

**Závěrečná zpráva projektu specifického výzkumu – č. 2141**

**Vliv reálného prostředí na využívání  
počítačových simulací při procvičování učiva  
elektrochemie na základní škole**

**Odpovědný řešitel projektu:**

Mgr. Jaroslav Hrubý

**Pedagogická fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
2012**

## 1 Anotace projektu

Učivo elektrochemie patří na základní škole ve výuce chemie k obtížnějším tematickým celkům. Žák je nucen si představovat jevy a pochody z mikrosvěta a převádět je do pozorovatelných změn v oblasti makrosvěta. Jen provedení demonstračních a případně i frontálních pokusů nestačí k vysvětlení principu pozorovaných jevů, tedy k tomu, aby si byli žáci schopni představit, jak putují elementární částice – elektrony v soustavě a k jakým dalším změnám podstatným pro chování celých systémů dochází. Právě využití počítačových simulací a animací je trend, který má žákům názorně ukázat k jakým změnám na úrovni mikro dochází. Počítačové simulace jako dynamické modely mohou navíc pomáhat při rozvíjení schopnosti formulování vlastních teorií o chování dané soustavy podle volených parametrů, a tak zjišťovat, jaký bude jejich vliv na výsledek celého procesu, a to jak v jedné nebo v obou úrovních (makro a mikro) současně. Podporuje se tím také logické uvažování, vnímání souvislostí apod.

## 2 Řešitel projektu

**Mgr. Jaroslav Hrubý**, student 3. ročníku kombinované formy doktorského studijního programu Specializace v pedagogice, obor: Informační a komunikační technologie ve vzdělávání na Katedře informatiky, PdF UHK (rámcové téma disertační práce: Efektivita využívání počítačových simulací při podpoře přírodovědných experimentálních činností žáků ZŠ – školitel prof. M. Bílek)

## 3 Rozbor řešení projektu, včetně výsledků

Cílem řešení projektu bylo dokončení přehledové studie o výzkumech v uvedené oblasti a provedení dílčího výzkumného šetření ve výuce chemie na ZŠ.

Při tvorbě přehledové studie bylo zjištěno, že v rámci ČR nebyla dosud výzkumná studie o využití počítačových animací a simulací publikována, včetně publikace souvisejících výzkumných výsledků z této oblasti. Proto bylo třeba vycházet ze zahraničních studií, a to především z francouzských zdrojů. Část získaných informací byla využita pro přípravu plenární přednášky (společně se školitelem prof. M. Bílkem) na konferenci „Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied“ v říjnu ve Smolenicích (SK) a její text je součástí stejnojmenného konferenčního sborníku (viz citační údaje publikovaných výstupů – příloha A a celý text v příloze B).

Pro provedení výzkumného šetření byla vybrána jedna Flash aplikace z oblasti elektrochemie – „VoltaCell 20“ – simulace elektrolýzy. V první fázi byla tato simulace využita ve výuce chemie v devátých ročnících u žáků, kteří měli za úkol po vlastní práci se simulací za pomoci vytvořeného dotazníku aplikaci příslušně ohodnotit. Výsledky této části výzkumu byly publikovány v odborném recenzovaném elektronickém časopise ze seznamu RVVVI Media4uMagazine (viz citační údaje publikovaných výstupů – příloha A a celý text v příloze C).

V novém školním roce 2012/13 bylo s pomocí výše uvedených výsledků připraveno další výzkumné šetření. Jde o aplikaci jmenované Flash simulace do vyučování a zkoumání jejího vlivu

na efektivitu osvojování znalostí z tematického celku „Elektrolýza“. Výzkum byl designován jako pedagogický experiment paralelně ve dvou třídách 9. ročníku ZŠ. Jedna třída (experimentální skupina) měla k dispozici tuto simulaci a interaktivní tabuli, druhá třída (kontrolní skupina) měla pouze výkladovou hodinu s tradičními pomůckami a didaktickou technikou. Před vlastní výukou tématu Elektrolýza, byl zadán v obou třídách pre-test k zjištění vstupních znalostí k tomuto tématu u obou skupin (tříd). Po probrání a procvičení učiva v obou třídách byl žákům zadán post-test. Výsledky této fáze projektu jsou zatím ve fázi zpracovávání a budou sloužit jak pro disertační práci řešitele projektu, tak pro komplexní text dokončovaný v anglickém jazyce pro publikaci v mezinárodním recenzovaném časopise.

