

Školní laboratoře badatelského typu - integrace tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních experimentů

FRANTIŠEK LUSTIG

Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, KVOF

Experiment, který by měl být součástí každé výuky přírodních věd, se rychle vytrácí. Ve výuce se stále navyšuje množství základních poznatků, studenti jsou encyklopedickým výkladem zahlceni. Příspěvek chce ukázat cestu zkvalitnění výuky přírodních věd integrací tradičních, vzdálených a virtuálních laboratoří. Příspěvek přinese ukázky ze vzdálených laboratoří typu Remote sensing laboratory, Remote control laboratory, dále novinku - laboratoř typu Remote network laboratory (síťové sledování radioaktivního pozadí) a představí virtuální simulace s datovým exportem a importem. Integrací tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních laboratoří chceme vytvořit laboratoře badatelského typu.

Příspěvek chce mobilizovat učitele k používání nových technologií ve školním experimentu. Uvědomme si rozpor technologií, které používají naši studenti mimo školu a ve škole! Naši studenti jsou z „i-generace“, síťové, internetové. Jak je možné, že studenti běžně internetově, síťově komunikují, žijí v non stop multitaskingu, bez „Google“ nezačnou nic řešit, Internet mají jako externí mozek, jsou non stop na ICQ, na Facebooku, hrají on-line hry - a ve škole se nudí pohledem na tabuli s křídou a na učitele „X-generace“, který žáky zahrnuje fakty a nikoliv kompetencemi. Zkusme studenty naučit se stále sebevzdělávat, zkusme od nich nechtít „správné odpovědi“, ale tvořit „správné otázky“. Jen tak přežijí v nové době exponenciálního nárůstu poznatků.

Omlouvám se aktivním učitelům, kteří podobným způsobem se studenty pracují, využívají interaktivní pomůcky, hand made pomůcky, učí projektově, s podporou počítačů, Internetu aj. Ale takovýchto učitelů, kteří probudí v našich studentech zájem o aktivní poznávání, je zatím stále málo. A svědčí o tom i výsledky mezinárodních testů TIMMS 2009 aj.

Tradiční počítačem podporované laboratoře

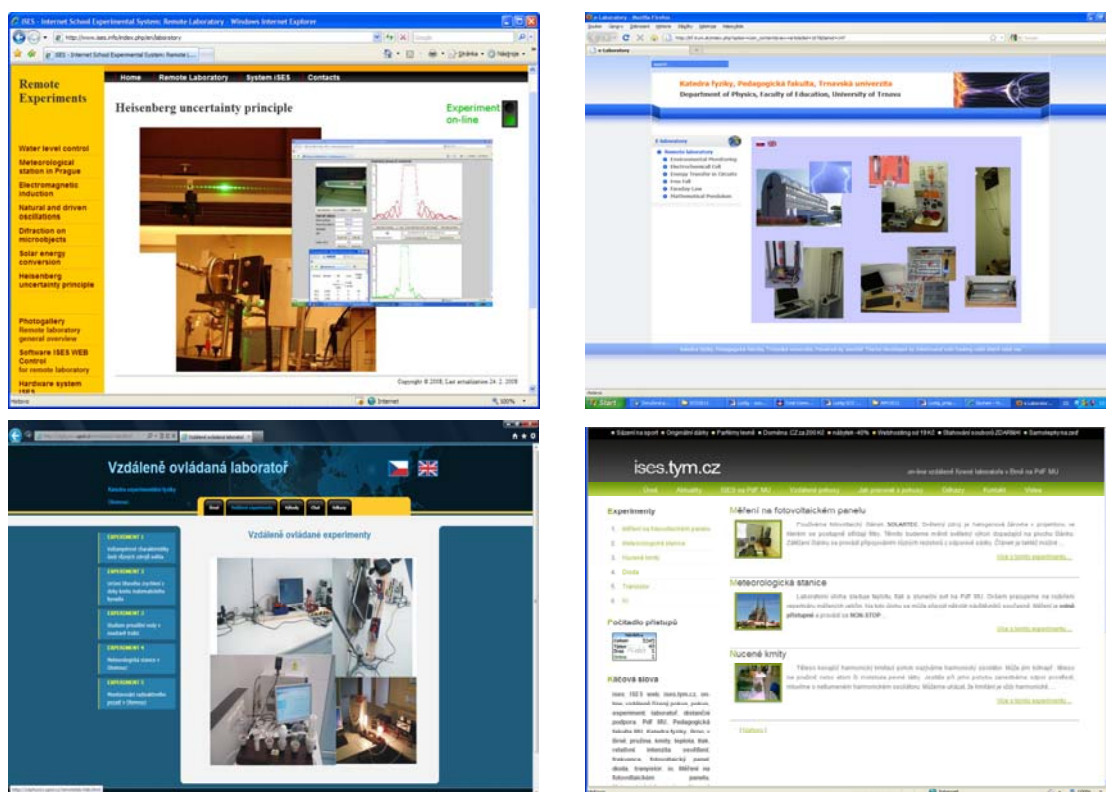
Laboratoře bez počítače mají jistě své kouzlo. Ale my zkusíme v laboratoři vzít klasické pomůcky a zkusíme je pomocí počítače zatraktivnit. Školy jsou často vybaveny měřicími systémy ISES [1], [2], [3], Vernier, Pasco, IP Coach aj. Souprava ISES je interní, učebnový typ, Vernier a Pasco mohou být i mobilní. Alokované mohou být jak ve školních laboratořích, tak i v terénu mimo školní laboratoř. Umožňují měření jako dataloger, kdy se data analyzují on-line, případně off-line. Umožní měření v situacích, které studenti/žáci znají z běžného života, ale jevy si nedovedou „převést“ do fyziky, do chemie, do biologie. Mobilní laboratoře mohou být standardní měřicí systémy s přenosným notebookem. Novinkou jsou datalogery, které jsou mo-

