

# Tomáš Kozík, Marek Šimon

---

## Nahradí simulovaný experiment reálný?

---

Dydaktyka Informatyki 7, 153-167

---

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

**Tomáš Kozík, Marek Šimon**

## **NAHRADÍ SIMULOVANÝ EXPERIMENT REÁLNY? WILL THE REAL EXPERIMENTS BE REPLACED BY THE SIMULATED ONES?**

**Kľúčové slová:** Internet, reálny experiment, simulovaný experiment, vzdialený reálny experiment, virtuálne laboratórium

**Keywords:** Internet, real experiment, simulated experiment, remote real experiment, virtual laboratory

### **Abstrakt**

Školský experiment svojim obsahom, zameraním a uplatňovaným metodickým postupom je porovnateľný s metodikou vedeckého experimentu. Žiak/študent svojou účasťou a uskutočňovaním reálneho školského experimentu nadobúda prostredníctvom bezprostredného kontaktu s experimentálnou aparátúrou manuálnu zručnosť a získava ničím nenahraditeľnú experimentálnu skúsenosť z priameho pozorovania javov a procesov a to či už prírodovedných, technických alebo technologických. Nadobudnuté zručnosti, skúsenosti a vedomosti, ktoré získava pri príprave, uskutočňovaní a vyhodnocovaní výsledkov experimentu sú pre neho nezanedbateľným prínosom v prípade jeho ďalšieho štúdia alebo pri jeho budúcom uplatnení sa v reálnom živote.

Súčasná úroveň informačno-komunikačných technológií dovoľuje modelovanie alebo simulovanie prírodovedných javov, technických a technologických procesov, teda aj reálnych experimentov v prostredí virtuálneho laboratória v ktoromkoľvek mieste na svete a prostredníctvom Internetu uskutočniť aj ich vizualizáciu na ktoromkoľvek mieste sveta.

Virtuálne laboratória sa na jednej strane stávajú dôležitým a významným podporným nástrojom výučby v tradičných reálnych laboratóriách. Dovoľujú žiakom/študentom pochopiť teoretickú a experimentálnu podstatu sledovania alebo merania fyzikálnych veličín, pozorovania prírodovedných javov alebo skúmania technologických procesov. Na druhej strane však vývoj potvrdzuje, že simulácie a vzdialené reálne experimenty nie sú určené k tomu, aby nimi boli úplne nahradené reálne experimenty vo výučbe.

### **Summary**

School experiment with its content, focus and applied methodological procedure is comparable with the methodology of scientific experiment. Pupils/students by their participation and execution of a real school experiment acquire manual skills and irreplaceable experience from direct experimental observation of scientific, engineering or technological phenomena and processes through the direct contact with the experimental apparatus. The skills, experience and knowledge obtained during the preparation, implementation and evaluation of the results of the experiment are appreciable contribution for them in their further study or in their future assertion in real life.

The current level of information and communication technologies allows modelling or simulation of natural science phenomena, technical and technological processes, therefore making the real experiments and their visualization in the environment of virtual laboratories anywhere in the world via the Internet.

On the one hand, virtual laboratories are becoming an important and significant supportive tool of teaching in traditional real laboratories. They allow pupils/students to understand the theoretical and experimental nature of monitoring or measuring of physical parameters, the observation of natural science phenomena or assessment of technological processes. On the other hand, the development indicates that the simulations and remote real experiments are not intended to replace real experiments in the teaching process.

## Úvod

Školský experiment v prírodovedných a technických predmetoch má osobitné postavenie. Umožňuje učiteľovi nenásilným a pre žiakov/študentov blízky a prijateľným spôsobom podporovať a rozvíjať v nich tvorivosť, tvorivé myslenie. Učí ich pracovať systematicky a cieľavedome. V prípade organizovania práce v skupine, žiaci sa oboznamujú a získavajú potrebné skúsenosti aj s prácou v kolektíve a zodpovednosťou za vykonanú prácu pred kolektívom.

Experiment je aj základnou metódou vedeckého poznávania, bádania. Metodicky správne navrhnutý školský experiment, svojim obsahom a metodikou realizovania je totožný so zameraním vedeckých experimentov. Cieľom vedeckého experimentu je vedeckými metódami a postupmi skúmania získať nové poznatky o prírodovedných javoch alebo o zmenách veličín, ktoré ich charakterizujú pri daných vonkajších a vnútorných podmienkach pôsobiacich na skúmaný systém. V technických vedách je to najčastejšie skúmanie technologických procesov a ich vplyvu na vývoj a zmeny technologických a úžitkových vlastností konečného produktu výrobného cyklu – výrobu.

Žiak/študent uskutočňovaním reálneho školského experimentu získava tiež skúsenosti a manuálnu zručnosť s prácou s technikou pri zostavovaní experimentu. Nadobúda schopnosť analyticky správne pristupovať k vyhodnocovaniu získaných experimentálnych výsledkov. Nadobudnuté zručnosti a skúsenosti pri práci s reálnym experimentom sú z pohľadu jeho budúceho profesionálneho pôsobenia alebo uplatnenia sa v reálnom živote nezanedbateľné.

