

E-LABORATÓRIUM V INTEGROVANOM E-LEARNINGU

František Schauer¹, Miroslava Ožvoldová¹, Peter Čerňanský¹, Lenka Válková¹,
Pavel Majerčík¹, Michaela Žovínová¹, Alojz Slaninka², Lukáš Tkač¹

¹ Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky

² VÚJE a.s., Trnava

Abstrakt: *Prezentujú sa skúsenosti s budovaním prvého slovenského e-laboratória reálnych vzdialených experimentov s prenosom dát. Laboratórium využíva ako hardvér Internet School Experimental System (ISES) s programovateľnými modulmi a softvér zabezpečujúci komunikáciu klienta so serverom založenú na webových stránkach a Java appletoch. Výnimočnosť tohto systému spočíva v jeho jednoduchosti, otvorenosti a je konštruovaný ako stavebnicový. Laboratórium je koncipované ako prírodovedné, v súčasnosti zahŕňa experimenty z fyziky a chémie. Prezentované sú aj prvé pedagogické skúsenosti.*

Kľúčové slová: e-learning, integrovaný e-learning, vzdialený reálny experiment, ISES-Internet School Experimental System, e-laboratórium

Úvod

V súvislosti s výučbou prírodných vied sa často ozývajú hlasy volajúce po integrácii [1,2]. Je to odozva nielen na dezintegráciu, ktorá bola prirodzeným dôsledkom konštituovania jednotlivých prírodovedných disciplín, ale v prvom rade odozva na vývin vo výučbe prírodných vied spôsobený rastom množstva poznatkov a súčasným poklesom vyučovacích hodín. Tento druhý fakt spôsobil v istom zmysle dezintegráciu aj vo výučbe samotnej fyziky.

Podstatnou súčasťou výučby fyziky bol v minulosti fyzikálny experiment. Pritom bežným javom aj v rámci vysokoškolských prednášok bol demonštračný experiment. Takáto prax reflektovala prirodzený rámec fyziky ako experimentálno-teoretickej vedy, ktorej primárne metódy skúmania sú experimentálne. Neskôr, na škodu vecí, sa takáto pedagogická prax z našich škôl vytratila. Došlo k oddeleniu jednotlivých metód a dnes sme svedkami toho, že fyzika sa učí v prevažnej miere ako teoretická disciplína dopĺňaná (na vysokých školách často s jednosemestrálnym časovým posunom) laboratórnymi cvičeniami, väčšinou orientovanými na zmeranie hodnoty nejakej konkrétnej fyzikálnej veličiny. Takže došlo k akémusi umelému oddeleniu dvoch pohľadov na fyziku, pričom pohľad experimentátora, menovite úloha experimentu vo fyzikálnom poznávaní je potlačená. Práve opísaná situácia núti zamýšľať sa nad vnútornou integráciou v rámci výučby samotnej fyziky. Tomuto programu však bráni často nedostatočné experimentálne vybavenie jednotlivých škôl i obmedzená možnosť prístupu do fyzikálneho laboratória pre študentov.

Dnešná doba, v dôsledku dynamického vývinu informačno-komunikačných technológií, prináša do škôl nové prostredie obohatené o širokú paletu možností. Súčasná technika, zahŕňajúca tak hardvér ako i softvér, poskytuje možnosť budovať počítačom riadené e-laboratória, ktoré sú dostupné užívateľom prostredníctvom internetu. Možnosť pracovať v e-laboratóriu nie je determinovaná miestom, časom ani zariadením, pretože si nevyžaduje žiadne špeciálne prostriedky, ktoré by neboli pre využívanie webu bežné [3]. Tak sa otvára nová stratégia vo vyučovaní fyziky, obsahujúca v sebe silne globálne prvky založené na experimente. Táto stratégia bola nazvaná Integrovaným e-learningom [4] a poskytuje možnosť integrovať do vyučovacieho procesu súčasne všetky prirodzené epistemologické postupy

využívané vo fyzike ako vedeckej disciplíne (teoreticko – experimentálne, deduktívno – induktívne, modelovanie,...). Fundamentálnym prvkom tejto stratégie je vzdialený experiment na internete. Pedagogická a technická argumentácia v prospech vzdialených experimentov bola prezentovaná v práci [5]. Súčasne bol v práci [6] opísaný jednoduchý systém komunikácie založený na prístupe server-klient. Hardvérovou súčasťou systému je Internet School Experimental System (ISES) a softvérovou (spolu s Java appletmi) ISES WEB CONTROL. V tomto príspevku sa venujeme hlavne problematike budovania slovenského laboratória vzdialeného experimentu pre prírodné vedy.

