

## Východiská pre implementáciu integrovaného e-learningu do výučby prírodných vied

Michaela Kostelníková<sup>1</sup>, Miroslava Ožvoldová<sup>2</sup>

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

<sup>2</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)

**Abstract:** *Basis for the Implementation of Integrated e-Learning to Science Education.* In the paper we deal with the education reform in general and in science education in particular. We introduce several inquiry-based methods. One of these methods is the strategy of integrated e-Learning. We prove the applicability of this strategy within the education reform.

**Keywords:** education reform, inquiry-based learning, integrated e-Learning.

### 1 Úvod

Súčasnosť priniesla novú definíciu termínu „vzdelanie“. V minulosti sme pod týmto pojmom rozumeli najmä nadobudnuté vedomosti z oblastí histórie, literatúry, prírodných vied, geografie či matematiky. Popri teórii sa však kládol dôraz aj na rozvoj logického myslenia žiakov a študentov na všetkých úrovniach.

Dnes sa „vzdelanie“ chápe ako vybavenosť človeka súborom zručností, vďaka ktorým je schopný byť aktívnym členom v súčasnej informačnej spoločnosti. Jedným z dôvodov tohto posunu je skutočnosť, že kým znalosť faktov podlieha zastarávaniu daných informácií, isté zručnosti budú aktuálne rovnako dnes ako o desať rokov. Požiadavka na nové chápanie vzdelania so sebou priniesla školskú reformu, ktorá vychádzala z niektorých zahraničných modelov vzdelávania a ktorej jadro tvorí dvojúrovňové kurikulum. Tým sa časť zodpovednosti za vzdelávacie programy preniesla aj na samotných učiteľov. Na rozvíjanie logického myslenia však, ako ukazuje skutočnosť, neostáva dostatočný priestor.

V príspevku sa zamýšľame nad úspešnosťou školskej reformy a analyzujeme situáciu v prírodovednom vzdelávaní na úrovni základných škôl. Predstavujeme stratégiu Integrovaný e-Learning, ako možnú odpoveď na požiadavky nastolené v základných dokumentoch reformy.

### 2 Reforma vzdelávania

#### 2.1 Vízie z roku 2008

1. septembra 2008 vstúpil do platnosti nový školský zákon (Zákon č. 245/2008 Z. z.). Nanovo sa zadefinovala sústava škôl na Slovensku v súlade s medzinárodnou klasifikáciou ISCED (International Standard Classification of Education) a zaviedol sa dvojúrovňový participatívny model riadenia škôl [1]. Víziou predkladateľov reformy bolo, aby jednotlivé školy mohli reflektovať aktuálne požiadavky na poskytované vzdelanie v regióne a aby sa popri osvojovaní si všeobecného vzdelania rozvíjali najmä kľúčové kompetencie žiaka ako hlavný cieľ vzdelávania.

Štátny vzdelávací program (ŠVP) pre nižšie sekundárne vzdelávanie ISCED 2 definuje nasledujúce kľúčové kompetencie [2]:

- kompetencia k celoživotnému učeniu sa;
- sociálne komunikačné kompetencie;
- kompetencie uplatňovať základ matematického myslenia a základné schopnosti poznávať v oblasti vedy a techniky;
- kompetencie v oblasti informačných a komunikačných technológií;
- kompetencia riešiť problémy;
- kompetencie sociálne a personálne;
- kompetencie pracovné;
- kompetencie smerujúce k iniciatívnosti a podnikavosti;
- kompetencie vnímať a chápať kultúru a vyjadrovať sa nástrojmi kultúry.

Žiak by tak po ukončení nižšieho sekundárneho vzdelania nemal byť vybavený len balíkom všeobecných vedomostí, ale najmä súborom zručností, ktoré mu umožnia aktívne fungovať v spoločnosti, rozvíjať svoj potenciál a byť prínosom pre svoje okolie. Zo škôl by sa malo odstrániť mechanické memorovanie – to by malo byť nahradené zmysluplným učením sa skúsenosťou, v činnosti a s jasnou predstavou, ako možno daný poznatok využiť v realite.