Čím skôr má mladý človek možnosť spoznať, oboznamovať sa a od určitého veku aj cieľavedome si osvojovať vedecké prístupy skúmania prírodovedných javov, technologických procesov a technických systémov, tým skôr sa dokáže správne orientovať a hodnotiť aj vývoj v spoločenských vedách a chápať zákonitosti vývoja a vzťahov v postupnosti príroda – človek – pracovné a životné prostredie. Vytvárajú sa predpoklady k tomu, aby v budúcnosti mladý človek pristupoval k hodnoteniu a posudzovaniu životných situácií kriticky a zodpov-

edne. Bol pripravený tvorivo riešiť pracovné úlohy a bol schopný uplatňovať situačné analýzy pri určovaní návrhov a pri uskutočňovaní správnych progresívnych vývojových riešení v každodennom živote.

Úlohou experimentu v edukačnom procese je názorne ukázať žiakovi/študentovi postupy pozorovania javov v prírode ako aj skúmania a riadenia technických a technologických výrobných procesov. Laboratórne skúsenosti, ktoré nadobúda žiak/študent prácou v laboratóriu sú veľmi interaktívne s jeho predchádzajúcimi vedomosťami. Vyvolávajú v ňom vnútorný rozpor medzi jemu už doteraz známymi vedomosťami a skúsenosťami a jeho novými vedomosťami a skúsenosťami, čo pozitívne ovplyvňuje jeho poznávanie (metakogníciu) (Clough, 2002).

Aj napriek tomuto nespochybniteľnému pozitívnemu pôsobeniu výučby s podporou reálnych experimentov v prírodovedných a technických predmetoch, pozorujeme v ostatných rokoch pokles záujmu učiteľov o využívanie reálnych školských experimentov vo výučbe na všetkých stupňoch vzdelávania a čo je prekvapujúce, tento trend sa objavuje aj na univerzitách s technickým a prírodovedným zameraním.

Čo je príčinou alebo čoho je dôsledkom vzniknutý stav? V poslednom desaťročí 20. storočia a na začiatku 21. storočia niet v EÚ ani jednej krajiny, v ktorej by sa nediskutovali a nehľadali nové stratégie vzdelávania. Také stratégie, ktoré by zohľadňovali existujúcu úroveň spoločensko-ekonomických vzťahov, a ktoré by umožňovali jednotlivcom získať vzdelanie s celoživotným uplatnením. Zložitosť rozhodovania o stratégii vzdelávania je daná rozporom medzi v súčasnosti uplatňovanými formami a obsahom vzdelávania a súčasnými požiadavkami spoločenskej praxe vo vzťahu k predpokladanému vývoju potrieb spoločnosti v blízkej a vzdialenejšej budúcnosti.

V historicky krátkom časovom období došlo k vytvoreniu spoločnosti s dominantným postavením informačných technológií v hospodársko-spoľenskej oblasti a v priemyselnej výrobe. V dôsledku revolučných zmien v uskutočňovaní medziľudskej komunikácie ako aj riadenia a ovládania výrobných procesov a systémov, mení sa aj filozofia cieľov vzdelávania. Vo vzdelávaní sa začala presadzovať filozofia celoživotnej zamestnanosti. Podľa tejto filozofie má jednotlivec/občan dosiahnuť a získať v celoživotnom vzdelávaní také vedomosti a zručnosti, ktoré ho uspôsobujú a dávajú mu možnosť flexibilne sa uplatniť na trhu práce.

V tejto súvislosti a to nielen v akademickom prostredí, ale aj na úrovni školskej praxe a vo verejnosti sa diskutuje a nastoľuje otázka: čo učiť, ako učiť a kedy učiť? Zodpovedanie tejto, na prvý pohľad jednoduchéj otázky, ako sa ukazuje, nie je tak jednoduché, samozrejmé a jednoznačné (Kozík, 2011).

Na začiatku 21. storočia sa už nespochybňuje, ale sa bez výhrad používa na označenie súčasnej spoločnosti pojem informačná spoločnosť. Jej znakom jej

rýchle rozširovanie a dynamická inovácia (modernizácia) využívania informačných (digitálnych) technológií nielen odborníkmi v odborných priemyselných aplikáciách, ale aj najširšou verejnosťou, vrátane detí v rôznych oblastiach každodenného života.

Okrem dynamického vývoja informačných technológií, naďalej pokračuje vývoj vo vedeckom poznávaní prírodných javov, v objavovaní nových doposiaľ neznámych technických riešení a vývoja progresívnych materiálov a technológií. Narastanie počtu nových poznatkov, ku ktorým dospieva výskum a vývoj prírodných a technických vied sa prejavujú v snahe pedagógov a učiteľov na školách tieto nové poznatky a zistené javové súvislosti, v čo možno najširšom rozsahu zaradiť do výučby (učebných osnov). Z pedagogických a organizačných dôvodov však nie je možné, z dôvodu snahy o rozšírenie výučbových tém, zvyšovať počet kontaktných výučbových hodín jednotlivých predmetov. Ukazuje sa, že jedna z možností, ak nie jediná, ktorú môžu pedagógovia a učители využiť pri rozširovaní vzdelávacieho obsahu, bez administratívnych problémov a pri zachovaní pôvodnej časovej dotácie na predmet, je uplatňovanie vhodných inovačných a motivačných metód vo výučbe. Takýmito inovatívnymi metódami, ktoré sú v súčasnosti aktívne využívané v pedagogickej praxi a ktoré majú silné motivačné pôsobenie na žiaka/študenta sú metódy podporované informačnými technológiami (Kozík, Handlovská, 2011).

