

## PREPARATION OF TEACHERS OF TECHNICALLY-ORIENTED DISCIPLINES IN THE FIELD OF EXPERIMENTAL WORK

*Martin HAVELKA – Čestmír SERAFÍN - Jiří KROPÁČ*

**Abstract:** The contribution deals with the conditions creating a complex educational environment in the constructivist concepts such as environment, which affects the fundamental level of the competence of the educator and makes his professional prowess. For the application of progressive teaching methods is a necessary condition for self experience in the framework of activities carried out in connection with the content of education. This objective is a part of the contents of disciplinary didactics application of the subject Teaching technical and information education at lower and upper secondary schools.

**Key words:** education, innovation, information and communication technology, laboratory work, technical education, the preparation of teachers, disciplinary didactics.

### PŘÍPRAVA UČITELŮ TECHNICKY ORIENTOVANÝCH PŘEDMĚTŮ V OBLASTI EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE

**Resumé:** Příspěvek se zabývá podmínkami vytváření komplexního edukačního prostředí v konstruktivistickém pojetí jako prostředí, jež zásadní mírou ovlivňuje kompetence pedagoga a podmiňuje jeho profesní zdatnost. Pro aplikaci progresivních výukových metod je nezbytnou podmínkou vlastní prožití v rámci činností prováděných v souvislosti s obsahem vzdělávání. Tento cíl je součástí náplně aplikační části oborové didaktiky oboru Učitelství technické a informační výchovy pro 2. stupeň ZŠ a SŠ.

**Klíčová slova:** inovace, informační a komunikační technologie, laboratorní práce, technická výchova, příprava učitelů, oborová didaktika.

#### 1 Úvod

Východiskem pro změny ve vyučovacím procesu je v současnosti proaktivní přístup ke vzdělávání. Výukové aktivity jsou dnes v řadě případů podporované informačními a komunikačními technologiemi. Nejen v technicky orientovaných disciplínách jsou tyto aktivity součástí inovativních metod aplikovaných ve výuce. V informační společnosti je jedním z aktuálních požadavků rozvíjení obecného pojetí informatické výchovy napříč všemi oblastmi poznání. Tomuto pojetí je třeba adekvátně přizpůsobovat i modernizační trendy v přípravě učitelů, jakožto základních nositelů a zprostředkovatelů poznání mladé generace. V tomto pojetí je také přístupováno k inovacím v přípravě učitelů obecně technických disciplín realizovaných na PdF UP.

#### 2 Konstruktivistický přístup

Soudobá pregraduální příprava učitelů technicky orientovaných disciplín ve všeobecném pojetí je realizována v převážné míře v tzv.

*konstruktivistickém pojetí* založeném na motivované činnosti studentů učitelství směrem k rozvoji jejich myšlení a výchovy k technické tvořivosti. Je předpoklad, že ve své vlastní edukační praxi budou budoucí pedagogové stejně přistupovat ke svým žákům a budou rovněž vycházet z předpokladu, že stejně jako oni i jejich žáci si v procesu učení nové skutečnosti budou aktivně interpretovat na základě porozumění toho, co již dříve poznali. Tento proces konstruování poznatkových struktur tedy využívá dosavadních mentálních struktur, *prekonceptů*. Dovožujeme tím, že jsou tak doceňovány především individuální vlastnosti osobnosti jedince, které u mladé generace mají velký význam.

Učivo lze pak ve výše uvedeném konceptu vnímat jako kvalitní, umožní-li samostatné, tvořivé, rozvíjející činnosti, kdy pedagog vytváří autentické, komplexní, životu či profesi blízké, sociálně podmíněné situace. Výuka je tak zaměřena na konstrukci nových poznatků podmíněnou vhodnými prameny poznání,

respektující individuální vlastnosti a předpoklady včetně tempa vlastní práce. Chyby v učení jsou využívány k optimalizaci procesu vzdělávání i výsledků učení.

V tomto kontextu je důležitou otázkou „porozumění“ a procesy jeho vzniku. Phillips (1) postihuje tři základní role jedince v procesu učení:

1. Aktivní role: poznání a porozumění vyžaduje aktivitu učícího se namísto pasivní role příjemce poznatků.

2. Společenská role: poznatky nebudujeme pouze individuálně, ale v dialogu s ostatními.

3. Kreativní role: poznání a porozumění je tvořeno a přetvářeno. Učitelé vedou žáky k tomu, aby aktivně rekonstruovali své původní představy v interakci s ostatními.