## 2.2 Realita z roku 2011

Reforma v súčasnosti prebieha už štvrtý rok a je predmetom živej diskusie odbornej i laickej verejnosti. Viacerí odborníci sa vyjadrujú negatívne pri bilancovaní výsledkov, ktoré sa za toto obdobie podarilo či nepodarilo dosiahnuť – hovoria, že „reforma školstva zatiaľ svoj účel nespĺnila“ [3]. Medzi základné nedostatky môžeme zaradiť:

- reforma obsahu vzdelávania oklieštená len na zníženie počtu hodín pri rovnakom objeme učiva;
- nedostatočná pripravenosť učiteľov na vytváranie školských vzdelávacích programov (ŠkVP);
- absencia databanky didaktických modelov, ktoré by pomohli učiteľom pri príprave ŠkVP [4].

Hoci situácia na slovenských školách (nielen základných) je nepriaznivá, vzniknutý stav je z dlhodobého hľadiska riešiteľný. Náprava však musí nastať na niekoľkých úrovniach zároveň:

- na úrovni Ministerstva školstva: vyššia motivácia učiteľov v praxi;
- na úrovni Štátneho pedagogického ústavu: dôsledne vykonaná obsahová reforma vzdelávania;
- na úrovni pedagogických fakúlt: zmena v príprave budúcich učiteľov smerom k zvyšovaniu ich kompetencií vo vzťahu k tvorbe ŠkVP;
- na úrovni didaktík jednotlivých predmetov: vytvorenie metodických materiálov, na základe ktorých by mohla vzniknúť databanka didaktických modelov pre potreby učiteľov v praxi.

V nasledujúcej časti sa sústreďíme na prírodovedné predmety, ktoré sú v ŠVP súčasťou vzdelávacej oblasti Človek a príroda. Predstavíme vybrané koncepcie pre výučbu prírodných vied – domáce i zahraničné – ktoré sa vyznačujú spoločnou ideou – vzdelávať prostredníctvom vedeckej činnosti.

## 3 Výučba prírodovedných predmetov

Domáce aj zahraničné výskumy ukazujú, že prírodovedné predmety nepatria na školách medzi tie obľúbené (napr. [5]). Dôvodov je viacero: príliš veľa teórie a málo praxe na hodinách, náročnosť poznatkov, potreba porozumeniu matematiky ako ďalšieho neobľúbeného predmetu, požiadavka na logické myslenie a kreativitu, zdanlivá odtrhnutosť niektorých poznatkov od reality, či zastaranosť materiálov, metód a foriem výučby používaných na hodinách. Druhým problémom prírodných vied je

skutočnosť, že žiaci sa mnohokrát nesnažia téme porozumieť, ale v rámci úspory vlastnej energie a času sa uspokojujú s memorovaním poznatkov bez zjavného pochopenia problematiky. Tento problém pramení zrejme zo skutočnosti, že až príliš často učitelia na hodinách vysvetlia problematiku bez adekvátneho – aspoň demonštračného – experimentu, ktorý by názorne ozrejmil daný jav. Tkáč a Schauer [6] vo svojich výskumoch zistili, že až 62% študentov sa na hodinách fyziky stretlo s experimentom len zriedkavo. Podobne v ďalšom výskume [5] je to 64% pre fyziku, 41% pre chémiu a na hodinách biológie až 51% respondentov nerealizuje experimenty vôbec.

ŠVP ISCED 2 [2] deklaruje, že vo vzdelávacej oblasti Človek a príroda (sem patrí fyzika, chémia a biológia) je jedným z cieľov vzdelávania aj rozvoj pozitívneho vzťahu žiakov k prírodným vedám. Preto vyznie značne paradoxne skutočnosť, že v rozpore s týmto predsavzatím, ako aj s tendenciami v zahraničných vzdelávacích programoch (napr. Fínsko) došlo v rámci školskej reformy k redukcii minimálneho počtu vyučovacích hodín prírodovedných predmetov, čo potvrdzuje tabuľka 1. Rozsah hodinovej dotácie vyjadrenej v percentách pre fyziku znamená pokles o 43%, pre chémiu o 20% a pre biológiu 39%, čo je, v dobe prudkého rozvoja informačných technológií založených najmä na fyzikálnych zákonoch, nepochopiteľné pre mnohých učiteľov fyziky.

