

# REÁLNY, REÁLNY VZDIALENÝ A VIRTUÁLNY EXPERIMENT – SÚČASŤ INTEGROVANÉHO E-LEARNINGU VO VYUČOVANÍ FYZIKY

Žaneta Gerháto<sup>1</sup>

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

**Abstract.** Gerháto<sup>1</sup>, Ž.: *Real, real remote and virtual experiment – part of integrated e-learning in physics teaching, Paed. Univ. Tyrnaviensis, Ser. C.* The paper presents possibilities of using the real, real remote and virtual experiment – part of integrated e-learning in physics teaching. Integrated e-learning (INTe-L) is a new strategy of education, where the base pillar is the using of real, real remote and virtual experiment in science and technology teaching. We completed the standard e-learning about the missing element by experiment. A new strategy of education is based on the methods of cognition which are used in scientific work.

**Keywords:** experiment in physics, integrated e-learning, interactive simulations, applets, real experiment, real remote experiment

## 1 Úvod

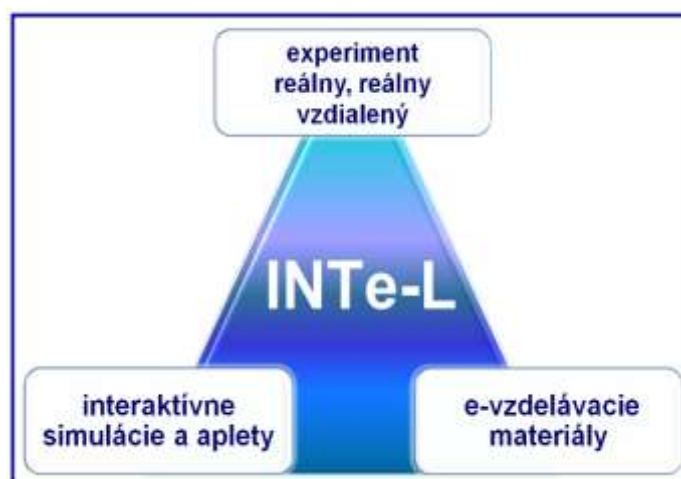
Cieľom školskej reformy v Slovenskej republike je premeniť encyklopedicko-memorovacie a direktívno-neživotné školstvo na tvorivo-humánnu výchovu a vzdelávanie a poznatkovo-hodnotné školstvo. V ňom je dôraz kladený na aktivitu a slobodu osobnosti, jej silu vytvoriť svoj progresívny, tvorivý spôsob bytia pre život v novom tisícročí.

Už dávno bolo preskúmané, že najvhodnejšie oblasti pre výchovu tvorivého myslenia u žiakov/študentov nájdeme vo fyzike, ktorá má zo všetkých vied najbližšie k životu a svetu okolo nás. Nositeľ Nobelovej ceny za fyziku z roku 2001 Carl Edvin Wieman [1] hovorí, že v súčasnosti je nevyhnutná transformácia fyzikálneho vzdelávania ako takého. Podľa neho je nutné zmeniť prístup vo fyzike formou zavedenia nových metód do vyučovania, je potrebné venovať pozornosť problémom reálneho sveta. 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 skvalitnenie vyučovania prírodovedných a technických predmetov prostredníctvom pozorovania a aktívneho experimentovania s využívaním všetkých foriem experimentu (reálneho, reálneho vzdialeného, virtuálneho) a najnovších informačno-komunikačných technológií (IKT) do vyučovania na území SR, bola vytvorená nová stratégia vzdelávania, ktorej autori F. Schauer, F. Lustig a M. Ožvoldová dali názov **integrováný e-learning (INTe-L)** [2] (obr. 1). Je to špecifický pojem, ktorý sa týka všetkých predmetov, kde tvorí experiment dôležitú súčasť vzdelávania.

