- [33] AL-AKKAD M. A. "Education Quality Enhancement and Integration in Syria Considering Bologna Declaration and Education Enhancement in Europe and the World", *Proceedings of "Education Quality – 2004" International Forum*, (Izhevsk, April 21 – April 22, 2004) – In 4 v. – V.4. – Izhevsk: Izhevsk State Technical University (ISTU) Publications, 2003, *Journal of Intellectual Systems in Production*, p. 197-215.
- [34] HARWOOD, W. An Activity Model for Scientific Inquiry. *The Science Teacher*, Vol. 71, No. 1, pp. 44-46, 2004. <http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:GYR6M5kqpUMJ:www.btanj.org/demo/2004/harwood1.pdf+W.+Harwood+An+>

- [Activity+Model+for+Scientific+Inquiry.+The+Science+Teacher,+Vol.+71,+No.+1,+2004.&hl=cs](#)
- [35] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER F., ČERŇANSKÝ P., GERHÁTOVÁ Ž., TKÁČ L., BEŇO M. 1st Slovak Internet Natural Sciences Remote e-Laboratory (INRe-L), REV 2010, Stockholm, Sweden, 9.6.-1.7.2010, In: *International Conference REV*, Viedeň: International Association of Online Engineering, 2010, ISBN 978-3-89958-540-7. p. 313 – 319.
- [36] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M. Slovak e-laboratory of remote interactive experiments for teaching of natural science, Proceeding of 8th In. *Conference Virtual University*, 13-14.12.2008, Bratislava, editor. M. Huba, STU Bratislava, p. Virtuálna univerzita, [http://obelix.urpi.fe.i.stuba.sk/~lsdv/virtuni/2008/sw/program\\_show.php](http://obelix.urpi.fe.i.stuba.sk/~lsdv/virtuni/2008/sw/program_show.php)
- [37] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER, F., ČERŇANSKÝ, P., GERHÁTOVÁ, Ž., TKÁČ, L., BEŇO, M., ŽOVÍNOVÁ, M. Prvé slovenské internetové vzdialené prírodovedné e-laboratórium. In. *Sborník příspěvků z konference a soutěže eLearning 2010*, s. 177 – 183, Hradec Králové 2010, Gaudeamus, ISBN 978-80-7435-067-2
- [38] SCHAUER, F., LUSTIG, F., DVORÁK, J., OŽVOLDOVÁ, M. Easy to Build Remote Laboratory with Data Transfer using ISES – Internet School Experimental System, *Eur. J. Phys.* 29 (2008) p. 753-765, ISBN 978-0-9741252-9-9
- [39] SCHAUER F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Real Remote Physics Experiments across Internet – Inherent Part of Integrated e-Learning, In. *iJOE International Journal of online Engineering* Vol. 4, No 2(2008) s. 52 – 55.
- [40] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER F., LUSTIG, F., DEKAR, M. Real Remote Mass-Spring Laboratory Experiments across Internet-Inherent P E-Learning of Oscillations, In: *iJOE – International Journal of online Engineering*, Vol 4, No 1, 2008.
- [41] SCHAUER F., LUSTIG, F., OŽVOLDOVÁ, M. Remote Materials Science Internet Experiments: Solid State Photovoltaic Cell Characterization, In. *Journal of Materials Education* Vol. 29 (3-4): pp. 193-200 (2007) Denton, University of North Texas, USA TX 76203-5310; <http://www.unt.edu/ICME/>. ISSN: 0738-7989
- [42] SCHAUER F., OŽVOLDOVÁ, M., MAJERČÍK, P., ŽOVÍNOVÁ, M., BEŇO, M. Motion study in interactive remote experiments with data collection and transfer across internet / F. Schauer et al. In: *Il Nuovo Cimento C.* – ISSN 2037-4909. – Vol. 33 C, no. 3 (2010), p. 197 – 203. (45-40-5-5-5)
- [43] OŽVOLDOVÁ, M., ČERŇANSKÝ, P., SCHAUER, F., LUSTIG, F. Internet Remote Physics Experiments in Student's Laboratory, *INEER, Innovation 2006, World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER Special Volume*, Virginia, USA – chapter 25, ISBN 0-9741252-5-3, p. 297-304.
- [44] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER F., BEŇO, M. Remote Free Fall Experiment for Dynamic Studies, ISEE 2010, Cork, Ireland, 29.6.2010. In: *3rd International Symposium for Engineering Education ISEE 2010 Educating Engineers for a Changing World*, University College Cork, ISSN 2009 3225, p. 74
- [45] TKÁČ, L., SCHAUER, F. Interaktívny vzdialený experiment v elektronike – prenos energie v oscilátoroch. In. *Schola 2009, Inovácie vo výchove a vzdelávaní inžinierov*. Trnava: MTF STU – AlumniPress, 2009, s. 456 – 461. ISBN 978-80-8096-106-0.
- [46] TKÁČ, L., SCHAUER, F. Interactive remote experiment as a part of integrated e-learning. In. *Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI: Annual Conference 2010*. Diversity unifies – Diversity in Engineering Education, 19th – 22 th September 2010, Trnava, Slovakia. Brussel: SEFI, 2010, ISBN 978-2-87352-003-8.
- [47] BEŇO, M. Význam integrovaného e-learningu ako neformálneho vzdelávania. In. *Medzinárodná konferencia doktorandov: Vzájomná informovanosť – cesta*