Tabuľka 1. Počty vyučovacích hodín prírodovedných predmetov pred a po reforme

	Fyzika		Chémia		Biológia	
	Pôvodne	ŠVP	Pôvodne	ŠVP	Pôvodne	ŠVP
<b>Počet hodín celkovo</b>	264	150	165	132	297	181

Okrem pozitívneho vzťahu k prírodovedným predmetom je cieľom vzdelávacej oblasti Človek a príroda aj skúmanie prírodných dejov prostredníctvom vlastných pozorovaní a experimentov v prírode a v laboratóriu, ako aj zakomponovanie informačných a komunikačných technológií (IKT) do vyučovacieho procesu.

Existuje viacero koncepcií, ktoré prízvukujú práve tento aktívny prístup k získavaniu poznatkov a sú využiteľné nielen v sekundárnom, ale aj primárnom prírodovednom vzdelávaní. Niektoré budeme stručne prezentovať.

### 3.1 Pollen

Od roku 2006 bol v Európe rozbehnutý projekt Pollen [7], ktorého cieľom bolo vytvoriť sieť partnerských centier zaoberajúcich sa využitím vedeckých metód v primárnom prírodovednom vzdelávaní (v zahraničnej literatúre je tento prístup označovaný ako „*inquiry-based learning*“). Princípom koncepcie, ktorú Pollen presadzuje, je vysvetľovanie javov, s ktorými sa deti bežne stretávajú. Deti si sami vytvárajú hypotézy o fungovaní sveta, ktoré si experimentálne overujú, môžu diskutovať s rovesníkmi i odborníkmi. Cieľom je oboznámiť deti s vedeckými postupmi, ktoré pomáhajú rozvíjať ich kognitívne schopnosti [8].

### 3.2 Hands-On Universe

Vzdelávací program Hands-On Universe umožňuje študentom najmä stredných škôl skúmať vesmír prostredníctvom automatizovaného, na diaľku ovládaného teleskopu, pričom získané zábery môžu následne vyhodnocovať a interpretovať [9]. Študenti nadobúdajú poznatky vlastnou uvedomelou činnosťou podobnou činnosti profesionálnych astronómov.

### 3.3 Socratic Dialogue Inducing Laboratory (SDI)

SDI sa uplatňuje najmä pri práci so študentmi vo fyzikálnych laboratóriách (v ktorých sa medzi študentmi vyvoláva Sokratovský dialóg), pri čom sa zdôrazňuje nadobúdanie skúsenosti prostredníctvom jednoduchých laboratórnych experimentov [10]. Popri samotnom experimentovaní študenti aktívne pracujú s pripravenými študijnými materiálmi k danému vysokoškolskému kurzu. Tie sú vytvorené tak, aby podporovali mentálnu konštrukciu konceptov študentov prostredníctvom:

- konfliktu konceptov;
- fyzickej manipulácie s pomôckami;
- rozsiahlej verbálnej, písomnej, grafickej či matematickej analýzy Newtonových experimentov;
- diskusie s rovesníkmi;
- Sokratovského dialógu s inštruktormi [10].

Uvedené príklady jasne dokumentujú, že nadobúdanie prírodovedných poznatkov prostredníctvom uvedomelej „vedeckej“ aktivity žiaka či študenta je možné na všetkých stupňoch vzdelávania a je žiaduce z hľadiska kvality vedomostí, ako aj z hľadiska budovania pozitívneho vzťahu k prírodným vedám. Okrem týchto projektov aplikovaných priamo vo vyučovacom procese jednotlivých predmetov, existujú i projekty, ktoré nie sú priamou súčasťou hodín, avšak prispievajú k popularizácii vedy a sú založené na aktívnej činnosti študentov. Medzi takéto akcie patrí aj Masterclasses – Hands on Particle Physics, ktorá tento rok už po ôsmykrát dovoľí študentom v 28 krajinách nahliadnúť do diania „veľkej vedy“ v oblasti časticovej fyziky (viac pozri <http://physicsmasterclasses.org/>).