Lze samozřejmě vysledovat více typů konstruktivistického přístupu k řešení určité oblasti (personální, sociální, vývojový, postmoderní, informačně-procesní, kybernetický apod.), což je dáno také úhlem pohledu jednotlivých odborníků, kteří se uvedenou problematikou zabývají (2). V zásadě se ale vždy jedná o to, kam zasadit poznání v rovině mezi individuální konstrukcí a sociální interakcí.

Za základní pilíře konstruktivistického pojetí učení se lze pokládat následující základní teze (3):

1. Poznání je „ve fyzické podobě“ konstruováno učícím se subjektem, a to na základě jeho aktivního učení.

2. Poznání je symbolicky konstruováno učícím se subjektem, a to na základě vytváření pojetí (modelů, schémat, zapojení) prostřednictvím jeho vlastního jednání.

3. Poznání je společensky konstruováno učícím se subjektem, a to na základě sdělování pochopeného smyslu ostatním.

4. Poznání je teoreticky konstruováno učícím se subjektem tak, že se pokouší vysvětlit věci, kterým zcela nerozumí.

Vycházíme-li z výše uvedeného dle teorií konstruktivismu a dle teorií konstruktivismu blízkých, je tedy možno porozumění chápat jako interpretaci nových informací ve světle dosavadních znalostí (4) a rovněž jako proces, při němž jedinec mentálně konstruuje význam a smysl toho, co o tom ví a co vnímá (5). Je tedy zdůrazněn význam aktivního subjektu konstruujícího znalosti v závislosti na prostředí i jeho zkušenostech. Porozumění tedy znamená přeprocování a rozšíření myšlenkového

konstruktů s ohledem na již zmíněné tzv. prekoncepty, tedy na stávající zkušenosti, znalosti, přístupy a mentální struktury (6).

Výuka může být úspěšně realizována jen v podmínkách vytvoření komplexního edukačního prostředí, prostředí, v němž se žák či student chce a může učit tak, aby byl úspěšný, aby jej dosažené výsledky motivovaly pro další vzdělávání. Tvorba komplexního edukačního prostředí je jednou ze zásadních kompetencí pedagoga podmiňujících a vyjadřujících jeho profesní zdatnost.

V oblasti vzdělávání učitelů obecně technicky orientovaných předmětů je proto nezbytná jejich příprava založená na synergii technických (včetně oblasti informačních technologií) a pedagogicko-psychologických disciplín. Tato příprava, je-li spojena s tvůrčí experimentální prací studenta, umožňuje optimalizovat dosahování jeho didaktických znalostí obsahu výuky (7).

Klademe-li důraz na mezipředmětové vztahy a integrovanou podobu výuky i u technicky orientovaných předmětů, pak je pochopitelné, že tyto oblasti musí vycházet z úzké spolupráce pedagogů daných i příbuzných předmětů a na tuto spolupráci musí být adekvátním způsobem připravováni budoucí učitelé. Otázka ale zní i dále - s jakými vůbec vědomostmi a představami vstupují žáci do příslušného ročníku školy, jaké jsou jejich prekoncepty a jak tedy ve vzájemné spolupráci učitelů lze vůbec vytvářet odpovídající didaktický model učiva.

Učitel vystupuje v procesu učení jako *facilitátor* vytvářející vhodné podmínky pro individuální (individualizované) učení žáka. Role učitele jako aktivizačního prvku se do jisté míry přesunuje na samotného žáka. Přesto je role učitele stále nezastupitelná: učitel navozuje problémové situace tak, aby je žáci aktivně uchopili, vyjádřili vlastním chápáním a následně tvořili otázky, stanovovali si cíle atd. Úlohou učitele je tedy vlastně vhodné uspořádání „prostředí a klimatu“ pro učení (8). Gagnon, Collay (3) navrhuje následující schéma konstruktivistického učení:

- prostřednictvím situace (situation),
- shromažďování (groupings),
- překlenutí (bridge),
- dotazování (questions),
- znázornění (exhibit),
- reflexe (reflection).