Deti, žiaci už v najmladšom veku majú k dispozícii silný zdroj informácií, v ktorom sa dokážu veľmi dobre orientovať. Týmto zdrojom je Internet. Tento informačný prostriedok s obľubou využívajú vo výučbe nielen učители, ale aj žiaci/študenti prejavujú veľký záujem o výučbu s podporou informačných technológií, ktorá je pre nich atraktívna. Prostredie digitálnych technológií je im blízke a bezproblémovo sa v ňom orientujú.

Informačno-komunikačné technológie (IKT) v procese vzdelávania je možné úspešne a výhodne použiť v každej vzdelávacej fáze výučbovej hodiny. Či je to na začiatku hodiny pri motivácii žiakov/študentov k sústredeniu sa a k zaujímaniu sa o tému výučby alebo v expozičnej fáze, ale aj vo fáze fixácie nadobudnutých vedomostí a pri diagnostikovaní vedomostnej úrovne žiakov/študentov.

Mázorová a kol. (2004) uvádzajú tieto výhody IKT vo vyučovacom procese: vysoký stupeň motivácie žiakov/študentov (dynamika, živosť, animácia, zvuky), sprístupnenie neprístupného (napr. videosekvencie z elektrónového mikroskopu), vylúčenie nebezpečných situácií (pitvy, určovanie krvných skupín a pod.), simulácia časovo náročných javov v relatívne krátkom čase (napr. kríženie drozofil obyčajných), interaktívnosť – žiak môže zasahovať priamo do deja, meniť podmienky (napr. pokusy), konštruktivistický prístup – žiak nedostáva hotový poznatok, ale získava ho sám, rozvoj tvorivosti, individuálne tempo, možnosť náповede, rýchla spätná väzba, generovanie náhodných kombinácií úloh.

Podľa Grimalda a Rapuana,( 2009), multimedialna technika založená na nových hardvérových a softvérových technológiách zohráva dôležitú úlohu pri riadení a organizácii vyučovacej hodiny. Táto technika prináša nové možnosti ako zaujímavejšie učiť a učiť sa to, čo sa učí ťažko. Z pohľadu učiteľa to umožňuje vnieť dynamický vzťah do učenia, zrýchliť učenie, ísť do väčšej hĺbky poznania a dôkladnejšie vysvetliť preberanú látku. Aj z pohľadu študenta prináša IKT zmenené podmienky. Proces učenia sa študenta v prostredí s IKT je odlišný od učenia sa v tradičnom prostredí učebne alebo laboratória.

IKT v edukácii však prinášajú aj negatíva. Labašová a Kozík (2011) pri využívaní elektronických prezentácií na vyučovacej hodine uvádzajú tieto negatíva:

- vnímanie prezentácie žiakmi je niekedy povrchnejšie než robenie si poznámok s perom v ruke;
- vytvorenie prezentácie zaberie učiteľovi oveľa viacej času ako jeho písomná príprava v bodoch;
- vytvorenie prezentácie len na jednu tému (vyučovaciu hodinu) je neekonomické;
- nie je zriedkavosťou zlyhanie použitej techniky (dataprojektor, počítač...) a pod.

Využívanie digitálnych technológií vo výučbe má za následok vytlačanie praktických činností a cvičení z výučby a to aj v takých a predmetoch, v ktorých ešte donedávna mali dominantné postavenie. V tejto súvislosti je dôležité, aby učitelia prírodovedných predmetov na jednej strane viedli svojich žiakov/študentov k chápaniu významu digitálnych technológií vo vzdelávaní a na druhej strane ich využívaním v experimentálnych meraniach a cvičeniach učili a viedli k nadobúdaniu praktických zručností pri projektovaní a uplatňovaní týchto technológií v technických aplikáciách a vo výrobných technológiách.

Využitie počítačom sprostredkovaných školských experimentov, od jednoduchých simulácií cez reálne vzdialené experimenty až po virtuálnu realitu, umožňuje vykonávať vzdelávacie aktivity na základe individuálnych požiadaviek (Grimaldi a Rapuano, 2009).

Simulované laboratória sú pedagógmi a učiteľmi vnímané ako vhodné riešenie narastajúcej finančnej náročnosti na zriadenie reálnych laboratórií (Ma a Nickerson, 2006). Očakáva sa, že uplatnením metódy simulácií vo výučbe sa skráti dĺžka času, ktorú študent potrebuje na pochopenie alebo naučenie sa podstaty a princípu objasňovaného javu. Nedič a kol. (2003) považujú simulácie za vhodné na vysvetlenie teoretických princíпов a postupov. Sú jednoduché na použitie a ich využívaním sa dosahujú dobré vzdelávacie výsledky. Shin a kol (2002) zdôrazňujú, že niektoré časovo náročné časti experimentov v reálnom laboratóriu môžu byť nahradené experimentmi vo virtuálnom laboratóriu bez straty vzdelávacieho efektu.

Virtuálne laboratóriá sú vnímané ako podpora a doplnenie reálnych laboratórií (Domingues a kol., 2010). Virtuálne laboratórium nemusí slúžiť len na výučbu. Tsuda a kolektív (2008) popisujú japonské výskumné virtuálne laboratórium, ktoré bolo vybudované s cieľom vytvoriť komfortné prostredie na výskum jadrovej fúzie.

## Od simulácií po virtuálne laboratória

Simulované laboratóriá, často označované aj ako virtuálne laboratóriá, sú tvorené imitáciami reálnych experimentov. Celá laboratórna infraštruktúra je simulovaná na počítačoch.