E-laboratórium vzdialených interaktívnych experimentov

Hlavným cieľom projektu KEGA „E-laboratórium interaktívnych experimentov ako pokračovanie projektu multimediálnej formy výučby fyziky na univerzitách SR“ a projektu VEGA „Globálne prístupné experimenty v prírodných vedách ako súčasť integrovaného e-learningu“ je zaplniť medzeru v e-learningových kurzoch, kde doteraz chýbala podstatná súčasť výučby fyziky, reálny experiment a experimentovanie. Konečným cieľom projektu je vybudovanie e-laboratória interaktívnych reálnych experimentov v prírodných vedách. Projekt predstavuje nový prístup k technickému riešeniu vzdialených experimentov ako aj doteraz neriešeným problémom didaktiky výučby prostredníctvom e-laboratória. Databáza experimentov spolu s teóriou a návodmi predstavuje novú formu a technickú realizáciu interaktívnych experimentov vhodných na implementáciu do kurzov fyziky aj na miestach kde nie sú klasické laboratória dostupné. Takže výstup z projektov poskytne možnosť účasti širokej komunity na reálnych e-experimentoch.

V oblasti merania, zberu dát a ich prenosu je v súčasnosti pomerne zložitá situácia. V plnej miere sa možno o tom presvedčiť pri pokuse pripraviť vzdialený experiment vo fyzike. Absencia štandardizácie vedie k rôznym individuálnym riešeniam [7] a zbytočným prekážkam pre potenciálneho užívateľa.

Prvým krokom prípravy reálneho vzdialeného experimentu je príprava počítačom riadeného experimentu. Na našom pracovisku využívame hardvér a softvér systému ISES, ktorý je jednoduchý a pohodlný pre užívateľa. Jeho prednosťou je, že je otvorený a pracuje pod operačným systémom Windows. Systém pozostáva z interfejsovej karty, sady programovateľných modulov obsahujúcich rôzne snímače (obr. 1) a podporného vyhodnocovacieho a grafického softvéru umožňujúceho priamy export dát do iných grafických procesorov. Komunikáciu a riadenie experimentu vzdialeným klientom



Obr. 1 ISES - Internet School Experimental System [8]

prostredníctvom internetu zabezpečuje ISES WEB CONTROL. Pritom na vybavenie klientovho počítača nie sú kladené žiadne špeciálne nároky. Potrebuje len

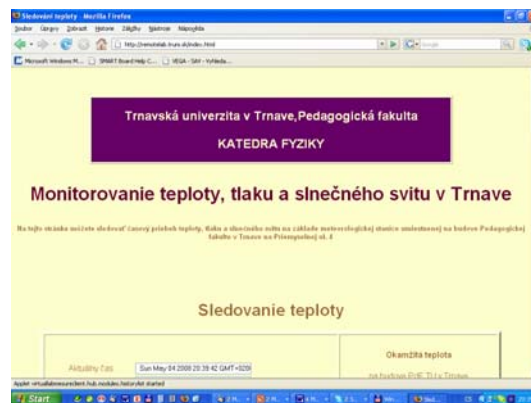
štandardný web prehliadač (napr. Internet Explorer, NetScape, Mozilla) a podporu jazyka Java, pretože využíva Java applety.

Slovenské e-laboratórium vzdialených experimentov

Ako bolo uvedené v úvode cieľom spomenutých projektov KEGA a VEGA na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity je vybudovanie prvého slovenského e-laboratória vzdialených reálnych experimentov, ktoré by malo byť súčasťou integrovaného e-learningu [5] zahŕňajúceho okrem vzdialených experimentov aj e-simulácie a e-učebnice.