## 2 Integrovaný e-learning – INTe-L

INTe-L je stratégia vyučovania a učenia sa, založená na priamej možnosti využitia reálneho, reálneho vzdialeného a virtuálneho experimentu vo vyučovaní, ktorým sa vlastne dopĺňa štandardný e-learning o chýbajúci článok – experiment [2]. 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 umožňujú totiž 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. Uplatňovanie princípu názornosti vedie k zvyšovaniu efektívnosti pri poznávaní okolitého sveta.



Obr. 1 Schéma stratégie INTe-L [3]

### 2.1 Reálny a reálny vzdialený experiment

Experiment povzbudzuje záujem žiakov a uľahčuje proces zapamätávania. Na jednej strane je experiment chápaný ako postup, ktorý prebieha plánovane krok za krokom podľa vopred pripravenej schémy. Na strane druhej je dejom, v ktorom sa spája fyzikálny proces s procesom myslenia a poznania. Zhrnutím oboch stránok možno z didaktického hľadiska povedať, že fyzikálnym experimentom možno prezentovať javy fyzikálneho sveta premyslene s určitým zámerom. Silu experimentu vyjadrujú aj slová Wilhelma Conrada Röntgena [3]: „Experiment je najmocnejšou a najspol'ahlivejšou pákou, ktorou môžeme na prírode vynútiť jej tajomstvá; musí byť vždy najvyššou inštanciou pri rozhodovaní otázky, či je možné nejakú hypotézu uznať, alebo zavrhnúť. Každý jav je potrebné čo najpresnejšie pozorovať a popísať vo všetkých jednotlivostiach, a až potom sa môžeme odvážiť podať nejaké vysvetlenie.“ Experiment ako metóda poznania sa zakladá na pozorovaní reálne existujúcich objektov upravených tak, aby sa umožnilo alebo zjednodušilo ich skúmanie. Na každom stupni vzdelávania je veľmi žiaduci demonštračný experiment, ktorý by mal učiteľ zaraďovať do

vyučovacieho procesu ako prostriedok na pozorovanie a vnímanie súvislostí, na riešenie problému, overovanie hypotézy, prípadne ako návod na osvojenie zručností. Súčasnosť ukazuje, že materiálno-technické vybavenie škôl, ale aj v mnohých prípadoch neochota učiteľov pripravovať si experimenty vopred spôsobuje, že klasický demonštračný experiment je dostupný žiakom len pri aktívnych učiteľoch fyziky. Výsledky prieskumu na ZŠ [4] ukazujú nasledovné skutočnosti: 26 % učiteľov fyziky často využíva experiment, 8,5 % len občas. Alarmujúca skutočnosť v tomto prípade bola, že až 63,5 % opýtaných žiakov uvádza, že sa vôbec nestretávajú pri výklade učiva fyziky s experimentom. Ako potom môže byť dodržaná zásada názornosti? Už J. A. Komenský, hovoril o tom, že nie je dôležité do vyučovacieho procesu zapojiť čo najviac pomôcok, ale to, či sú tieto pomôcky zapojené správne a či skutočne plnia funkciu názornosti [5]. Najlepším príkladom názornosti je pozorovanie skutočného predmetu a javu. Pri experimentovaní sa žiaci stretávajú s nasledovnými výhodami ale i nevýhodami:

a) Výhody klasického experimentu realizovaného v laboratóriu:

žiak/študent:

- si sám môže overiť pravdivosť skúmaného javu;
- sa učí ovládať základy techniky práce so špeciálnym experimentálnym materiálom a získa určitú motorickú zručnosť;
- si lepšie zapamätá preberané učivo, ľahšie si ho pri preverovaní vedomostí vybaví;
- sa naučí pracovať v kolektíve.

b) Nevýhody klasického experimentu realizovaného v laboratóriu:

- časová náročnosť;
- priestorové nároky na samostatné laboratórium;
- zastarané a nevhodné pomôcky potrebné pre experiment;
- možnosť ublíženia si na zdraví;
- nie všetky laboratórne úlohy sa dajú robiť v školskom laboratóriu.