- k efektívnemu rozvoju vedecko-pedagogickej činnosti. PF UKF v Nitre, 23.6.2010 ( zborník je v tlači).
- [48] BEŇO, M., GERHÁTOVÁ, Ž. Prečo je Moodle LCMS. In. *Zborník Pedagogickej fakulty TU Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, séria C*, str. 44 – 52, Trnava, 2009. [http://pdfweb.truni.sk/?zobraz=acta\\_facultatis\\_2009](http://pdfweb.truni.sk/?zobraz=acta_facultatis_2009)
- [49] GERHÁTOVÁ, Ž. Integrovaný e-learning v prírodovedných a technických predmetoch v prostredí interaktívnej tabule, In. *Sborník příspěvků z konference a soutěže eLearning 2010*, s. 108 – 113, Hradec Králové 2010, Gaudeamus, ISBN 978-80-7435-067-2
- [50] SCHAUER, F., SOWE, M., OŽVOLDOVÁ, M., VÁLKOVÁ, L., LUSTIG, F. Remote Experiments Across the Internet for Africa as Illustrated by Photovoltaic Characterisation, In: *3rd International Conference on ICT for Development, Education and Training, An Annual Event for Developing eLearning Capacities in Africa*, AICC, Accra, Ghana, 2008.
- [51] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER F., ČERNĀNSKÝ, P., GERHÁTOVÁ, Ž., TKÁČ, L., BEŇO, M., ŽOVÍNOVÁ, M. Prvé slovenské internetové vzdialené prírodovedné e-laboratórium, In. *Sborník příspěvků z konference a soutěže eLearning 2010*, Hradec Králové 2010, Gaudeamus, ISBN 978-80-7435-067-2, s. 177 – 183,
- [52] OŽVOLDOVÁ, M. ČERNĀNSKÝ, P., ČERVENĚ, I., BUDINSKÝ, J., RIEDLMAJER, R. Introduction into Engineering Physics, Multimedia CD Tool for Students Entering the Slovak Engineering Universities, In. *Innovation 2006, World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER Special Volume*, Virginia, USA, p. 228 – 234, chapter 24, ISBN0-9741252-5-3
- [53] ŽÁKOVÁ, K., KOHÚT, M. Matlab Based Remote Control of Thermo-Optical Plant. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)*. Vol. 5, 2009. Special Issue, 27-29.
- [54] ŽÁKOVÁ, K. (2009b). WEB-Based Control Education in Matlab. In: *Web-Based Control and Robotics Education*. (p. 83-102). Dordrechtm, Springer.
- [55] BOŽEK, P. *Robotizovaný skúšobný systém určený pre overovanie v laboratórnych podmienkach*. – 1. vyd. – Trnava : Tripsoft, 2008. – 80 s. – ISBN 978-80-89291-19-9
- [56] OŽVOLDOVÁ, M., ŽOVÍNOVÁ, M. Inovácie vo výučbe-trendový učiteľ fyziky, In. *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis, Trnava 2009, Séria C*, Matematika, fyzika, informatika, ročník 13, <http://pdfweb.truni.sk/down/ACTAFP/2009/index.htm>
- [57] ŽOVÍNOVÁ, M. Ako využiť reálny vzdialený experiment na bilingválnom gymnáziu. In. *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis, Trnava 2010, Séria C*, Matematika, fyzika, informatika, ročník 14- odovzdané do tlače.
- [58] GERHÁTOVÁ, Ž. Projektové vyučovanie vo fyzike s využitím Integrovaného e-Learningu. In: *Lukáčová, D.: Vzájomná informovanosť – cesta k efektívnemu rozvoju vedecko-pedagogickej činnosti*, Nitra: Katedra informačných technológií. Pdf UKF, 2008. ISBN 978-80-8094-300-4.
- [59] GERHÁTOVÁ, Ž. Vyučovanie tematického celku „Energia v prírode, technike a spoločnosti“ prostredníctvom projektového vyučovania s využitím integrovaného e-learningu. In: *Bukáček, M. a kol.: Počítač ve škole 2009*. Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě, 2009 roč. 6. ISBN: 978-80-254-3995-1
- [60] GERHÁTOVÁ, Ž. Projektové vyučovanie vo fyzike s využitím IKT – prítlačlivé prostredie pre žiaka. In: *Klíma v škole 21. storočia (Climate in School of 21st Century)*, zborník z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou (6. 5. 2008). Banská Bystrica: Pdf UMB, 2008, s. 38 – 41. ISBN 978-80-8083-586-6.
- [61] PETERKOVÁ, V., PAVELEKOVÁ, I.: Analysis of Effectivity of E-learnig Environmental Education. In: *XXII. DIDMATTECH 2009*. – Trnava – Komárno :

- Trnava University – Trnava, J. SeyleUniversity-Komárno, 2010. – ISBN 978-80-8122-006-7. – S. 301 – 306.
- [62] PETERKOVÁ, V., PAVELEKOVÁ, I.: Možnosti využitia elektronických testov vo vyučovaní odborných predmetov = Possibilities of using of electronic tests for teaching specialist subjects / In: Súčasný trendy vo vzdelávaní odbornej a laickej verejnosti v zdravotníckych disciplínach. – Trnava : Trnavská univerzita v Trnave, 2010. – ISBN 978-80-8082-400-6. – S. 130 – 136.
- [63] KALAŠ I. [http://www.uniba.sk/DUK2004/prednaska02/kalas\\_files/image011.jpg](http://www.uniba.sk/DUK2004/prednaska02/kalas_files/image011.jpg), dostupné jún 2009.