#### 4 Celková částka přidělené dotace: 40 000,- Kč (plánováno 38 500 Kč)

Název položky	Plánované výdaje	Realizované výdaje
<i>a) osobní náklady</i>		
DPP překlady	5 000,-	5 000,-
<i>b) stipendia</i>		
Stipendium pro studenta doktorského studia – Mgr. Jaroslav Hrubý (realizace projektu – 3 tis. Kč, účast (cestovné a ubytování) na konferencích ICTE – 3 tis. Kč a Aktuálne trendy... 6 tis. Kč).	12 000,-	12 000,-
<i>c) materiálové náklady</i>		
Učební pomůcky (dataloger, souprava pro elektrochemii)	13 000,-	16 840,-
Kancelářské potřeby (magnetická tabule, papír atd.)	3 000,-	2 059,-
<i>d) další prostředky</i>		
Konferenční poplatek „Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied“ ve Smolenicích (plus kursová ztráta)	3 000,-	2 601,-
Konferenční poplatek ICTE 2012 Rožnov pod Radhoštěm	2 500,-	1 500,-
<b>CELKEM</b>	<b>38 500,- (po navýšení přiděleno 40 000,- Kč)</b>	<b>40 000,-</b>

Nedočerpané prostředky na plánovaná vložná na konferenci v položce „další prostředky“ byly využity pro nákup učebních pomůcek v položce „materiálové náklady“.

## 5 Závěr

Při řešení projektu bylo provedeno dotazníkové šetření k využívání počítačových simulací experimentálních činností ve výuce chemie na ZŠ, jehož výsledky byly zpracovány a publikovány. Na základě výsledků dotazníkového šetření byla provedena první fáze pedagogického experimentu zkoumající vliv používání Flash simulace na zlepšení míry vědomostí u žáků základní školy z obtížného tématu Elektrolýza. Paralelně s empirickými šetřeními byla zpracována přehledová studie o výsledcích podobných výzkumů provedených zejména v zahraničí. Její publikace je plánována v českém jazyce v průběhu roku 2013 v odborném časopise nebo sborníku konference. Dále je plánováno dokončení komplexní publikace výsledků všech dosud provedených dílčích šetření včetně teoretických východisek a mezinárodního srovnání v anglickém jazyce. Publikace bude směřována do mezinárodního recenzovaného časopisu. Veškeré výsledky výzkumu budou také použity v disertační práci řešitele.

Datum: 29. 12. 2012

Podpis odpovědného řešitele:

---

Seznam příloh:

Příloha A – Citační údaje publikačních výstupů – Výpis z OBD

Příloha B – Kopie článku ve sborníku konference *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*

Příloha C – Kopie článku v časopise Media4uMagazine

Příloha D – „Výsledovka“ z ekonomického inf. systému Magion

Příloha A – Citační údaje publikačních výstupů – Výpis z OBD

BÍLEK, Martin, HRUBÝ, Jaroslav. Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. In: *AKTUÁLNE TRENDY VO VYUČOVANÍ PRÍRODNÝCH VIED*. Trnava:

Trnavská univerzita. Pedagogická fakulta, 2012, s. 1-7. ISBN 978-80-8082-541-6.

HRUBÝ Jaroslav, BÍLEK Martin. Flash aplikace jako prostředek pro podporu výuky elektrochemie na základní škole. *Media4u magazine*. 2012, **9**(X4), s. 89-92. ISSN 1214-9187.