Virtuálne laboratória umožňujú využívať v edukačnom procese rôzne pripravené simulácie, virtuálne modely a na nich simulovať experimenty. Typickými nástrojmi pre tvorbu simulovaných experimentov sú Java, Adobe Flash alebo Microsoft Silverlight. Z pohľadu výkonnosti, najvýhodnejším je Java nástroj (Jara a kol., 2008).

Aplety a animácie sú vytvorené s cieľom zrozumiteľne zobraziť a objasniť daný fenomén pútavým grafickým spôsobom. Treba si uvedomiť, že simulované vzdialené experimenty nie sú priamo zamerané na poskytovanie dát na ďalšie spracovanie, aj keď niektorí tvorcovia apletov zakomponovali do svojich produktov aj túto možnosť. To je dôvod prečo väčšina verejne dostupných vzdialených experimentov neposkytuje vstupné alebo výstupné dáta, ktoré sú potrebné pri vedeckom skúmaní javov na porovnanie reálnych experimentov s modelmi (Lustigová, Lustig, 2009).

Virtuálne laboratória s prvkami virtuálnej reality sú založené na použití virtuálneho nástroja (Virtual Instrument). Vo všeobecnosti sú dva spôsoby použitia virtuálneho nástroja (Grimaldi a Rapuano, 2009):

- Prvý spôsob je použiť virtuálny nástroj ako sofistikovanejšie grafické užívateľské rozhranie (GUI) na riadenie reálneho nástroja (krokový motor, tepelný senzor a podobne).
- Druhou možnosťou je použitie počítačovej simulácie správania sa reálneho nástroja (zariadenia).

Obe možnosti sa dajú kombinovať. Výsledkom je sofistikovanejší a flexibilnejší systém, ktorý umožňuje nielen simulovať experiment, ale aj riadiť nástroje reálneho vzdialeného experimentu.

Podľa Grimaldi a Rapuana, (2009) virtuálne laboratória s prvkami virtuálnej reality prinášajú nasledovné výhody:

- cvičenie môže byť optimalizované pre každého študenta;
- fáza testovania vedomostí môže byť automatizovaná;
- laboratórne zdroje môžu byť lepšie využité pretože, študenti majú prístup do laboratória odkiaľkoľvek a kedykoľvek;

- úroveň reálnosti je vyššia než pri simulácii;
- časová náročnosť a jednoduchosť použitia je optimalizovaná a náročnosť osvojenia si učiva je minimalizovaná;
- je možné realizovať aj nebezpečné experimenty bez ohrozenia študenta;
- náročnosť experimentov je odstupňovaná v závislosti od dosiahnutého pokroku študenta;

Choi a kolektív (2009) tvrdia, že virtuálne laboratória môžu významne prispieť k lepšiemu pochopeniu základných princípov a teórií každého experimentu. Použitie Flash animácií a Java appletov vo virtuálnych laboratóriách vedie k lepšiemu pochopeniu teórie a experimentálnych postupov. Poskytujú študentom možnosť experimentovať bez nákladov, rizika a časového obmedzenia.

Medzi základné výhody virtuálnych laboratórií podľa Tsuda a kolektív, (2008) treba považovať zo strany užívateľa:

- vysokú užívateľskú bezpečnosť;
- jednoduchú spoluprácu s poskytovateľom;
- nenáročnosť spravovania.

Užívateľskou podmienkou je vysokorýchlostný prístup na Internetu.

Domingues a kolektív (2010) po prvom roku využívania virtuálneho laboratória uvádzajú zlepšenie výkonu študentov v troch úrovniach:

- v príprave na laboratórne cvičenia;
- v zlepšení experimentátorskej zručnosti a v organizovaní laboratórneho cvičenia;
- v kvalite zhodnotenie výsledkov experimentu a diskusie.

Analýzou odborných publikácií prišli Abdulwahed a Nagy (2011) k záveru, že napriek mnohým výhodám počítačových simulácií a virtuálnych laboratórií, je medzi učiteľmi a študentmi všeobecná zhoda v tom, že simulácie nemôžu a ani by nemali všade nahrádzať experimenty a žiakmi/študentmi získavané skúsenosti v reálnych laboratóriách.

Grimaldi a Rapuano, (2009) uvádzajú aj nevýhody virtuálnych laboratórií. Medzi inými uvádzajú aj tieto:

- ani vysoká úroveň reálnosti virtuálnych laboratórií nerieši základný problém, ktorým je, že študent nie je v priamom kontakte s reálnymi experimentálnymi zariadeniami;
- študent nemá priamu komunikáciu, podporu a pomoc učiteľa.

## **Virtuálne laboratória vo výučbe**

Spájanie simulácií so získavaním reálnych dát a riadením vzdialených procesov umožňuje žiakom/študentom pozorovať rôzne špecifické a zriedkavé fenomény (napríklad zemetrasenie), bezpečne na diaľku manipulovať s nebezpečnými objektmi a chemickými látkami, realizovať zložitejšie merania a zaz-



namenat' v nich namerané hodnoty (dáta) bez toho, aby boli zaťažení riešením technických problémov a nastavovaním parametrov. Vďaka tomu sa experimentujúci žiaci/študenti môžu zamerať a sústrediť svoju pozornosť na koncepčné porozumenie experimentu (Lustigová, Lustig, 2009).

Dalgarno a kolektív (2009) zostavili kompletný virtuálny 3D model chemického laboratória (Charles Sturt University), Obr.1. Tento model bol vytvorený pomocou Virtual Reality Modeling Language (VRML) a aplikácie Blaxxun Contact VRML Browser<sup>1</sup>. Model spolu s potrebnými aplikáciami dostali študenti na inštalačnom CD. Vďaka tomu sa študenti mohli doma zoznámiť s vybavením a štruktúrou laboratória. Do reálneho laboratória potom prichádzali už s potrebnými vedomosťami o laboratórnom vybavení.