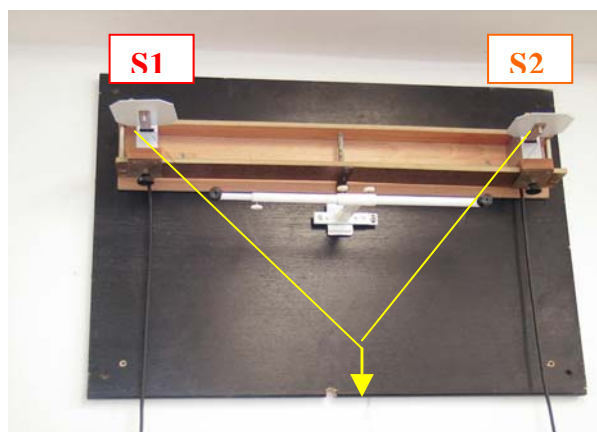
Spomenieme tu experimenty budované na našom pracovisku:

- Monitorovanie životného prostredia v Trnave
Experiment (<http://remotelab.truni.sk>) je orientovaný na monitorovanie teploty, tlaku a intenzity slnečného žiarenia v exteriéri budovy Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity (obr. 2). Tento experiment poukazuje na možnosť monitorovania rôznych fyzikálnych veličín prostredníctvom internetu za pomoci nenáročného hardvéru a softvéru s možnosťou rozšírenia o ďalšie veličiny. Prístup je voľný, bez akejkoľvek registrácie či požadovania hesla. Súčasne môžu byť pripojení viacerí klienti. Úlohy sú orientované na vyhodnocovanie veličín súvisiacich s počasím a životným prostredím.

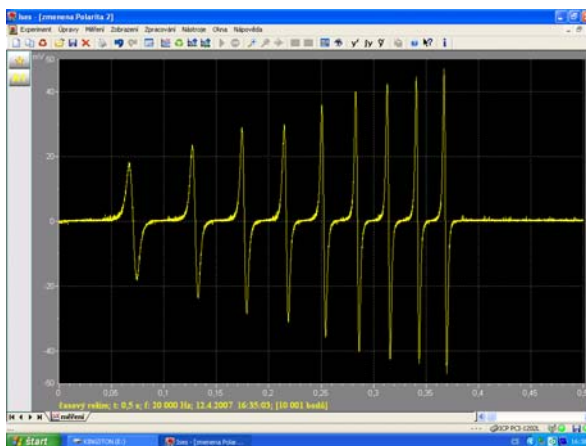


Obr. 2 www stránka monitorovania prostredia

- Matematické kyvadlo
Experiment voľné a vynútené kmity matematického kyvadla (obr. 3) je experimentom s jedinečným zariadením na zaznamenávanie okamžitej uhlovej výchylky. Výchylka sa meria nepriamo pomocou dvoch ISES dynamometrov. Experimentálne zariadenie umožňuje postaviť široké spektrum úloh z mechaniky, tiažového poľa, kmitov a rezonančných javov. Výsledky možno konfrontovať s úlohou vynútené kmity na pružine [9], či ďalšou pripravovanou úlohou v tomto e-laboratóriu oscilácie v RLC obvodoch.
- Voľný pád v plynách a kvapalinách
Experiment je zameraný na štúdium voľného pádu vo vodiacej trubici. ako prostredie môžu byť použité rôzne viskózne kvapaliny. Čas preletu jednotlivými úsekmi je zaznamenávaný pomocou impulzov z indukčných cievok. Zozberané dáta sú graficky znázornené (obr. 4) a je možné ich ďalej spracovať a vyhodnotiť. Možná je aj aplikácia v oblasti vyšetrovania Faradayovho zákona elektromagnetickej indukcie.