Prudký vývoj osobných počítačov a IKT vytvoril priaznivé podmienky pre realizáciu počítačom podporovaných laboratórií. Prvé počítače v laboratóriách slúžili výhradne len na zber údajov a ich následné jednoduché spracovanie. Neskôr veľa meracích softvérov a hardvérov bolo postavených s cieľom vniesť novú kvalitu do experimentov.

Ďalšie zdokonaľovanie IKT a ich prenikanie do reálnych laboratórií umožnilo vznik reálneho vzdialeného experimentovania realizovaného prostredníctvom internetu na diaľku. V tejto súvislosti je ale potrebné podotknúť, že reálny experiment stále zostáva v popredí záujmu výchovno-vzdelávacieho procesu vo fyzike. Pri vzdialených laboratóriách sa experimentálne zariadenie nenachádza vedľa experimentátora, ale sa reálne nachádza na vzdialenom mieste v laboratóriu. Reálne zariadenie experimentátor ovláda na diaľku a získané namerané dáta sú exportované do PC na strane klienta. Vznik e-laboratórií bolo podmienené zavedením a dobrou znalosťou internetu a jeho zodpovedajúcim servisom. Internet umožňuje výstavbu laboratórií pod schémou server – klient. Prvý reálny vzdialený experiment na báze ISES WEB Control „Regulácia vodnej hladiny“ ([www.ises.info](http://www.ises.info)) bol realizovaný v roku 2001 a monitoring počtu prístupov sa uskutočňuje od apríla 2004. Ku koncu mája 2009 bolo zaznamenaných 4733 prístupov, celkovo je však na všetkých monitorovaných experimentoch zaznamenaných viac ako 26500 prístupov [3].

Na Slovensku sa v rámci grantu MŠ SR KEGA č. 3/4128/06 realizoval projekt „*e-Laboratórium interaktívnych experimentov ako pokračovanie projektu multimediálneho vyučovania fyziky na univerzitách SR*“. V rokoch 2006 – 2008 sa začalo budovať prvé slovenské e-laboratórium interaktívnych prírodovedných experimentov s koordinačným centrom na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty TU v Trnave, v spolupráci s Katedrou techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre, Katedrou fyziky MTF STU so sídlom v Trnave a Katedrou fyziky FEI STU v Bratislave. Na stránke Katedry fyziky PdF TU

v Trnave <http://kf.truni.sk/>, konkrétne na <http://kf.truni.sk/remotelab/remotelab-sk.html>, resp. cez individuálne adresy je v e-laboratóriu (obr. 2) sprístupnený:

- **Monitoring počasia** – meranie teploty, tlaku a slnečného svitu v Trnave, <http://remotelab1.truni.sk/>;
- **Elektrochemický článok** – prvý slovenský vzdialený chemický experiment, <http://remotelab2.truni.sk/>;
- **Prenos energie v obvode (RLC)** – <http://remotelab3.truni.sk/>;
- **Voľný pád** – <http://remotelab4.truni.sk/>;
- **Faradov zákon elektromagnetickej indukcie** – <http://remotelab4.truni.sk/>;
- **Matematické kyvadlo** – <http://remotelab5.truni.sk/> [3].



Obr. 2 Titulná WWW stránka slovenského e-laboratória fyziky (<http://kf.truni.sk/remotelab/remotelab-sk.html>)