Konstruktivismus tedy zdůrazňuje proces konstruování poznatků jedincem a jeho aktivní

roli při této konstrukci poznání prostřednictvím vlastní činnosti, aktivity, ale také sdílení tohoto poznání s ostatními. Poukazuje na to, že nové skutečnosti interpretujeme ve světle předchozího porozumění vzniklého z dřívějších zkušeností. Tím se vytváří schéma umožňující chápání a zařazení nových poznatků do stávajících či transformovaných poznatkových struktur. Pokud se však nové poznatky nedostanou do styku s tímto vlastním, již vytvořeným pojetím, nedojde k potřebnému porozumění a žádoucímu procesu učení (9).

### 3 Specifika zaměření experimentální práce v technicky orientovaných předmětech

Rozvíjení technického myšlení je základním úkolem výuky technických předmětů bez ohledu na jejich bližší zacílení. Významný pojem technické myšlení analyzoval polský psycholog E. Franus, jeho práci prezentoval a v našich podmínkách a v tehdejší Československu rozvíjel I. Krušpán. Ten do slovenštiny přeložil charakteristiku pojmu technické myšlení (10), vytvořenou E. Franusem: „*Technické myslenie je proces odrážania a využívania prírodných zákonov a technických princípov v technických výtvoroch a v technologických procesoch.*“ Uvedená charakteristika pojmu přesně vyjadřuje dvě související a E. Franusem popsané stránky technického myšlení – tedy stránku procesů poznávacích, mají charakter převážně analytický, a stránku procesů kreativních či procesů konstruování, v nichž převažuje syntéza, viz mj. (11, s. 141 - 144).

Uvedené dvě stránky technického myšlení by měly být respektovány i při koncipování experimentální činnosti pro technické předměty, ta by je měla „uceleně“ zahrnovat. Procesy poznávací mají tedy i při experimentování v technických předmětech základní logiku a zaměření obdobné jako v předmětech přírodovědných, musejí však respektovat široký kontext souvislostí společenských (ekonomických, psychologických atp.), přírodních a pochopitelně také technických (ztížena je tedy abstrakce). Podnětné ale i pro technické předměty jsou současné trendy v pojetí experimentování v přírodovědných předmětech. Zde se výrazně projevuje snaha po uplatnění badatelského přístupu, takto orientované statě publikovali mj. T. Janík a I. Stuchlíková, D. Nezvalová či M. Papáček. Jde nesporně o snahu navazující na aplikaci konstruktivistického pojetí

do výuky. Badatelsky orientované experimentování staví žáka do role „vědců či badatelů“. Dle D. Nezvalové (12) žáci při badatelsky orientovaném vyučování či experimentování, na základě situací vytvořených učitelem: - si kladou badatelsky orientované otázky, - hledají důkazy, - formují objasnění na základě důkazů, - vyhodnocují objasnění s možností využití alternativ v objasňování, komunikují a ověřují objasnění.

Uvedené plně platí i pro experimentování v technických předmětech. To by však nebylo úplné, podporovalo by pouze poznávací činnost zaměřenou na objevování zde zpravidla základních, všeobecných technických souvislostí a vztahů. Duševní procesy kreativní či konstruování, které tvoří druhou stránku technického myšlení, jsou i při experimentování spojeny s konkrétnějšími situacemi, činnostmi, výstupy či produkty. Jde tedy o aplikaci a syntézu nabytého poznání do „nové kvality řešení“ (alespoň z hlediska žáka) a jeho experimentální ověření. Zde ovšem by situace měly adekvátně zahrnovat etapy života techniky, jsou to: rozpoznání potřeby, projektování, konstruování, programování (např. technologické zajištění výroby), vytváření, využívání a likvidace (13, s. 51-53).

Zahrnutí vlastní poznávací činnosti žáka a rovněž procesů kreace, jakožto řešení výukové situace spočívající v uspokojení oprávněné potřeby individua či skupiny, v celé šíři vzniku, užívání a likvidace techniky, to vše je v obecném smyslu předmětem výuky technických předmětů a mělo by být podporováno experimentální činností žáků.

### 4 Praktická realizace

Učitel v moderním pojetí - facilitátor utváří vlastní uspořádání třídy, její prostředí či klima tím, že „staví mosty“ mezi tím, co už žáci vědí a co se mají teprve naučit. Otázky a vzájemná diskuse napomáhají žákům ukázat, jak danou situaci pochopili a co se z ní naučili. Pomocí reflexe si pak mohou uvědomit a učinit explicitním celý svůj proces učení - jak se změnila jejich původní představa, co se naučili, a co by se ještě chtěli naučit.