### 4 Integrovaný e-Learning

Medzi výskumne ladené koncepcie môžeme zaradiť aj stratégiu vzdelávania s názvom Integrovaný e-Learning (INTe-L) [11]. V duchu „*inquiry-based learning*“ upúšťa od tradičného poňatia výučby prírodných vied, ktorá je založená na poznaní faktov, definícií a vzorcov. Preferuje metódy vedeckej práce, ktorej znakmi sú: pozorovanie javov reálneho sveta, vyhľadávanie informácií a ich záznam, organizácia a plánovanie práce, štruktúra a usporiadanie informácií, prezentácia dát v tabuľkách, grafoch, spracovanie a analýza dát a vyvodzovanie záverov a ich diskusia prostredníctvom spracovania problematiky v protokoloch, resp. vedeckých článkoch.

INTe-L vychádza z nasledovnej definície: „*INTe-L je interaktívna stratégia vyučovania a učenia sa založená na pozorovaní javov reálneho sveta s využitím a) reálneho a reálneho vzdialeného e-experimentu, b) e-simulácií, vychádzajúcich zo základných princípov fyzikálnych zákonov a c) e-učebníc, resp. študijných e-materiálov a návodov, poskytujúcich informácie a teoretický základ pre porozumenie a kvantifikáciu sledovaného javu.*“ [12]

Stratégia vzdelávania INTe-L je implementovaná do priamej výučby na Trnavskej univerzite pri príprave budúcich učiteľov fyziky viac ako päť rokov. Nie je to špecifický pojem, ale univerzálna stratégia, ktorú možno využiť pri štúdiu všetkých prírodovedných a mnohých technických disciplín, kde pozorovanie a experiment tvoria neoddeliteľnú súčasť výučby. INTe-L je založený na troch komponentoch [11] (obr. 1):

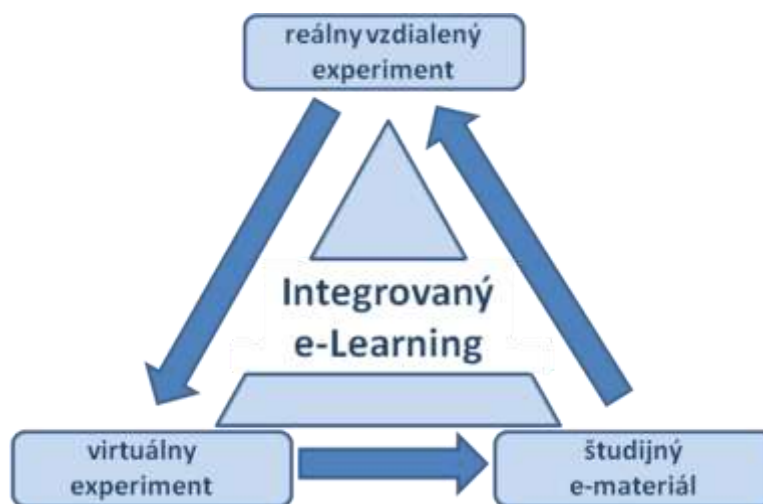
1. reálny experiment (vzdialený alebo laboratórny počítačom podporovaný),
2. interaktívne simulácie ako virtuálny experiment,
3. študijný e-materiál.

Rozvoj vzdelávania na báze stratégie INTe-L podnietil:

- klesajúci záujem študentov o predmet fyziky, spojený so znižujúcou sa úrovňou dosahovaných vedomostí v tejto oblasti;

- publikácia C. Wiemana a K. Perkinsovej, v ktorej poukazujú na skutočnosť, že využívanie bádania vo výučbe preukázalo schopnosť študentov dlhšie si zapamätať učivo, zlepšilo dosahované výsledky v testoch a eliminovalo nesprávne predstavy o fyzike [13];
- nový postoj k výučbe, tzv. *e-LTR* (eLearning, eTeaching, eResearch), využívajúci vzdialené experimenty vytvorené Thomsenom a jeho spolupracovníkmi [11, 14].

Viacere uskutočnené výskumy koordinované naším pracoviskom [5, 15-18] skúmajúce implementáciu stratégie INTe-L do vzdelávania a ich dopad na postoje a vedomosti žiakov a študentov potvrdzujú, že stratégia má pozitívny vplyv na obe oblasti.