Pedagogická fakulta  
Trnavská univerzita v Trnave



**AKTUÁLNE TRENDY  
VO VYUČOVANÍ PRÍRODNÝCH VIED**

Zborník z medzinárodnej konferencie  
Smolenice 15. – 17. október 2012

Trnava  
2012

---

Počítačom podporovany školni chemicky experiment  
jako prostredek badatelsky orientovane vyuky

*Martin Bilek, Jaroslav Hruby*

**Abstract:** In the contribution are presented, analysed and discussed possibilities of computer

supported school chemical experiment as means for realisation of inquiry-based science education (IBSE). Presented theoretical base and announces to practical applications are focused to early natural science (chemistry) education.

**Key words:** inquiry-based science education, computer supported school chemical experiment, early chemistry education.

## Uvod

Konstruktivistické paradigma začíná v poslední době stále více pronikat do způsobu uvažování o přírodovědném vzdělávání, což dokumentuje zvýšená publikační činnost zejména v anglosaske a německé literatuře (Nezvalová a kol., 2005). V naší pedagogické literatuře se již objevují také některé práce, ale v relativně malém počtu v oblasti přírodovědného vzdělávání (např. Doulik, 2005). Vnímání poznání jako konstrukční činnosti se vztahuje jak na poznávací činnost žáka, tak na podpůrnou činnost učitele přírodovědných předmětů či vyzkumníka v oblasti oborových didaktik přírodovědných předmětů. Zakladním východiskem je chápání vědeckých představ a představ žáků (prekonceptů) jako rovnocenných zdrojů pro rekonstrukci obsahové struktury. V době probíhající kurikulární reformy v České republice vzniká nová šance pokusit se zvýšit zájem žáků o přírodovědnou výuku, o výběr dalšího studia a povolání v oblasti přírodních věd a technologie, a v neposlední řadě i zlepšit přírodovědnou gramotnost celé populace. Je možné detekovat několik linií pro inovace přírodovědné výuky v uvedeném smyslu, jako jsou:

\_ zájem žáků o přírodní vědy a jejich výuku (O co se zajímám?; Co se chci učit?; Co budu potřebovat?) – odpověďmi na tuto otázku jsme se zabývali např. v analýzách výsledků mezinárodní srovnávací studie ROSE (Relevance of Science Education) (např. Bilek, 2005, Gedrovics, Bilek, Janiuk, Mojsa, Mozheika, Řadkova, 2008),

\_ kontext výuky (ideál – „školní věda“, aplikační kontext, společenský kontext, osobnostní kontext) (např. Lavonen, Jutti, Byman, Meisalo, 2006),

\_ obsah výuky (standardy; rámce a školní vzdělávací programy; tradice; nová témata (např. Paško, 2007, Čtrnactová, Zajiček, 2010, Kmet'ová, 2011),

\_ kompetence (klíčové kompetence; „scientific literacy“; přírodovědné činnosti, badatelsky orientovaná výuka (Held a kol., 2011, Profiles Project, 2012, Primas Project, 2012).

Kritizovaný instruktivistický (transmisivní) přístup k výuce ve školách je charakterizován dominantním postavením učitele a receptivní pasivitou žáků. Vědecke

AKTUALNE TRENDY VO VYUČOVANÍ PRIRODNÝCH VIED *Smolenice 15. - 17. október 2012*

2

poznatky jsou získávány ve formě, která téměř vylučuje jejich pozdější aplikaci a využití. Žáci neumějí své znalosti použít v konkrétních situacích, protože nedovedou rozpoznat jejich vztah ke skutečnosti. Nedokážou své abstraktní poznatky přenést do reálné situace. Cílem učitele musí být vytvoření obsahově bohaté, komunikativní prostředí, které osloví subjektivní oblast zkušenosti a současně obsahuje nové „hadanky“, které zvou ke kreativní samoorientaci. Umění učitele spočívá v tom, že předvídá řetězec navaznosti mezi původní konstrukcí skutečnosti u žáka a vědeckými poznatky, které žák pojímá jako stav očekávaného rozporu a řeší a překonává různým přístupem včetně cesty pokusů a omylů (Bilek, Klečková, 2006).