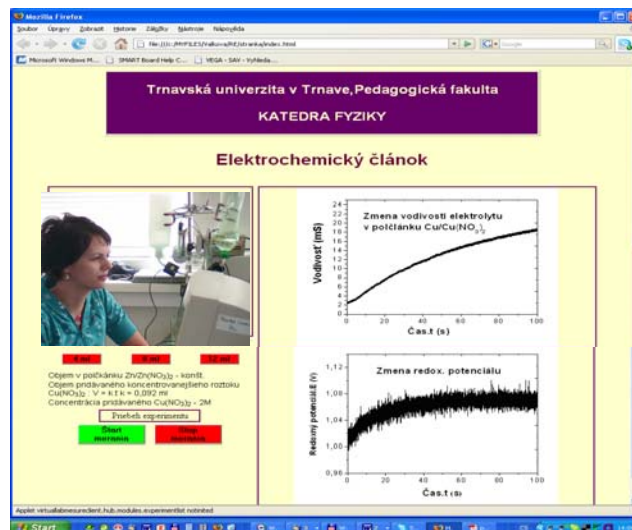
Obr. 3 Matematické kyvadlo s dvoma ISES dynamometrickými senzormi S1 a S2



Obr. 4 Výstupný signál z experimentu „Voľný pád“

- **Mapovanie magnetického poľa**
Vzdialený experiment poskytuje možnosť vyšetřovať a mapovať magnetické pole. Spôsob detekcie založený na odozve na pulzné pole dovoľuje zrekonštruovať nielen veľkosť charakteristiky poľa, jeho magnetickej indukcie, ale priamo jej vektor.
- **Oscilácie v RCL obvodoch**
Vzdialený experiment poskytuje elektronickú analógiu pre mechanický experiment vynútených kmitov oscilátora na pružine [9]. Spracovaním prúdových a napät'ových signálov a ich vzájomného fázového posunutia dáva možnosť študovať prenos energie v systéme a rezonančné javy.
- **Charakteristika elektrochemického článku**
Tento vzdialený experiment predstavuje jedinečný pokus zavedenia vzdialených experimentov do chémie, ktorá zatiaľ nie je ich doménou. (Prvý experiment študujúci kinetiku fenolftalénu s hydroxilovými iónmi bol zverejnený 8. decembra 2006 na univerzite v Cambridge [10].) Na našom pracovisku realizovaný experiment sa týka elektrochemických vlastností galvanického článku, ktoré sú určované z konduktometrických meraní, meraní elektromotorického napätia a pH [11]. Z technického hľadiska je zaujímavé a ojedinelé použitie počítačom riadeného elektromagnetického ventilu, titračnej pumpy a premiešavajúceho zariadenia.
Zariadenie pozostáva z dvoch reakčných komôr naplnených elektrolytmi s premenlivou koncentráciou, membrány a dvoch kovových elektród. Princíp experimentu je jednoduchý – menením koncentrácie elektrolytu sa testuje

Nernstova rovnica prostredníctvom meraní elektromotorického napätia článku v kombinácii s konduktometrickými a pH-metrickými meraniami. Výstupné grafy zmeny koncentrácie a elektromotorického napätia v závislosti od času možno vidieť ako súčasť webovej stránky experimentu na obr. 5.



Obr. 5 www stránka experimentu „Charakteristika galvanického článku“

Záver

Prvé skúsenosti z budovania e-laboratória a využívania vzdialeného experimentu vo fyzike poukázali na:

- široký záujem študentov tak bakalárskeho ako aj magisterského štúdia o podieľanie sa na budovaní e-laboratória
- fakt, že vzdialený experiment bude hrať v budúcnosti rozhodujúcu úlohu v motivácii, získavaní záujmu a individuálnej zainteresovanosti študentov do pedagogického procesu
- výnimočnú vhodnosť využívania systému ISES pre počítačovo riadené experimenty na vysokých i stredných školách (vzhľadom na jeho nenáročnosť)
- jednoduchú cestu ako sprostredkovať využívanie počítačovo riadených experimentov ich pretransformovaním za pomoci WEB CONTROL prostriedkov na vzdialené experimenty pre širokú škálu prírodovedných i technických predmetov

Samotný pedagogický výskum viedol k prijatiu hypotézy o zvýšenej zainteresovanosti tak študentov ako aj pedagógov do vyučovacieho procesu [11, 12, 13] prostredníctvom aktivít priamo spojených so vzdialeným experimentom.