Obr. 1. Schematické znázornenie stratégie „Integrovaný e-Learning“

#### 4.1 Komponenty Integrovaného e-Learningu

Ako sme vyššie uviedli, INTe-L je založený na integrovanom využívaní troch základných komponentov, o ktorých sa bližšie zmienime:

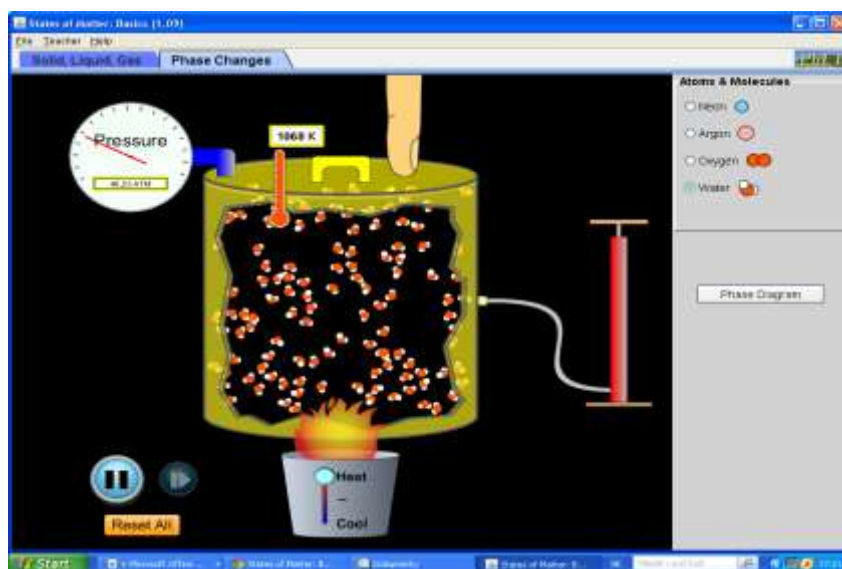
1. **Reálny vzdialený experiment:** je to reálny experiment fungujúci v reálnom laboratóriu, ktorý je ovládaný na diaľku prostredníctvom počítača s pripojením na Internet. Medzi výhody tohto typu experimentu patria:
  - interaktivita;
  - prístupnosť z ktoréhokoľvek miesta na Zemi v ktoromkoľvek čase;
  - zamedzenie zranení pri práci v laboratóriu;
  - pre študenta možnosť pracovať samostatne bez dozoru učiteľa;
  - možnosť realizácie náročných experimentov (napr. fotoelektrický jav);
  - riešenie pre školy bez laboratória;
  - možnosť realizácie laboratórných cvičení pre študentov v dištančnej forme štúdia.

Vzdialené experimenty fungujú v rámci e-laboratórií (pozri napr. [19]). Prvé prírodovedné e-laboratórium už máme aj na Slovensku (obr. 2) na Katedre fyziky Trnavskej univerzity – dostupné je na stránke <http://kf.truni.sk/remotelab/> nepretržite pre všetkých používateľov [20].



Obr. 2. Úvodná stránka e-laboratória <http://kf.truni.sk/remotelab/>

**2. Virtuálny experiment:** Virtuálny experiment je naprogramovaná interaktívna počítačová simulácia, ktorú poznáme pod názvami applet alebo physlet. Výhodou simulácie oproti reálnemu experimentu je sledovanie javu v zidealizovaných podmienkach na základe navrhnutého matematického modelu bez vplyvu vonkajších podmienok, ak je napr. trenia a pod. Umožňuje sústrediť pozornosť študenta na podstatu javu. Simulácie navyše umožňujú experimentálne skúmať aj javy, ktoré by sme inak v školskej triede nemohli vizualizovať – napr. tepelný pohyb častíc. Na obr. 3 je príklad virtuálneho experimentu zo stránky Coloradskej univerzity (<http://phet.colorado.edu/>), ktorá ponúka množstvo používateľsky atraktívnych experimentov z oblasti prírodných vied a matematiky [21].