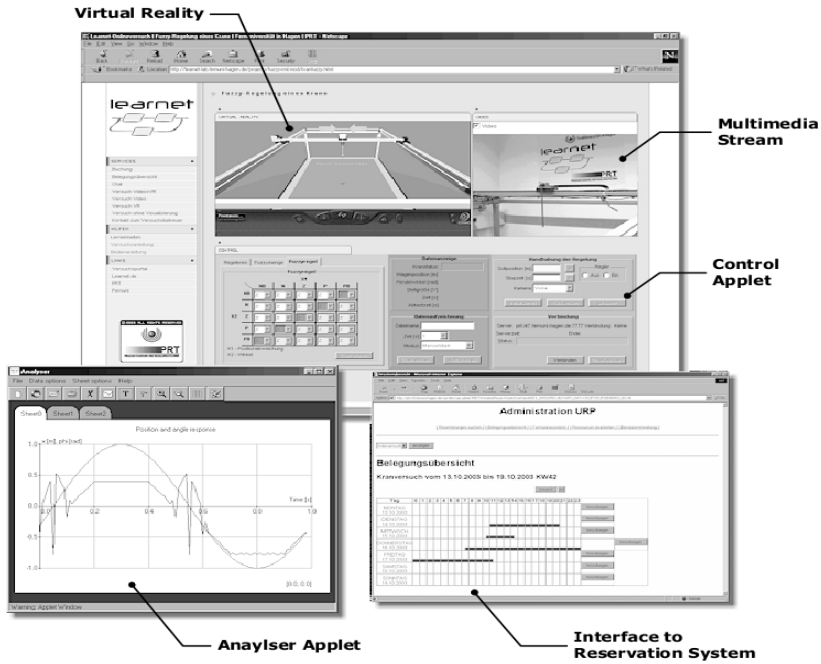


**Obr. 1. Prostredie virtuálneho chemického laboratória z pohľadu žiaka/študenta (Dalgarno et al., 2009)**

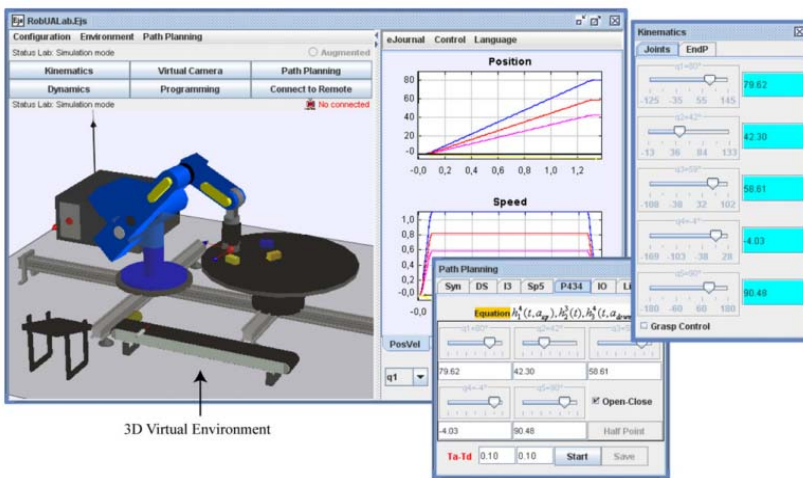
Masar a kolektív (2004) vytvorili virtuálne laboratórium pre riadenie inverzného kyvadla a portálového žeriavu v reálnom čase. V laboratóriu použili systém kombinácie reálnych a virtuálnych zariadení. Podľa ich skúseností, systém je veľmi atraktívny pre študentov. Pre realistickú prezentáciu experimentu cez Internet bolo využitých niekoľko vizualizačných metód. Študenti si podľa rýchlosti svojho Internetového spojenia zvolia buď prijímanie audi-video v reálnom čase, 3D animáciu, jednoduché vykreslenie grafu alebo všetky tri možnosti, ako to ukazuje obrázok (Obr. 2).

---

<sup>1</sup> Blaxxun Technologies, spoločnosť v súčasnosti už neexistuje.



Obr. 2. Web rozhranie študenta prístupujúceho k virtuálnemu laboratóriu (Masar et al., 2004)



Obr. 3. Ovládanie virtualizovaného robotického ramena študentom (Jara et al., 2011)

Jara a kolektív (2011) uvádzajú dobré skúsenosti s dvomi na seba nadväzujúcimi výučbovými modulmi kurzu „Automatics and Robotics“. V prvom –

virtuálnom, študenti programujú simulovaného robota vo virtuálnom prostredí. V druhom – reálne vzdialenom, študenti odošlú do reálneho vzdialeného laboratória program, ktorý si predtým vytvorili a odladili vo virtuálnom prostredí (Obr. 3).

Táto vzdelávacia metóda pomáha študentom získať reálny obraz a vizualizáciou pochopiť vzájomnú súvislosť medzi virtuálnym modelom a reálnym systémom. Vzdelávacie virtuálne metódy sú založené na dvoch spôsoboch prístupu študentov do vzdialených laboratórií:

- Pri účasti na praktických prednáškach a cvičeniach na univerzite.  
Systém je používaný v počítačovej miestnosti s počítačmi prepojenými cez lokálnu počítačovú sieť. Učiteľ vysvetľuje problematiku vo virtuálnom laboratóriu a študent na svojej obrazovke sleduje priebeh experimentu. V prípade, že mu je niečo nejasné, aktivuje tzv. „chalk“ mód a môže vo virtuálnom laboratóriu manipulovať so zdieľanými objektmi a vďaka tomu môže učiteľovi presne ukázať to čo mu nie je zrozumiteľné.
- Účasťou na praktických cvičeniach cez Internet.