## Badatelsky orientovaná výuka

### v počátečním chemickém vzdělávání

Badatelsky orientovaným přírodovědným vzděláváním či přírodovědnou výukou se rozumí přístup označovaný v anglickém jazyce jako IBSE (Inquiry-Based Science Education). Český ekvivalent tohoto pojmu je stále ještě předmětem diskuse, a tak je možné se setkat i s jinými pojmy označujícími stejný koncept, např. „badatelsky orientované přírodovědné vyučování“, ze slovenského překladu inspirována „výzkumně laděná koncepce přírodovědného vyučování“ (Held a kol., 2011), případně objevně vyučování přírodovědným předmětům aj. Blízko tomuto konceptu jsou i zname komplexní výukové metody řešení problémů a projektová metoda. Každopádně je IBSE založena na odklonu od výuky bazirující na pouhém osvojování prezentovaných faktů a její transformaci na výuku, která klade důraz na koncepční porozumění

a na vlastní proces osvojování znalosti. Podstatou tohoto přístupu je zapojení učících se do objevování přírodovědných zákonitostí, propojování informací do smysluplného kontextu, rozvíjení kritického myšlení a podpora pozitivního postoje k přírodním vědám (Kyle, 1985, Rakow, 1986). Důraz je kladen na vyučovací proces založený na aktivní činnosti učících se, tedy na badání (inquiry) a ne na memorování faktů (Profiles Project, 2012). „Inquiry“, překládáno ve vzdělávacích souvislostech nejčastěji jako badání, má v angličtině i řadu dalších výstižně charakterizujících významů badatelské činnosti, a to zjišťování, vyšetřování, šetření nebo dotazování, využívá se i substantivní překlad jako dotaz či otázka. Proto je možné se ztotožnit s českou definicí Stuchlikové (2010) či Papačka (2010), že „badání (inquiry) je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů.“ Někteří z autorů pojímají požadovanou „inquiryorientaci“ zejména přírodovědného vzdělávání jako přechod od deduktivní výuky k výuce induktivní (Held a kol., 2011). Nakolik jde o potřebu výrazného posílení induktivní stránky poznávacího procesu, nedomníváme se, že je žádoucí vytěsnění deduktivních poznávacích cest z přírodovědného vzdělávání. Jak jsme ukázali v komplexním schématu přírodovědného poznávání (Bilek, M. a kol., 2011, s. 16) jde o vzájemně důležitou souhru obou stranek poznávacího procesu, tedy vzájemnou komplementaritu nástrojů poznávání jak empiricko-induktivní tak teoretickodeduktivní povahy. Při praktických aplikacích IBSE je zřejmé, že školní badání nebude vždy totožné s badáním vědců. Je nutné brát ohled na věkové souvislosti, obPLENARNE PREDNAŠKY

3

sahové souvislosti a také souvislosti materiálno-technické. Např. Banchi a Bell (2008) tak charakterizovali čtyři úrovně IBSE s ohledem na podíl řízení činnosti žáků ze strany učitele. Jde o badání tzv. potvrzující (confirmation), strukturované (structured), nasměrované (guided) a otevřené (open).

## Počítačem podporovaný školní chemický experiment a badatelský přístup

Přímé spojení reálného chemického experimentu s počítačem představují počítačové měřicí systémy, tj. využití počítače ke snímání, uchování a zpracování měřicích se hodnot fyzikálních a fyzikálně-chemických veličin a jako řídicího média při automatizaci experimentální činnosti. K nutnosti jejich využívání i ve škole vedou hlavně následující důvody (Bilek, M. a kol., 2011):

\_ přímá podpora experimentální činnosti tj. snímání hodnot měřených veličin v průběhu experimentu tj. v reálném čase,

\_ okamžité vyhodnocení a následně uchování experimentálních dat,

\_ přiblížení použití počítačů v automatizovaných systémech řízení technologických procesů výroby,

\_ osvojení si metod získávání informací a jejich zpracování pomocí počítače a jeho periférie, a také nahrazení mnoha drahých laboratorních přístrojů.