bilnější, pracují bez počítače, data se vyhodnocují on-line na datalogeru, případně off-line na notebooku, stolním počítači. Pozn. systém ISES má variantu **ISES Blue**, která umožňuje **bezdrátové připojení modulů** a **ISES-link** – jednovstupová USB varianta, obdoba GO-link a Pasco-link). ISES-link spolupracuje se senzory ISES, Vernier i Pasco.

Vzdálené laboratoře

Vzdálené laboratoře jsou novinkou ve světě laboratoří. Vzdálená laboratoř je reálná laboratoř s reálnými experimenty, ale přístup do této vzdálené laboratoře je umožněn komukoliv, kdykoliv a odkudkoliv pouze prostřednictvím internetového připojení, pouze prostřednictvím volně dostupných prohlížečů typu Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, aj. Vzdálené laboratoře se dají využít jako soubor experimentů, laboratorních úloh pro studenty nebo též jako databáze experimentů pro vyučující, přednášející, kteří mohou požadovaný experiment zařadit „bez přípravy“ v libovolný čas do své výuky, přednášky aj. Studenti mohou na vzdálených laboratorních úlohách zkoušet badatelským způsobem jak se experiment chová, jaké závislosti lze odhalit, či ověřit, aj. Vzdálená úloha ovšem může být připravena jako standardní laboratorní cvičení, kdy student měří, ukládá si data, která lze přenést Internetem do jeho počítače, a nakonec student data vyhodnotí, vynese grafy, vyplní tabulky, ověří závislosti aj. V praxi je odzkoušeno, že takto lze odevzdávat písemné referáty z úloh, které jsou umístěny na internetu. Vyzkoušejte např. vzdálené experimenty v naší laboratoři (úlohy: non stop monitorování počasí včetně non stop sledování přirozené radioaktivity, úlohy s pružinou - tlumenou, s budící silou aj., úlohy na ohyb na štěrbině, úlohy na indukci, fotoefekt, solární energii, řízení výšky vodní hladiny aj.). Často jsou naše vzdálené experimenty využívány vyučujícími při výuce, přednášce na zpestření výuky zajímavým, či typickým experimentem, který na daném místě nelze předvést. Vzdálené experimenty mají i rezervační systém, takže je lze rezervovat na jméno a heslo na daný čas výuky aj. Vzdálené laboratoře se stále „rozdávají“, jsou v Praze na MFF (<http://www.ises.info>), na Slovensku na PedF v Trnavě (<http://kf.truni.sk/remotelab>), v Brně na PedF (<http://ises.tym.cz>), v Olomouci na PřF (<http://ictphysics.upol.cz/remotelab>) aj. Vytvořme síť vzdálených laboratoří na různých školách, propojme různé experimenty do jednoho českého/EU rozcestníku!