Chceme-li tedy inovovat výukový proces, pak v praktické realizaci v daném edukačním prostředí je nutné vycházet z:

- teorie pedagogického konstruktivismu, jež docenjuje zkušenost a činnost subjektu, neboť

se opírá o motivovanou činnost zaměřenou k rozvoji myšlení i tvořivosti. Pro přípravu učitelů tím konstruktivismus také zdůvodňuje všeobecnou zkušenost, že učitel více používá ty způsoby činnosti, které sám prožil, než ty, s nimiž byl jen „teoreticky seznámen“.

- moderně zpracovaného učiva na interaktivní bázi - uspořádání struktury obsahu výuky jak po procesní stránce včetně její organizace, tak souvisejícími materiálními podmínkami. Součástí výuky prakticky orientovaných disciplín se tak musí stát vytváření autentických, komplexních, životu či profesi blízkých situací, při nichž je rozvíjena i schopnost spolupráce.

V praktické podobě je takto pojaté vyučování náročné na vytváření podmínek pro optimální poznávání, také proto musí být budoucí učitel připravován v obdobném kontextu jako jeho budoucí žáci. Proto pro konstruktivisticky pojatou výuku technických a odborných předmětů lze uvést:

- praktická a laboratorní výuka, experimenty, projekty, řešení úloh atp. mohou vytvářet předpoklady pro realizaci konstruktivistického pojetí. Významným faktorem je nezbytnost předchozí přípravy,

- konstruktivistické pojetí výuky je významně podporováno realizací projektové výuky nebo uplatňováním prvků projektové výuky. Součástí inovace předmětů spojených s laboratorní prací jsou tedy případové studie zahrnující samostatné plánování, vymezování požadavků na výsledek a jeho projektování, konstruování, realizaci a rovněž hodnocení z hlediska výsledku činnosti,

- praktická, laboratorní výuka má význam z hlediska učitelovy schopnosti komunikace ve výuce. V technických oborech jsou používány hojně také pojmy „nedefinované“, tzv. předdefinitorní formy vyjádření. Tyto pojmy jsou založeny na poznání typických projevů a vlastností, které jsou vlastní objektům přináležejícím do vymezovaného pojmu. Z hlediska poznávání pojmu jakožto základního kamene učitelovy komunikace se žáky má praktická, přemýšlivá činnost značný význam.

Výše uvedené tedy musí najít svoji podobu v reálné praxi přípravy budoucího učitele, proto komplexním cílem je *inovace pracoviště v konstruktivistickém pojetí přípravy*. Z technického hlediska je kladen důraz i na propojení informačních a komunikačních

technologií se soudobou praxí, která je významnou součástí přípravy učitelů i u technicky orientovaných disciplín. V prostředí učitelské přípravy je tato odborná stránka vždy spojována se stránkou didaktickou a metodologickou vytvořením adekvátního edukačního prostředí.

Jako vhodné propojení výše uvedeného pojetí s praxí laboratoře elektrotechniky se jeví přístup k tzv. „vzdálenému experimentu“ (14), (15), (16) realizovanému přes internet (souprava ISES WEB Control - programátorská stavebnice, která sestává se z cca 30 appletů, serverů a ukázkových příkladů umožňující on-line sledování, řízení a měření úloh) - viz obr. 1 a 2. Systém je založen na serverové softwarové části běžící na standardním WEB serverovém prostoru Windows typu. Na serverovém WEB prostoru jsou vzdálené úlohy realizovány skoro jako standardní "HTML" stránky, obsahující Java applety, které umožní komunikaci s měřicí aparaturou. Serverový software kromě HTML stránek s applety obsahuje spuštěné aplikace, které zprostředkují komunikaci s hardwarem. Na serveru běží kromě již zmíněného libovolného standardního WEB serveru, další serverové aplikace - ImageServer pro podporu WEB kamer, MeasureServer pro ovládání hardware, HTTPRelay pro připojování uživatelů s omezenými přístupy. Samozřejmostí je připojení nezbytné hardwarové části - např. měřicí aparatury.