Spojení reálného experimentu tj. v něm použitého technického zařízení, přístroje nebo aparatury s řídicím a registračním zařízením je realizováno buď přivedením digitálních dat přímo na vstupní port zařízení nebo počítače, nebo v případě analogových dat užitím základních komponent řízených automatizovaných systémů – speciálních počítačových periférií – A/D – analogově-digitálních a D/A – digitálněanalogových převodníků, které dány analogový signál digitalizují. A/D a D/A převodníky jsou tedy zařízení sloužící k registraci dat měřicích se fyzikálních veličin v probíhajícímu experimentu a k ovlivňování reakčních podmínek prostřednictvím ovládaných akčních členů. Pomocí počítače a A/D převodníku mohou být měřeny veličiny, které je možné měnit na proporcionální elektrický signál. Proto přichází v úvahu kromě měření elektrických veličin i měření teploty, tlaku, hmotnosti, tečných napětí, pH, vodivosti, intenzity osvětlení aj. A/D převodník je při těchto měřeních spojen na vstupu s měřicím čidlem (elektrodou, snímačem, apod.) nebo výstupem z daného měřicího přístroje a na výstupu s počítačem, kterému transformovány



signal předava. D/A převodník umožňuje transformaci digitalní informace z počítače (výsledku programové instrukce) na analogový signál ovládající akční člen. Pro aplikace ve školní praxi jsou vyvíjeny počítačové měřicí systémy, které nahrazují drahé profesionální komplexní hardwarové a softwarové systémy používané v moderní výrobní praxi.

Existují v zásadě dva základní způsoby připojení měřicích přístrojů k počítači:

1. Vlastní měřicí přístroj je vně počítače a je s ním spojen přes standardní rozhraní.
2. Do základní desky počítače se zasouvá karta (s A/D a D/A převodníky, s digitálními vstupy a výstupy), ke které se připojují měřené signály a ovládané akční členy.

AKTUALNE TRENDY VO VYUČOVANI PRIRODNYCH VIED *Smolenice 15. - 17. október 2012*

4

Uvedená aplikace počítačů ve vyučování přináší také problém použití vhodného software. Existuje řada softwarových balíčků z průmyslové praxe, využitelných pro tvorbu řídicích komplexů v technologických procesech, ale poměrně značná komplikovanost a svazanost se speciálními perifériemi znesnadňuje jejich školní využití.

Proto má softwarové vybavení školních počítačových měřicích systémů několik základních atributů, na které je kladen zvláštní důraz zejména z hlediska jednoduchosti a názornosti. Těmito atributy jsou zvláště:

- \_ digitalní znázornění veličin v dostatečné velikosti a graficky zaznam na monitoru buď současně, nebo v přepínatelném režimu,
- \_ možnost realizace srovnání podobných měření, tj. současně znázornění několika naměřených souborů dat uložených na disku nebo porovnání se souborem dat získaných simulací reálného experimentu,
- \_ možnost provedení výřezu grafického záznamu, jeho zvětšení na monitoru a jednoduše zpracování dat,
- \_ realizace měření ve dvou základních režimech práce – v časových intervalech nebo po krocích.

Každý takový měřicí program je možné rozdělit zpravidla na tři základní části:

- \_ měření zvolené veličiny – MĚŘENÍ,
- \_ práce s datovými soubory – DATA,
- \_ zpracování dat – ZPRACOVÁNÍ.

Část MĚŘENÍ slouží k nastavení nebo kontrole parametrů prováděného experimentu.

Jednotlivé parametry jsou voleny buď postupně, nebo najednou, formou dialogového okna. Režim DATA umožňuje práci s naměřenými daty uloženými v souborech tj. jejich zobrazení a „zoom“, ukládání a načítání, výstup na tiskárnu nebo zapisovač. Úpravy a zpracování naměřených dat se provádějí v části ZPRACOVÁNÍ. Programy obsahují dle svého určení různé možnosti práce s daty, od pouhého zobrazení nebo spojení jednotlivých hodnot přes proložení aproximačními křivkami až po složitější statistické operace.