Učiteľ využíva tento systém v spolupráci s on line diskusným programom (četo-m) pri diskusii so študentmi počas konzultačných hodín. Študenti vstupujú do virtuálneho laboratória buď so školského pracoviska alebo tiež z domu cez Internet.

### **Realita a realnosť virtuálnych laboratórií**

Prínosom hodiny s reálnym experimentom je okrem iných prínosov aj rozvoj zručnosti v zaobchádzaní s pomôckami a meracími prístrojmi. Blaško (2009) uvádza nasledovné kľúčové kompetencie, ktoré nadobúdajú žiaci vykonávaním školských experimentov v reálnych laboratóriách. Sú to tieto:

- komunikačné;
- informačné;
- matematicko-vedné;
- učebné;
- kompetencie na riešenie problémov;
- personálne a sociálne;
- pracovné a podnikateľské.

Pri virtuálnych experimentoch je získavanie vyššie spomenutých kompetencií výrazne ovplyvnené samotným princípom počítačovej simulácie. Napríklad rozvoj komunikačných kompetencií je obmedzený izoláciou žiaka/študenta a jeho odkázanosť na elektronickú komunikáciu. S tým súvisia aj personálne a sociálne kompetencie.

Naopak, rozvoj informačných a matematicko-vedných kompetencií je z pochopiteľných dôvodov intenzívnejší.

Ma a Nickerson (2006) vo svojej publikácii uviedli zaujímavú myšlienku: „Belief May Be More Important than Technology“. Čo znamená, že nepovažujú technológiu (vzdialené alebo virtuálne-simulované experimenty) za rozhodujúcu pre nadobúdanie zručnosti alebo získavania vzdelávacích poznatkov. Dôležitá je podľa nich vierohodnosť prostredia experimentu, v ktorom pracuje učiaci sa a to bez ohľadu nato, či je to prostredie vzdialeného alebo simulovaného experimentu.

Vierohodnosť prostredia je možné podporiť zvukom. Počítače (ale aj notebooky, netbooky, tablety, smartphone) z ktorých žiaci/študenti navštevujú virtuálne/vzdialené laboratória sú vybavené zvukovými kartami. Postačujúca je teda zmena na strane laboratória, aby sa zmenila aj kvalita prostredia a prostredie na učiaceho pôsobilo hodnovernejšie.

Samotný pohľad autorov na význam fyzickej prítomnosti pri experimentoch nie je jednotný. Sheridan (1992) uvádza tri typy prítomnosti: fyzickú prítomnosť, teleprítomnosť a virtuálnu prítomnosť. Fyzickú prítomnosť je spätá s reálnymi laborátormi a chápe sa ako „fyzicky byť tam“. Teleprítomnosť je definovaná ako „pocit ako, že ste skutočne na vzdialenom mieste prevádzky“. A virtuálna prítomnosť je definovaná ako „pocit, ako by ste sa vyskytovali v prostredí vytvorenom počítačom“.

Podľa Loomisa (1992) je prítomnosť mentálnou projekciou fyzického objektu. Nejedná sa o fyzický stav, ale fenomenálny atribút, ktorý môže byť poznaný iba záverom. Ďalší idú ešte viac do filozofie a psychológie vnímania okolia a objektov v ňom. Lombard a Ditton (1997) opisali šesť dimenzií prítomnosti:

- prítomnosť ako sociálna bohatosť, súvisí s dvomi dôležitými pojmami pôvodne aplikovanými na nesprostredkovateľnosť medzilidskej komunikácie: intimita a bezprostrednosť;
- prítomnosť ako realizmus, do akej miery môžu médiá vytvárať zdanlivo presné reprezentácie objektov, udalostí a ľudí – reprezentácie, ktoré vyzerajú, znejú a/alebo sú cítiť ako skutočná vec;
- prítomnosť ako prenos, identifikovať možno tri odlišné typy prenosu: „Ty si tam“, v ktorom je užívateľ prenesený na iné miesto, „Je to tu“, v ktorom sú ďalšie miesta a objekty prenesené k užívateľovi, a „My sme spolu“, v ktorom sú dva (alebo viac) komunikátory prenesené spoločne na miesto, ktoré zdieľajú;
- prítomnosť ako ponorenie, zmyslové a psychologické ponorenie sa, ktoré je možné zmerať počtom zapojených/odpojených používateľových zmyslov;
- prítomnosť ako sociálny aktér, rôzne vymyslené postavy z filmov, alebo počítačových hier používateľa nelogicky vnímajú ako reálne a snažia sa s nimi komunikovať;
- prítomnosť ako médium ako spoločenský aktér, zahŕňa sociálnu odozvu používateľov médií nie voči entitám v médiu, ale voči podnetom samotného média.

Podľa Witmera a Singera (1998) je prítomnosť zmyslový tok vyžadujúci priamu pozornosť. Založený je na interakcii zmyslovej stimulácie, faktoroch prostredia a vnútorných tendenciách.