Obr. 3. Príklad virtuálneho experimentu (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter-basics>)

**3. Študijný e-materiál:** Tretím komponentom stratégie INTe-L je vhodný študijný materiál s teóriou k skúmanému javu, dostupný buď prostredníctvom CD-nosiča, na ktorom je uložený, alebo cez Internet (napr. obr. 4). Výhodou e-materiálov je, že mnohokrát obsahujú množstvo obrázkov, animácií či dokonca testov s vyhodnocovaním odpovedí pre autoevaluáciu študentov. Iný spôsob spätnej väzby možno realizovať s využitím rôznych testovacích programov [22].

6.1.5 Tlmený harmonický pohyb

Analogiá na energia autovozňu harmonického oscilátora od ľahu vzdušného a pohyb takéhoto oscilátora by trval stále. Pri krutých reálnych objektoch sa vždy nachádzajú odporom prostredia a s trvaním. Každý pri pohybe trvanie pohybu znižujú alebo, ako uvádzajú v určitých prípadoch, napríklad počítačovej výčítke, alebo rýchlosti vlny: rovnako. Experimentálne nájdeme tlmený harmonický pohyb reálneho napríklad posunutia predchádzajúcej krutostej stĺpce = harmonického oscilátora do vertikálnej kvačky ako je znázornené na obr. 6.7

Obr. 6.7 Tlmený harmonický oscilátor

Podľa zákona, že odpor prostredia je priamo úmerný rýchlosti  $F_{odp} = -k'v$ , kde  $k' > 0$ . Sú odporom prostredia zmeny pohybu rýchlosti, čo vyjde z tvaru rovnice v tomto vzhľade. Ak pôsobiaci silou je priamo druhá výchylka pohybovú rovnica má tvar:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - k' \frac{dx}{dt}$$

Začínajúce zvlášť:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{a} \quad \gamma = \frac{k'}{2m}$$

Obr. 4. Príklad študijného e-materiálu – Multimediálna vysokoškolská učebnica fyziky [23]

## 4.2 INTe-L a reforma vzdelávania

V tejto časti príspevku chceme prediskutovať, či je stratégia INTe-L v súlade s požiadavkami stanovenými v dokumente ISCED 2. Uviedli sme už, že medzi ciele vzdelávacej oblasti *Človek a príroda* patrí rozvoj pozitívneho vzťahu žiakov k prírodným vedám. V šk. roku 2010/2011 sa na štyroch slovenských základných školách uskutočnilo prvé kolo projektového vyučovania s podporou vzdialených experimentov s názvom Meranie teploty v rôznych krajinách EÚ. Výsledky dotazníkového prieskumu ukázali, že žiakom sa netradičná aktivita páčila, projekt založený na reálnom vzdialenom experimente ich zaujal a vyše tretina opýtaných by si rada podobný projekt zopakovala [17, 18].

Pozrime sa, či INTe-L prispieva k nadobudaniu kľúčových kompetencií. Na základe analýzy možno konštatovať, že zavedenie stratégie INTe-L do vyučovacieho procesu je nápomocné pri rozvoji nasledovných kompetencií (podľa [2]):

1. kompetencia k celoživotnému učeniu sa: „*žiak uplatňuje pri získavaní a spracovávaní nových poznatkov a informácií rôzne stratégie učenia sa a dokáže kriticky zhodnotiť informácie a ich zdroj*“ – pri stratégii INTe-L sa žiaci stretávajú s rôznymi elektronickými materiálmi a časom sa očakáva odstránenie nekritického prijímania informácií; taktiež získavajú svojou aktívnou experimentálnou činnosťou súbor reálnych dát, s ktorými sa naučia pracovať, analyzovať získané výsledky a na ich základe vyvodzovať i závery;
2. sociálne komunikačné kompetencie: „*žiak efektívne využíva dostupné IKT, vie prezentovať sám seba a výsledky svojej práce na verejnosti, používa odborný jazyk, dokáže primerane komunikovať v materinskom a v dvoch cudzích jazykoch*“ – stratégia INTe-L je založená na práci so vzdialenými a virtuálnymi experimentmi, pri ktorej dochádza k rozvoju IKT zručností; v rámci implementácie INTe-L do výučby prostredníctvom projektového vyučovania [17, 18, 24] žiaci prezentujú výsledky svojej práce pred celou triedou, pri práci s experimentmi často využívajú aj cudzí jazyk, nakoľko sa využívajú zahraničné experimenty;
3. kompetencie uplatňovať základ matematického myslenia a základné schopnosti poznávať v oblasti vedy a techniky;
4. kompetencie v oblasti informačných a komunikačných technológií;