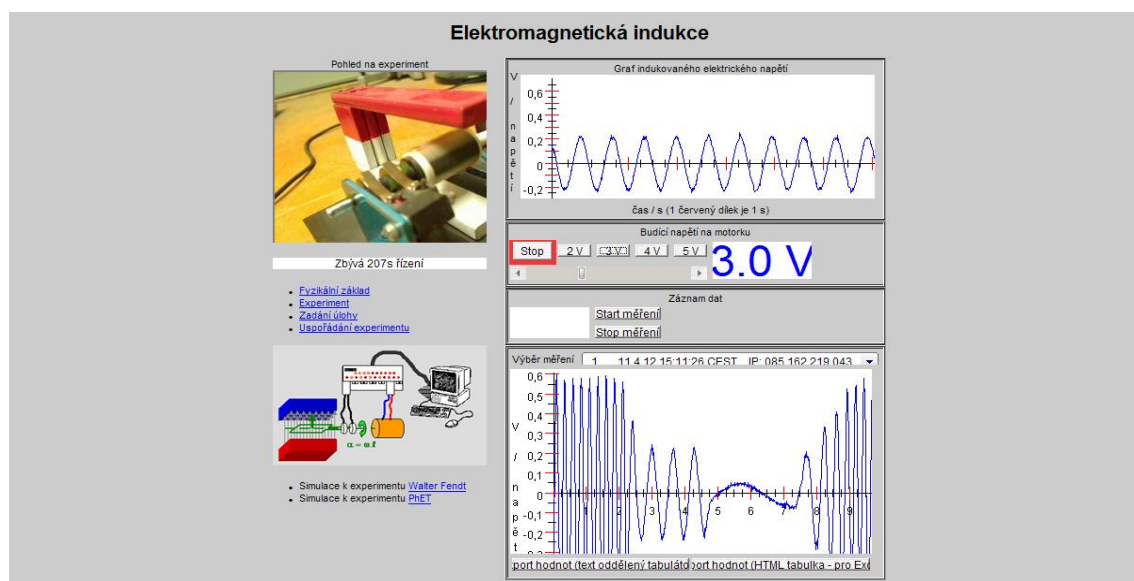
Vzdálené experimenty jsou moderním nástrojem edukačního prostředí realizujícím reálné laboratorní experimenty ovládané prostřednictvím internetu tzv. on-line. Tyto experimenty mají oproti klasickým školním experimentům v tradičních laboratořích několik vcelku podstatných výhod (17):

- volný přístup do „vzdálené“ laboratoře (kdykoliv, odkudkoliv),
- nepotřebnost pomůcek, měřicích přístrojů a další techniky,
- možnost experiment mnohokrát opakovat,
- práce s reálnými měřicími přístroji, s reálnými daty,
- rychlé grafické zpracování dat,
- žádná rizika, nehrozí nebezpečí úrazu,
- lze využít pro domácí přípravu a distanční výuku.





Obr. 1 Ukázky tzv. „vzdálených laboratoří“  
(<http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>)



Obr.2 Úloha: Elektromagnetická indukce  
([http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani\\_2.html](http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2.html))

## 5 Závěr

Považujeme za významné v souladu s proměnami současné školy, směřujícími mimo jiné k činnostní a zkušenostní orientaci ve výuce, posilovat výše uvedené pojetí přípravy studentů učitelství obecně technických předmětů jejím

obohacením o konstruktivistické prvky a jejich praktickou aplikaci. V procesu pregraduální přípravy učitelů technické a informační výchovy je sledován cíl efektivní přípravy studentů na jejich budoucí pedagogickou praxi jak po stránce odborné, tak po stránce oborově didaktické.

Východiskem ve změnách pojetí výuky oborové didaktiky technické a informační výchovy je kritická analýza stávajícího pojetí výuky spojená se zhodnocením úrovně a kvality dosahovaných kompetencí studentů. Na základě toho jsou realizovány příslušné inovace oborové didaktiky v rovině teoretické, které mají příslušný přesah i do roviny aplikační a projevují se současně i ve sféře využívaného materiálního zabezpečení a souvisejícího souboru kompetencí učitele potřebných pro jejich smysluplné začlenění do plánované výuky. Důležitou a doposud částečně opomíjenou otázkou je zde oblast aplikace vzdáleného experimentu ve výuce obecně technického a odborného technického předmětu. Tato otázka stala rovněž klíčovou v rámci řešení projektu „Inovace přípravy učitelů techniky orientovaných disciplín v oblasti experimentální práce“.