PodĎakovanie

Autori vyslovujú poďakovanie doc. RNDr. F. Lustigovi, CSc. za spoluprácu a podporu pri budovaní e-laboratória. Súčasne vyslovujú vďaku grantovým agentúram MŠ SR za podporu projektu KEGA č. 3/4128/06 „E-laboratórium interaktívnych experimentov ako pokračovanie projektu multimediálnej formy výuky fyziky na univerzitách SR“ a projektu VEGA „Globálne prístupné experimenty v prírodných vedách ako súčasť integrovaného e-learningu“

Literatúra

- [1] KREMPASKÝ, J. 1997. Integrovaná prírodoveda. Bratislava: MC, 1997. 240 s. ISBN 80-88796-62-8

- [2] HOLEC, S. a kol. 1999. *Prírodoveda*. Banská Bystrica: UMB FPV, 1999. 362 s. ISBN 80-8055-150-2
- [3] SCHAUER, F. – LUSTIG, F. - DVOŘÁK, J. - OŽVOLDOVÁ, M. 2008. *Easy to Build Remote Laboratory with Data Transfer using ISES – Internet School Experimental System*, In: Eur. J.Phys 29 (2008), in print
- [4] SCHAUER, F. - OŽVOLDOVA, M. - LUSTIG, F. - DEKAR, M. 2008. *Real Remote Mass-Spring Laboratory Experiments across Internet-Inherent Part of Integrated E- Learning of Oscillations*, In: International Journal of Online Engineering (iJOE) 4, No.2, (2008) pp. 52-55.
- [5] KOZÍK, T. a kol. 2006. *Virtuálna kolaborácia a e-Learning*, Pdf UKF, Nitra 2006, ISBN 80-8094-053-3, kap. 3 : Ožvoldová M.: *Vývoj e-learningu vo fyzike smerom k novej generácii - Integrovanému e-learningu*, (2006), pp. 30- 45
- [6] SCHAUER, F. - KUŘITKA, I. - LUSTIG, F. 2006. *Creative Laboratory Experiments for Basic Physics Using Computer Data Collection and Evaluation Exemplified on the Intelli-gent School Experimental System (ISES)*, In: Innovations 2006 (USA), World Innovations in Engineering Education and Research iNEER Special Volume 2006, Chapter 26, pp.305-312, ISBN 0-9741252-5-3
- [7] GRÖBER, S. – VETTER, M. – ECKERT, B. – JODL, H. J. 2007. *Experimenting from a Distance – Remotely Controlled Laboratory (RCL)*, In: Eur. J. Phys. 28 (2008), p. 127
- [8] LUSTIG, F. – DVORAK, J. 2003. *ISES WEB Control, software kit for simple creation of remote experiments for ISES*. Teaching tools co. PC-IN/OUT, addr: U Druhé Baterie 29, 162 00 Prague 6, 2 Czech Rep.
- [9] LUSTIG, F.: www.ises.info ("Natural and driven oscillations")
- [10] Pozri: <http://usefulchem.blogspot.com/2006/12/remote-controlled-labs.html>
- [11] VÁLKOVÁ, L. – SCHAUER, F. 2008. E-remote laboratory in chemistry - demonstrated on remote experiment " Electrochemical cell", ICETA 200, 6th Int. Conf. on Emerging e-learning Technologies and Applications, The High Tatras, Slovakia, September 2008.
- [12] OŽVOLDOVÁ, M. - ČERŇANSKÝ, P. - SCHAUER, F. - LUSTIG, F. 2006. *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, pp. 297-304, ISBN 0-9741252-5-3
- [13] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG F.: *Real Interactive Physics Experiments with Data Collection and Transfer Across Internet*, In: MPTL12 - 12th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, 13-15 September 2007, Institute of Experimental Physics, University of Wrocław, Poland, Electronic Proceedings, 7 pp., <http://mptl12.ifd.uni.wroc.pl/proceedings.html>

Adresa autora

doc. RNDr. Peter Čerňanský, PhD.
Katedra fyziky PdF Trnavskej univerzity
Priemyselná 4
918 43 Trnava
E-mail: pcernan@truni.sk