Vzdialené experimentovanie sa postupne dostáva do popredia záujmu aj na renomovaných univerzitách v zahraničí. Veľmi dôležitým aspektom sú psychologické a pedagogické hľadiská. Psychológia a didaktika vzdialeného experimentovania je v súčasnosti ešte v „plienkach“ a je predmetom záujmu začínajúcich výskumov. Vhodnosť implementácie vzdialeného experimentovania z hľadiska pedagogického ukáže najbližšie obdobie, a to napr. prostredníctvom sledovania študijnej aktivity žiakov/štvudentov, ich dosahovaných výsledkov a pod. Konceptia zhodnotenia pedagogickej vhodnosti vzdialených reálnych laboratórií musí zahŕňať súbor metód potrebných pre zachytenie údajov (dotazníky, rozhovory so študentmi a učiteľmi, pozorovanie reakcie študentov pri realizácii vzdialených laboratórnych úloh, didaktické testy a pod.) a ich následné spracovanie a vyhodnotenie. Využitie týchto metód v pedagogickom výskume poskytuje množstvo informácií, ktoré musia byť následne spracované v štatistických a interpretačných formách [3]. Prijatie vzdialených laboratórií akademickou komunitou závisí od nasledujúcich atribútov [6]:

- korelácia s potrebami kurikula,
- pedagogická spoľahlivosť,
- spôsobilosť,

- ľahká použiteľnosť,
- reliabilita.

## 2.2 Virtuálny experiment

Druhým prvkom INTe-Lu je virtuálny experiment (obr. 3), ktorý zahŕňa počítačové simulácie sledovaných reálnych procesov a javov v prírode. Tieto simulácie môžu byť ako statické, tak dynamické. Dynamické simulácie, ktoré umožňujú interaktivitu, t.j. ešte voľbu premenných parametrov deja, nazývame aplety. V určitých aplikačných oblastiach môže virtuálna realita ponúknuť efektívny prostriedok pre zvyšovanie konkrétnych zručností. Ide o priestor názorne vytvorený pomocou symbolických procesov, vhodne popísaný, zavedený a udržiavaný jednotlivcami alebo skupinami [7].



Obr. 3 WWW stránka virtuálneho laboratória  
([http://www.wsd1.org/LTCAactivities/46%20Freeware/virtual\\_labs\\_electricity.htm](http://www.wsd1.org/LTCAactivities/46%20Freeware/virtual_labs_electricity.htm))

Počítačové simulácie môže učiteľ vhodne využiť pri vysvetľovaní učiva ako demonštráciu. Prípadne môže nechať žiakov/študentov hľadať určité zákonitosti skúmaného javu resp. overiť správnosť danej simulácie výpočtom na základe teoretických poznatkov.

Profesor Wieman z University of Colorado [1] skúmal efektívnosť 45-tich simulácií. Posúdil ich použitie na hodinách ako časť problémových úloh a ako náhradu za laboratórne cvičenie. Výhodou interaktívnych simulácií je, že symbolicky znázorňujú to, čo inak nie je normálnym okom viditeľné – napr. elektróny pretekajúce v obvode s prúdovou rýchlosťou podobnej prúdu, okamžite reagujúce na zmeny v parametroch obvodu. Často je možné nastaviť také parametre, ktoré v praxi nepripadajú do úvahy alebo uskutočniť experiment, ktorý by v praxi nebol možný (napr. výbuch jadrového reaktora). Niekedy je počítačová simulácia dokonca jedinou možnosťou ako experiment uskutočniť.

Štúdie [1] ukazujú, že simulácie pomáhajú študentom pochopiť základné vlastnosti elektrického prúdu a napätia, a tak rovnocenne nahrádzajú laboratórium s reálnymi komponentmi, zlepšujú študentovo samostatné postavenie a vysvetlenie reálnych obvodov. Virtuálne laboratórium predstavuje v širšom zmysle otvorenú, vzdialene prístupnú databázu

objektov využiteľných pre simulovanú, ale aj sprostredkovanú experimentálnu činnosť: anotácie, návody, pracovné listy, grafy, fotografie, simulácie, animácie, kontakty [8].

Počítačová simulácia nemôže eliminovať reálny experiment vo vyučovaní, pretože nemôže nahradiť priame pozorovanie prírodných javov. Jej úloha spočíva v sprístupnení javov, v názornosti a vytvorení podmienok k získavaniu poznatkov z reálneho experimentu.