Typickým a vlastně jediným systémem pro tvorbu volných (všem ihned dostupných) vzdálených úloh je systém ISES a jeho softwarový stavebnicový modul ISES WEB Control [4], který umožní jednoduše stavebnicově sestavit libovolný vzdálený experiment i neprogramátorům. Vzdálené experimenty můžete „jenom“ používat např. na našich stránkách <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory> nebo je můžete aktivně sami tvořit. Není to o nic složitější než tvorba obyčejných HLML stránek. Vzdálené experimenty se systémem ISES a ISES WEB Control se jenom „poskládají“ z hotových velmi flexibilních komponent. V současné době se takové systémy, které se „jenom poskládají“ a hned pracují, označují jako „**Plug and Play měřicí systémy**“. Vzdálené laboratorní úlohy poskytují experimentální data, která si může uživatel stáhnout přes clipboard (schránku) do svého počítače a dále je zpracovávat např. v EXCELU, aj., či např. ve virtuálních simulacích, viz dále.



Obr. 1. Rozcestníky vzdálených experimentů se systémem ISES:

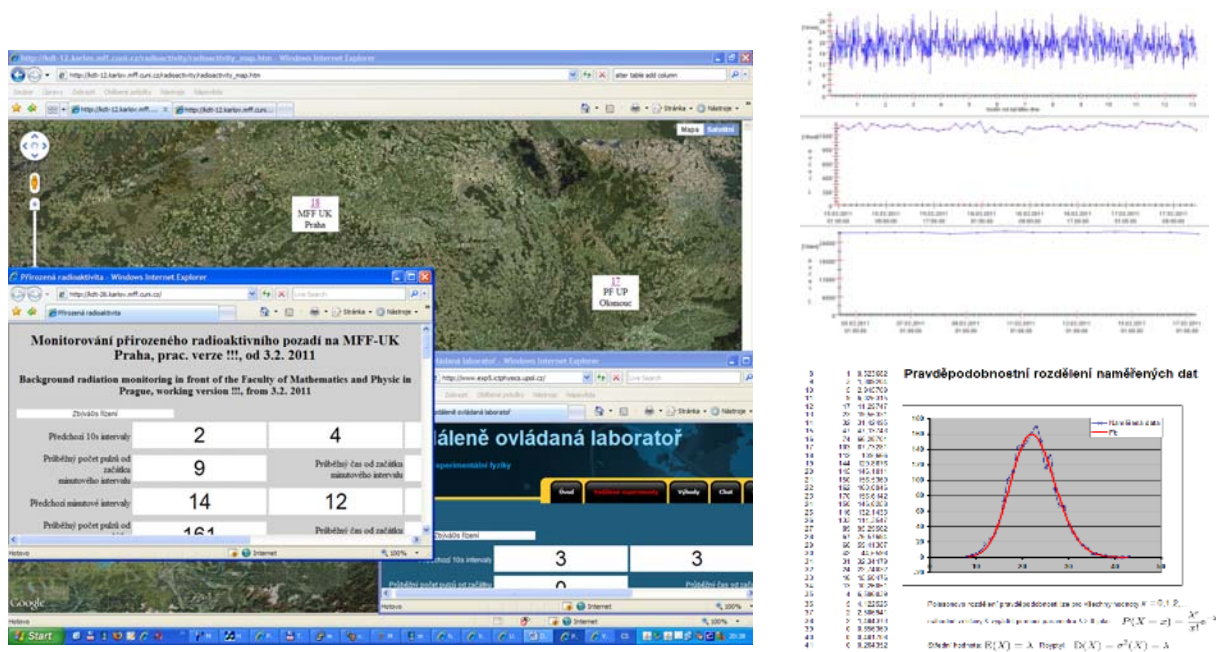
<http://www.ises.info>, <http://kf.truni.sk/remotelab>, <http://ictphysics.upol.cz/remotelab>, <http://ises.tym.cz>

Vzdálené experimenty lze ještě budovat se systémem LabVIEW, který má jednu nevýhodu – experimenty lze spouštět pouze se specializovaným softwarem (nutno doinstalovat tzv. Run-Time Engine, který je sice volně dostupný, ale instalaci lze provádět jenom s administrátorskými právy, takže využití LabVIEW je trochu komplikovanější. Nehledě na to, že se musí programovat). Systémy Pasco ani Vernier ani Phywe podporu vzdálených experimentů nemají.

Přidáme ještě aktuální vzdálený experiment, kterým je sledování přirozeného radioaktivního pozadí. Jedná se o nejnovější vzdálené laboratoře typu **RemNetLab** (Remote Network Laboratory), kdy stejný experiment provozujeme na různých místech (propojených sítí). Naše konkrétní ukázka vzdáleného experimentu typu RemNetLab je sledování přirozeného radioaktivního pozadí na různých místech ČR (pracovní varianta je na adrese <http://kdt-1.karlov.mff.cuni.cz>). Sledujeme přirozenou radioaktivitu v minutových, hodinových a celodenních intervalech. Non stop každých 10 s pomocí Geigerova Müllera čítače měříme a ukládáme počet impulsů, které znamená GM čítač. Informace jsou interaktivně on-line přístupné v **Google Map** na výše uvedené WWW stránce. Data je možné vybírat za zvolený časový úsek a stahovat si je do svých počítačů a aplikací. Je to soubor hardwareových náhodných dat, které vypovídají o hodnotách radioaktivního pozadí, (které je hojně sledované např.

nyní v čase japonské katastrofy tsunami a poškození jaderné elektrárny Fukušima). Tato data lze také efektivně využít i k ověření Poissonova rozdělení radioaktivního záření.