## **Virtuálne laboratória na Internete**

Virtuálne laboratória dostupné na Internete sú svojim obsahom zamerané na rôzne vzdelávacie oblasti, vrátane technických a prírodných vied. Objavujú sa aj virtuálne laboratória, ktoré sú predovšetkým zamerané na simuláciu a výskum zložitých procesov. Typickým príkladom je simulácia jadrovej fúzie (Tsuda a kol., 2008).

Základné informácie o niektorých z nich uvádzame v ďalšom texte<sup>2</sup>.

### **Virtuálne laboratórium Walera Fendta, Germany;**

Web stránka: <http://www.walter-fendt.de>

Virtuálne laboratórium obsahujúce simulácie (java applety) pre matematiku, fyziku a astronómiu. Applety sú doplnené vysvetľujúcim textom a odkazmi na ďalšie web stránky. Jazykom je nemčina.

### **Portál univerzity v Colorade, USA**

Web stránka: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/sk>

Portál obsahuje desiatky simulácií z rôznych oblastí. Časť z nich je dokonca lokalizovaná do slovenského jazyka, čím sa stávajú použiteľné aj pre prvý stupeň základných škôl. Applety sú prehľadne usporiadané. Je možné ich spustiť priamo z portálu, ale aj stiahnuť a použiť na počítačoch bez pripojenia do Internetu.

### **Komerčný portál Virtlab**

Web stránka: <http://www.virtlab.com/>

Portál poskytuje ako platenú službu prístup k sérii experimentov a simulácií vo virtuálnom chemickom laboratóriu.

### **Virtuálne laboratórium na Minhovej Univerzity, Portugalsko**

Web stránka: <http://vlabs.uminho.pt>

Tento projekt predstavuje snahu o zavedenie „weblabs“ do učebných osnov. Portál umožňuje prístup k virtuálnemu laboratóriu, ktoré obsahuje animácie, videá a experimenty. Obsah a didaktické materiály sú vytvárané cielene pre virtuálne laboratória a umožňujú študentom spoznať a preskúmať laboratórne objekty, ako sú mikroskopy, reaktory a podobne.

---

<sup>2</sup> Tento zoznam bol vytvorený v decembri 2011.

## Záver

Je zrejmé, že študenti sa neučia iba z práce so zariadeniami, ale aj komunikáciou so spolupracovníkmi a učiteľmi. Vývoj nových technológií vzdelávania, zameraný na zvýšenie kvality koordinácie komunikačných foriem, s cieľom dosiahnuť kompenzovanie uvedenej vzájomnej izolácie pri vzdialenom vzdelávaní, môže v budúcnosti významne posunúť názory na úspešnosť využívania virtuálnych experimentov vo vzdelávaní pozitívnym smerom.

Virtuálne laboratóriá, ako podporný nástroj tradičných reálnych laboratórií, poskytujú žiakom/študentom možnosť pochopiť teoretickú a experimentálnu podstatu skúmaného javu, procesu alebo veličiny prostredníctvom experimentu a umožňujú im ich vizualizáciu. Aplikovanie a začlenenie simulovaných a vzdialených reálnych experimentov do organizačnej štruktúry predmetu pôsobí motivačne na žiaka/študenta a zvyšuje jeho záujem o tému výučby. Vytvára sa tým predpoklad zvýšenia záujmu žiaka/študenta o svoju vedomostnú úroveň, podporuje jeho samostatnosť pri práci s experimentom (pri riešení zadania cvičenia) v laboratóriu a jeho schopnosť analyzovať a dokumentovať výsledky experimentu (Domingues a kol., 2010).

Komenského zásada, podľa ktorej úspech vzdelávania závisí od toho, ako dokáže učiteľ pri sprostredkovaní poznatkov aktívne zapojiť zmysly svojich žiakov do procesu výučby je v pedagogickej praxi všeobecne známa a rozšírená (J. A. Komenský, 1646). Jej opodstatnenosť bola preverená v 400 ročnej histórii výchovy a vzdelávania. V protiklade s touto v praxi úspešne overenou pedagogickou zásadou by bolo také smerovanie v organizácii výučby, ktorej výsledkom by bolo úplné nahradenie reálnych experimentov simulovanými experimentmi. Úplná náhrada reálnych experimentov (praktických cvičení) vo výučbe, či už reálnymi vzdialenými experimentmi alebo simuláciami nemá z viacerých pedagogických a vzdelávacích dôvodov opodstatnenie a to najmä v prípade výučby prírodovedných a technických predmetov. Nevhodnosť úplnej náhrady reálneho experimentu potvrdzujú aj niektoré novšie štúdie. Je veľmi pravdepodobné, že vývoj v tejto oblasti bude smerovať k účelnému využívaniu pedagogicky prepracovanému systému výučby, ktorý bude účelne spájať výhody a prednosti reálneho experimentu s reálne vzdialeným a simulovaným experimentom. Ma a Nickerson, (2006) uvádzajú, že uplatnením vhodného spojenia alebo kombinácie reálneho, reálne vzdialeného a simulované experimenty bude možné dospieť k riešeniu, ktoré bude prijateľné ako zo strany ceny, tak aj vo vzťahu k edukačnému výsledku. Tento ich predpoklad potvrdzuje najnovší výskum Abdulwahe-da a Nagya (2011), ktorí navrhujú integrovať reálne, reálne vzdialené a simulované experimenty do jedného celku s názvom TriLab.