### 3 Záver

Rozvoj IKT umožnil uskutočniť zmenu a zlepšenie aj v oblasti experimentovania. Preto aj zaradenie skutočného experimentu do e-learningu dopĺňa túto novú formu výučby o najdôležitejšiu časť vyučovacej zásady – názornosť. Veď experiment má v sebe zakódované aj psychické regulačné prvky, ktoré môžu výrazne aktivizovať žiakov, budiť ich záujem, navodzovať ich tvorivý prístup k experimentálnemu riešeniu úloh. Pritom vieme, že pokus (experiment) vo vyučovaní fyziky je vždy didakticko-metodicky upravený s určitým zámerom. V priebehu experimentu sa žiaci zoznamujú s cestami (pracovnými postupmi), pomocou ktorých sa vo fyzike získavajú poznatky.

S komplexným využívaním všetkých troch zložiek INTe-Lu je možné zatriktívniť vyučovanie a najmä zvýšiť predstavivosť a porozumenie skúmaných javov a ich súvislostí.

Naše skúsenosti ukazujú, že jednotlivé zložky INTe-Lu je možné uplatniť i v projektovom vyučovaní, ich vhodným zakomponovaním do zadaní projektov [9]. Projektové vyučovanie na báze INTe-Lu dostáva nový rozmer, pretože sa začína od pozorovania dejov a procesov reálneho sveta, zväčšuje sa počet zdrojov informácií, ich rôznorodosť, forma ich spracovania a spôsoby prezentácie výsledkov [10].

### PodĎakovanie

Projekt budovania prvého slovenského e-laboratória vzdialených interaktívnych experimentov na Slovensku na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty 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 PdF TU v Trnave a jej technických pracovníkov, ako i na základe odbornej spolupráce s doc. F. Lustigom z MFF UK v Prahe, vedeniu PdF TU a finančnej podpory grantových agentúr MŠ SR KEGA prostredníctvom grantu č. 3/7227/09 a VEGA č. 1/0332/08, za ktoré riešitelia vyjadrujú vďaku.

### Literatúra

- [1] WIEMAN, C. and col. Interactive simulations for teaching and learning physics. In. *The Physics Teacher*, Vol. 44, No. 1, January 2006, p. 18–23.
- [2] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Integrated e-Learning – New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics. In. *Innovations 2009. World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER*, Special Volume, Virginia, USA, p. 119-135.
- [3] OŽVOLDOVÁ, M., GERHÁTOVÁ, Ž. *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. Typi Universitatis Tyrnaviensis. Bratislava, 2010. ISBN 978-80-8082-386-3.
- [4] REITEROVÁ, B. *Interaktívne aplety a ich využitie v tematickom celku „Mechanika“*. Diplomová práca, Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2009.

- [5] PETLÁK, E. Všeobecná didaktika, Bratislava, IRIS, 1997. ISBN 80-88778-49-2.
- [6] ESCHE, S. K. and col. A scalable system architecture for remote experimentation. In: 32<sup>nd</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston, MA, 2002.
- [7] MAYER, P. A. *Computer media and communication a reader*. Oxford, Oxford University Press, 1999.
- [8] BÍLEK, M., TURČÁNI, M. Vzdálené a virtuální laboratoře ve výuce a přípravě učitelů přírodovědných předmětů. In: *Pedagogika* 4 roč. LVI, 2006. ISSN 003-3815, s. 361.
- [9] GERHÁTOVÁ, Ž. *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. Dizertačná práca. PF Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Nitra 2009.
- [10] GERHÁTOVÁ, Ž., OŽVOLDOVÁ, M. Energia prostredníctvom počítačom podporovaného Integrovaného – eLearningu. In: *Research in Didactics of the Science*. Krakow: Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, 2008. ISBN 978-83-7271-519-7, s. 142 – 145.