V krátkém souhrnu o vzdálených laboratořích vyzdvihneme fakt, že tyto laboratoře poskytují soubory reálných experimentálních dat, které lze získat interaktivním aktivním řízením (Remote control laboratory), či pozorováním (Remote sensing laboratory), resp. v síťových variantách vzdálených laboratoří typu Remote Network Laboratory.



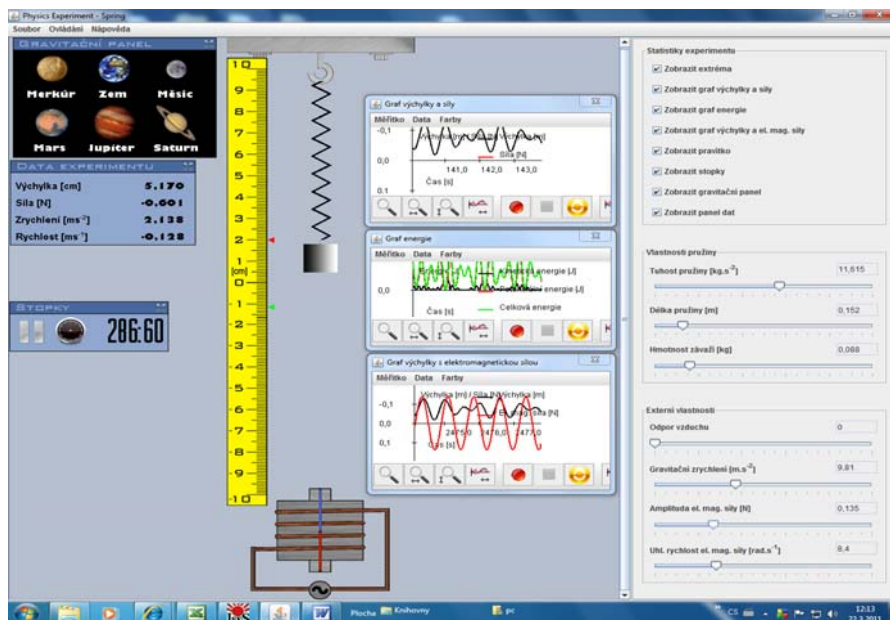
Obr. 2. Rem Lab Net - sledování přirozené radioaktivity na více místech najednou v interaktivní Google Map, <http://kdt-1.karlov.mff.cuni.cz>, minutové, hodinové a celodenní záznamy a Poissonovo rozdělení četností přirozeného radioaktivního záření, výstupy z <http://kdt-26.karlov.mff.cuni.cz>

Virtuální laboratoře

Poslední typ laboratoře, který je v našem výčtu laboratoří, jsou virtuální laboratoře. Virtuální experimenty, virtuální laboratoře jsou simulace, virtuální modely, aplety, flash animace aj. Jsou to tedy programy dostupné z lokálních umístění na počítači, případně spustitelné programy z Internetu. Apletů, animací, flashí je na Internetu neřeberné množství, ale jako zajímavé zdroje se jeví např. <http://www.walter-fendt.de/> (jednodušší aplety), či <http://phet.colorado.edu/> (velice povedené, často i složité unikátní simulace).

Stávající simulace neumožňují práci s daty, pouze si zkoušíme na grafických výstupech změny vstupních dat aj. Poslední novinkou v simulacích jsou simulace s exportem a importem dat (!) Takové simulace vytvořili autoři F. Lustig a B. Bar-

diovský v softwareovém kitu „ISES Sim Lab“ [5]. Je to až s podivem, že se dosud neobjevily tyto varianty apletů a simulací. Zřejmě nebylo potřeba komparovat *reálná data* a *simulovaná data*.



Obr. 7. Virtuální laboratorní prostředí „ISES Sim Lab“ s experimentem „Kmity na pružině“. Tato simulace má import dat např. ze vzdáleného experimentu a umožňuje porovnání, fitování reálných experimentálních dat ze vzdáleného experimentu a teoretických dat ze simulace.