## Literatúra

- Abdulwahed M., Nagy Z.K., 2011., *The TriLab, a novel ICT based triple access mode laboratory education model*. In *Computers & Education*. ISSN 0360-131556, 2011, roč. 56, č. 1, s. 262–274.
- Blaško M., 2009. *Úvod do modernej didaktiky I. (Systém tvorivo-humanistickej výučby)*. [online]. Dostupné na internete: <<http://web.tuke.sk/kip/main.php?om=1300&res=low&menu=1310>>.
- Clough M.P., 2002., *Using the laboratory to enhance student learning*. In *Learning Science and Science of Learning, 2002 NSTA Yearbook*, National Science Teachers Association, Washington, DC, s. 85-97.
- Dalgarno B., Bishop A., Adlong W. et al. 2009, *Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students*. In *Computers & Education*. ISSN 0360-1315. roč. 53, č. 3, s. 853–865
- Domingues L., Rocha I., Dourado F. et al. 2010, *Virtual laboratories in (bio)chemical engineering education*. In *Education for Chemical Engineers*. ISSN 1749-7728. Roč. 5, č. 2, s. 22–27.
- Grimaldi D., Rapuano S., 2009, *Hardware and software to design virtual laboratory for education in instrumentation and measurement*. In *Measurement*. ISSN 0263-2241. roč. 42, č. 4, s. 485-493.
- Choi K. et al. 2009., *A Combined Virtual and Remote Laboratory for Microcontroller*. In *International Conference on Hybrid Learning 2009*. s. 66–76, ISBN 978-3-642-03696-5.
- Jara C., Candelas F., Torres F., et al. 2008, *Real-time collaboration of virtual laboratories through the Internet*. In *Computers & Education*. ISSN 0360-1315. roč. 52, č. 1, s. 126–140
- Jara C., Candelas F., Puente T., et al. 2011, *Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory*. In *Computers & Education*. ISSN 0360-1315. roč. 57, č. 4, s. 2451–2461
- Komenský J.A., 1646. *Analytická didaktika*. [online]. [cit. 2011-09-02]. Dostupné na internete: <<http://muj.optol.cz/~richterek/data/media/didaktika.html>>
- Kozík, T., 2011, *Aktuálne problémy technického vzdelávania*, In *Medzinárodná konferencia „Strategie technického vzdelávani v reflexi doby“*, Ústí nad Labem 1-3 máj, 2011
- Kozík T., 2011, *The development of educational strategies in the Slovak republic at the 21st century*. In *Applied natural sciences: International conference*. Častá – Papiernička, 5–8. October 2011. Trnava: UCM, 2011. ISBN 978-80-8105-265-1.
- KOZÍK T., Handlovská I., 2011, *The reduction of interest among elementary students in the field of technical education* In *International journal of engineering pedagogy*. roč. 1, č. 3., p. 9–12. ISSN 2192-4880.
- Labašová E., KOZÍK T., 2011, *Model vyučovacej hodiny s využitím elektronickej prezentácie v odbornom predmete na strednej odbornej škole strojníckej* In *Technológia vzdelávania, v tlači*.
- Lombard M., Ditton T., 1997, *At the heart of it all: The concept of presence*. In *Journal of Computer-Mediated Communication*. roč. 3, č. 2. ISSN 1083-6101.
- Loomis J.M., 1992, *Presence and distal attribution: Phenomenology, determinants and assessment*. In *Proceedings of the SPIE Conference on Human Vision, Visual Processing, and Digital Display III*, s. 590–595.
- Lustigová Z., Lusting F., 2009, *A New Virtual and Remote Experimental Environment for Teaching and Learning Science*. In *A New Virtual and Remote Experimental Environment for Teaching and Learning Science*. ISBN 978-3-642-03114-475-82, 2009, s. 75-82.
- Ma J., Nickerson J.V., 2006, *Hands-On, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review*. In *ACM Computer Surveys*. ISSN: 0360-0300. roč. 38, č. 3, 2006, s. 1–24.
- Masar I. et al. 2004, *A virtual laboratory for an inverted pendulum and crane control*, In *1st IFAC symposium on telematics applications in automation and robotics*, Helsinki, Finland

- Mázorová H. et al. 2004, *Možnosti využitia informačných a komunikačných technológií vo vyučovaní biológie*, 4. aktualizované vydanie, Bratislava: Ústav informácií a prognóz školstva, 2004. 82 s. ISBN 80-7098-314-0.
- Nedic Z., Machotka J., Nafalski A., 2003, *Remote laboratories versus virtual and real laboratories*. In *Proceedings of the 33rd Annual Frontiers in Education Conference*. Boulder. s. T3E.1–T3E.6. ISBN: 0-7803-7961-6.
- Petráčková V., KRAUSA J., et al. 1997, *Slovník cudzích slov*. Prvé slovenské vydanie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1997, ISBN 80 – 08 – 02054 – 7.
- Sheridan T.B., 1992, *Musings on telepresence and virtual presence*. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. ISSN 1054-7460. roč.1, č. 1, s. 120–125.
- Škoda J., Doulik P. 2009, *Lesk a bída školního chemického experimentu*. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX. 1. část: Původní výzkumné práce, teoretické a odborné studie*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 238–245. ISBN 978-80-7041-827-7.
- Tsuda, K., et al. 2008., *Virtual laboratory for fusion research in Japan*. In *Fusion Engineering and Design*. ISSN 0920-3796. roč. 83, č. 2–3, s. 471–475.
- Witmer B., Singer M.J. 1998, *Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire*. In *Presence: Teleoper. Virtual Environ.* ISSN 1054-7460. roč. 7, č. 3, s. 225–240.