5. kompetencia riešiť problémy – možnosť rozvoja pri zadávaní úloh s využitím vzdialených a virtuálnych experimentov vo forme problémov;
6. kompetencie (spôsobilosti) sociálne a personálne: „*žiak si osvojil základné postupy efektívnej spolupráce v skupine – uvedomuje si svoju zodpovednosť v tíme, kde dokáže tvorivo prispievať k dosahovaniu spoločných cieľov*“ – napr. pri projektovom vyučovaní [17, 18, 24] žiaci pracujú v skupinách kde predpokladom pre úspešné plnenie cieľov je najmä kooperácia so spolužiakmi.

## 5 Záver

V príspevku analyzujeme stav školskej reformy po štyroch rokoch od jej začiatku. Sústredili sme sa na nelichotivú situáciu v prírodovednom vzdelávaní pred i po reforme na základných školách. Predstavujeme niekoľko inovačných prístupov k výučbe prírodných vied, ktoré súhrnne označujeme ako výskumne ladené koncepcie („*inquiry-based learning*“). Z tejto „malej sondy“ vyplýva, že rôzni autori pre rôzne stupne vzdelávania zastávajú rovnaký názor, a síce že: „*v prírodných vedách je potrebné vyučovať formou vedeckého bádania,*“ kde žiak je aktívnym účastníkom vyučovania a sám sa podieľa na konštruovaní vlastných poznatkov.

V obdobnom duchu je definovaná aj stratégia výučby prírodovedných predmetov Integrovaný e-Learning, ktorá pozostáva z troch komponentov: reálny experiment, virtuálny experiment a študijný e-materiál. Vďaka príprave budúcich učiteľov fyziky na Trnavskej univerzite pracovať v duchu stratégie INTE-L sa nám darí úspešne implementovať túto výskumne ladenú koncepciu do výučby na viacerých základných a stredných školách prostredníctvom našich absolventov a „trendových učiteľov“, sledujúcich moderné trendy vo vzdelávaní, ktoré sú podmienené premenou našej spoločnosti na informačnú spoločnosť. Implementovaním stratégie do výučby nastáva u žiakov a študentov pozitívny posun v oblasti vedomostí i postojov. Preto je veľmi žiaduce, aby sa táto moderná stratégia založená na najmodernejších IKT a experimentovaní udomácnila na všetkých základných školách. Toto je i našim ďalším cieľom pre nastupujúce obdobie.

## Literatúra

- [1] Reforma v skratke. 2008, <http://www.minedu.sk/index.php?lang=sk&rootId=2838>, 14.1.2012.
- [2] Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike ISCED 2 – nižšie sekundárne vzdelávanie. 2011, [http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/isced2\\_spu\\_uprava.pdf](http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/isced2_spu_uprava.pdf), 14.1.2012.
- [3] ZIMENOVÁ, Z. *Základná línia vzdelávacej politiky na Slovensku a jej reflexia vo verejnej diskusii*. 2011, [http://www.konzervativizmus.sk/article.php?4139&ezin\\_author\\_id=342](http://www.konzervativizmus.sk/article.php?4139&ezin_author_id=342), 14.1.2012.
- [4] ZIMENOVÁ, Z. *Reformu školstva brzdia systémové prekážky*. 2011, [http://www.konzervativizmus.sk/article.php?3898&ezin\\_author\\_id=342](http://www.konzervativizmus.sk/article.php?3898&ezin_author_id=342), 14.1.2012.
- [5] VÁLKOVÁ, L., OŽVOLDOVÁ, M. Internet a experiment vo vzdelávaní prírodovedných predmetov a postoje študentov k týmto predmetom. In *XIX. DIDMATTECH 2006*. Komárno : Univerzita J. Selyeho v Komárne, 2007. ISBN 978-80-89234-23-3, s. 165-168.
- [6] TKÁČ, L., SCHAUER, F. Prvé Slovenské internetové vzdialené prírodovedné e-laboratórium a pohľad študentov na vyžívanie experimentov na hodine fyziky. In *Poznatky modernej fyziky a ich aplikácia do vyučovania fyziky*. Ružomberok : Verbum, 2011. ISBN 978-80-8084-798-2, s. 45-55.
- [7] Pollen – Seed cities for science. 2012, <http://www.pollen-europa.net/?page=CLDGDJVwskY%3D>, 31.1.2012.