Práci s takovýmto apletem představíme na virtuálním experimentu „Kmity na pružině“ (kmity volné, tlumené a vynucené). Zdařilá animace kmitů na pružině umožňuje interaktivní změnu mnoha parametrů v tomto experimentu – lze nastavovat hmotnost, tuhost, délku pružiny, dále lze nastavit vnější parametry jako je tlumení, budící síla. Dále lze nastavit tíhové zrychlení (pružina kmitá na Zemi, na Měsíci, na Saturnu aj.). Uvědomme si, že takovou změnu tíhového zrychlení v reálné laboratoři nelze provést. Ve virtuální laboratoři je to snadné. A student „překvapivě“ např. zjistí že doba kmitů je stejná na Zemi i na jiných planetách.

A nyní to nejzajímavější a nejnovější. Simulační prostředí disponuje *datovým exportem a importem*. Data z grafických výstupů je možno exportovat přes clipboard, či přes datový soubor do Vašeho počítače. Data dále zpracováváme požadovaným způsobem. Ale ještě větším komfortem je import dat např. ze vzdáleného experimentu nebo z reálného lokálního experimentu. Tato data jsou na grafickém pozadí simulace a nastavením základních parametrů a variací dalších parametrů hledáme shodu reálného vzdáleného, či lokálního experimentu s modelovaným simulovaným virtuálním experimentem. Takovýto aplet vizualizuje na grafech některé situace, které si lze z popisu jevu a ze základních fyzikálních rovnic obtížně představit. A zde máme virtuální experiment téměř jako hru. Objevitelským, badatelským přístupem se blížíme

k postupu vědců, kteří nejdříve studují jev, stanovují hypotézy, provádějí ověřující měření, vyhodnocují data a nakonec vyslovují nové závislosti, zákonitosti, objevy. Ano, téměř vždy od experimentu k teorii a nikoliv od teorie k experimentu, jak tomu je často na školách.

Integrace všech tří typů laboratoří: tradiční laboratoř + vzdálená laboratoř + virtuální laboratoř

Jak by to mohlo proběhnout ve výuce? Zatím jsme pouze představili tři typy laboratoří – tradiční, vzdálenou a virtuální. Každý typ vyjmenované laboratoře má svůj nepopiratelný přínos. Ale my bychom chtěli jít ještě dále. Zkusme jeden objekt, jeden problém zkoumat všemi typy laboratorních prací. Nechť si studenti sami zvolí typ laboratorního postupu. Nechť se třída rozdělí na skupinky, které tentýž problém řeší tradičně, vzdáleně, či virtuálně.

Učitel je součástí všech řešitelských týmů, učitel nekáže od tabule, učitel není expertem, chodící encyklopedií, je zprostředkovatelem procesu učení. Učitel studenty „táhne“ a ne „tlačí“, učí je klást správné odpovědi, učí je vzájemné kolaboraci, učitel se individuálně věnuje jak nadaným studentům, tak i studentům, kteří potřebují pomoc atd. A to je plno důvodů, proč je učitel ve výuce nezastupitelný.

Závěrem bychom rádi shrnuli, že právě toto *vzájemné propojení tradičního, vzdáleného a virtuálního experimentování je novou přidanou hodnotou*, která výuku doslova umocňuje.

Poděkování

Příspěvek podpořila Nadace ČEZ.

Literatura

- [1] Lustig F.: Computer based system ISES. <http://www.ises.info>, 1990-2011.
- [2] Schauer F. Lustig F. Ozvoldova M. ISES - Internet School Experimental System for Computer-Based Laboratories in Physics, in Innovations 2009 (USA). World Innovations in Engineering Education and Research. iNEER Special Volume 2009. chapter 10. pages 109-118. ISBN 978-0-9741252-9-9
- [3] Schauer F. Lustig F. Dvořák J. Ozvoldová, M.: Easy to build remote laboratory with data transfer using ISES – Internet School Experimental System ISES. Eur. J. Phys. 29. 753-765. 2008.
- [4] Lustig F. Dvořák J.: ISES WEB Control, software kit for simple creation of remote experiments for ISES. ISES Rem Lab. Teaching tools co. PC-IN/OUT. addr. U Druhé Baterie 29. 162 00. Prague 6. Czech Rep. 2003.
- [5] Lustig F. Bardiovský V.: Kmity na pružině. Simulační prostředí „ISES Sim Lab“, Teaching tools co. PC-IN/OUT. addr. U Druhé Baterie 29. 162 00. Praha 6. Czech Rep. 2011.