## 6 Literatura

- [1] PHILLIPS, D. C. *The good, the bad, and the ugly: The many faces of constructivism*. Educational Researcher 1995, č. 24 (7), s. 5-12
- [2] ERNEST, P. *The one and the many*. In STEFFE, L., GALE, J. (Eds.) *Constructivism in education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1995.
- [3] GAGNON, G. W., COLLAY, M. *Constructivist Learning Design*. 2005. (WWW document: <http://www.prainbow.com/cld/cldp.html>).
- [4] GRECMANOVÁ, H.; E. URBANOVSKÁ a P. NOVOTNÝ. *Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků*. Vyd. 1. Olomouc: Hanex, 2000, 159 s. Edukace. ISBN 80-857-8328-2.
- [5] ČÁP, J. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2001, 655 s. ISBN 80-717-8463-X.
- [6] KROPÁČ, J. a J. PLISCHKE. Porozumění technice v přípravě učitelů obecně technických předmětů. In *XXI. DIDMATTECH 2008*: 2nd part.
- [7] Eger–Komárno: Esterázy Károly College, J. Selye University, 2009, s. 199-203. ISBN 978-963-9894-18-1.
- [8] JANÍK, T. *Možnosti rozvíjení didaktických znalostí obsahu u budoucích učitelů*. Brno: Paido, 2008, 148 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi, s. 14. ISBN 978-807-3151-768.
- [9] GRECMANOVÁ, H. *Klima školy*. Olomouc: Hanex, 2008. ISBN 978-80-7409-010-3.
- [10] NEZVALOVÁ, D. (ed.) *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: VUP, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- [11] KRÚŠPÁN, I. Rozvíjanie technického tvorivého myslenia v procese technickej záujmovej činnosti. In *Rozvíjanie tvorivých činností v pracovnej výchove*. Banská Bystrica: Pedagogická fakulta, 1985, s. 47 – 58.
- [12] FRANUS, E. The Dual Nature of Technical Thinking. In *Technology as a challenge for school curricula. The Stockholm Library of Curriculum Studies*. Stockholm: Institut of Education Press, 2003, s. 141 – 144. ISSN 1403-4972. ISBN 91-7656-543-2.
- [13] NEZVALOVÁ, D. aj. *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2010. ISBN 978-80-244-2540-5.
- [14] FURMANEK, W. a WALAT, W. *Przewodnik metodyczny dla nauczycieli techniki-informatyki*. 1. wyd. Rzeszów: Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, 2002. ISBN 83-88845-08-X.
- [15] LUSTIG, F. Problematika vzdálených a virtuálních laboratoří v distančním vzdělávání [online]. 2008 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: [http://pf.ujep.cz/ccv-old/ext/konference\\_2008/Lustig\\_08.pdf](http://pf.ujep.cz/ccv-old/ext/konference_2008/Lustig_08.pdf).
- [16] SERAFÍN, Č. Virtual Electronic Construction Kits in Technical Subjects. In *Edukacija - Technika – Informatika*. Rzeszow: FOSZE, 2010, ročník 1/2010, Číslo 2, s.139-144. ISSN 2080-9069. ISBN 978-83-7586-043-6.

[17] SERAFÍN, Č. Počítačová podpora experimentu. In. *Mezinárodní konference učitelů elektrotechniky SEKEL2009*. Brno: 2009, str. 64-67. ISBN 978-80-214-3934-4.

[18] LÁTAL, F. Výhody vzdáleně ovládaných experimentů. In. *Vzdáleně ovládaná laboratoř* [online]. 2010 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/vyhody.html>.

**Příspěvek vznikl za podpory projektu FRVŠ č. 1800/2012 „Inovace přípravy učitelů techniky orientovaných disciplín v oblasti experimentální práce“.**

Lektoroval: PhDr. PaedDr. Jiří Dostál, Ph.D.

**Doc. Ing. Čestmír Serafín Dr.**

**Doc. PaedDr. Jiří Kropáč CSc.,**

**Mgr. Martin Havelka Ph.D.**

**Katedra technické a informační výchovy,**

**Pedagogická fakulta UP**

**Žižkovo nám. 5**

**771 40 Olomouc, ČR**

**Tel: +420 585 635 802, +420 585 635 805,**

**+420 585 635 812**

**E-mail: [cestmir.serafin@upol.cz](mailto:cestmir.serafin@upol.cz),**

**[jiri.kropac@upol.cz](mailto:jiri.kropac@upol.cz), [martin.havelka@upol.cz](mailto:martin.havelka@upol.cz)**

**Www pracoviště: [www.kteiv.upol.cz](http://www.kteiv.upol.cz)**