- [8] ŽOLDOŠOVÁ, K. Analýza situácie v primárnom prírodovednom a technickom vzdelávaní. In Kaščák, O., Žoldošová, K. *Námety na reformu počiatočného vzdelávania*. Bratislava : Renesans, spol. s.r.o., 2007. s. 175-223, ISBN 978-80-969777-6-5.
- [9] Hands-On Universe. 2011, <http://www.handsonuniverse.org/>, 14.1.2012.
- [10] HAKE, R. R. Socratic Pedagogy in the Introductory Physics Lab. In *Phys. Teach.*, Vol. 30, 1992, pp. 546-552.
- [11] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Integrated e-Learning – new strategy of the cognition of real world in teaching physics. In *Inovation 2009, INEER Special Volume*. 2009. ISBN 978-0-9741252-9-9, p. 119 –135.
- [12] OŽVOLDOVÁ, M. E-experiment – báza integrovaného e-learningu a podpora rozvoja konštruktivismu. In *Sborník příspěvků z konference a soutěže eLearning 2009*. Hradec Králové, 2009. ISBN 978-80-7041-971-7, s. 236-247.
- [13] WIEMAN, C., PERKINS, K. Transforming Physics Education. In *Physics Today*. Vol. 58, 2005. pp. 36-41.
- [14] SCHAUER, F. et al. Real Remote Mass Spring Laboratory Experiments across Internet – Inherent Part of Integrated E-Learning of Oscillations. In *International Journal of Online Engineering (iJOE)*. Vol. 4, No. 2. 2008. pp. 52-55.
- [15] GERHÁTOVÁ, Ž. *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-Learningu*. Dizertačná práca. Nitra, 2009. 215 s.
- [16] BEŇO, M. Experiment jako súčasť Integrovaného e-Learningu. Dizertačná práca. Nitra, 2011. 155 s.
- [17] ŽOVÍNOVÁ, M., OŽVOLDOVÁ, M. Remote experimentation at primary school. In *HSCI 2011: Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Hands-on Science Focus on Multimedia, September 15 to 17, 2011, University of Ljubljana, Slovenia*. Slovenia : University of Ljubljana, 2011. ISBN 978-989-95095-7-3, pp. 110-114.
- [18] ŽOVÍNOVÁ, M. Možnosti využitia vzdialeného prírodovedného experimentu vo vzdelávaní v základnej škole. In *Juvenilia Paedagogica 2011*. Trnava : Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, 2011. ISBN 978-80-8082-462-4, s. 39-43.
- [19] Projekt e-laboratoř. 2012, <http://www.ises.info/>, 31.1.2012.
- [20] E-laboratórium. 2011, <http://kf.truni.sk/>, 31.1.2012.
- [21] Interactive simulations. 2011, <http://phet.colorado.edu/>, 31.1.2012.
- [22] PETERKOVÁ, V., PAVELEKOVÁ, I. Využitie programu Hot potatoes pri testovaní vedomostí z biológie. In *Media4u*, roč. 7, č. 4, 2010. ISSN 1214-9187, s. 108-111.
- [23] OŽVOLDOVÁ, M. a kol. *Multimediálna vysokoškolská učebnica fyziky, časť 1*. Trnava : Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, 2007. ISBN 978-80-8082-127-2.
- [24] GERHÁTOVÁ, Ž. Projektové vyučovanie vo fyzike s využitím integrovaného e-learningu. In *Vzájomná informovanosť – cesta k efektívnemu rozvoju vedecko-pedagogickej činnosti*. Nitra : PF UKF v Nitre, 2008. ISBN 978-80-8094-300-4, s. 27-31.