Na základě možnosti hardware i software počítačových měřicích systémů je možné využít např. následující skupiny přednosti počítačem podporovaných chemických experimentů, která akcentuje možné využití všech čtyř výše formulovaných úrovní IBSE.

#### **I. Kinetický aspekt chemických experimentů**

Často jsou na školách prováděny experimenty tím způsobem, že žáci pouze určí hodnotu určité veličiny v reakční nádobě před a po skončení reakce. Tak mohou měřit např. teplotu laboratorním teploměrem, pH univerzálním indikátorovým papírkem, určovat změnu zbarvení roztoku, vznik sraženiny apod. Počítačové měřicí systémy umožňují jednoduše a operativně zavedení kinetického aspektu k prováděným experimentům tj. určovat a registrovat hodnoty měnící se veličiny v průběhu probíhajícího děje. Pro sledování jeho průběhu přináší toto technické zařízení další konkrétní výhody: registrovat měřenou veličinu v malých intervalech např. i menších než 1 sekunda (měření laboratorním teploměrem vyžaduje cca 30 sekund pro odečtení a zápis příslušné hodnoty teploty) nebo naopak větších než 1 hodina (dlouhodobá sledování), paralelní současnou tvorbu grafického záznamu, uložení a

PLENARNE PREDNAŠKY

vyhodnocení experimentálních dat. Systémy pro použití v chemickém experimentu většinou využívají následující tři režimy registrace experimentálních dat, a to registrace měřené veličiny v předem zvolených časových intervalech, registrace měřené veličiny v předem zvolených intervalech jiné veličiny (nezavisle proměnná na ose x, poloautomatická měření, indikace změny intervalu na ose x např. stisknutím libovolné klávesy, kliknutím myši apod.) a registrace měřené veličiny v závislosti na jiné měřené veličině (automatická měření, minimálně dvoukanalová). Pro IBSE je v tomto přístupu důležité rychle a relativně přesně zajištění registrace dat pro verifikaci odpovědi na formulované otázky (verifikace hypotéz), další zpracování dat a jejich prezentace.

## II. Rychlost měření a frekvence experimentů

Výhodou počítačových měřicích systémů je kromě rychlosti registrace experimentálních dat i velká variabilita měřicího přístroje. Jednoduchou zaměnou čidel (případně čidel a modulů) se stává během několika sekund z digitálního teploměru digitální pH metr apod. Tak je umožněno provedení velkého počtu měření, často bez omezení měřenou veličinou a je možné analyzovat širší experimentální celky. Pro realizaci IBSE se nabízí několik možných variant, jako je metodická řada experimentů (posloupnost měření vzájemně navazujících nebo gradujících), paralelní (komparativní) experimenty (porovnání různých parametrů zkoumaného děje), dílčí experimenty (kooperativní přístup k verifikaci formulovaných problémů), tematické celky experimentů (komplexní pojetí problémů jako např. monitoring životního prostředí), zesilování aktivizačních prvků ve vyučování (technické zařízení pro získání relevantních dat z probíhajících dějů a na nich založené věrohodné verifikace formulovaných hypotéz apod.).

## III. Kvantitativní aspekt experimentů

Počítačové měřicí systémy poskytují možnosti pro kvantitativní vyjadřování jevů, které byly dosud často ve škole popisovány pouze kvalitativně. Umožňují provedení experimentů, které by se daly nazvat „ze života“, tj. jejich motivační složka se týká vlastních zkušeností žáka – experimentátora, tak, že je možné kvantitativní cestou odhalit i malé rozdíly v měřených veličinách apod. Tyto metody tvorbou a ověřováním hypotéz, snahou o nějaký konkrétní produkt nebo závěr přispívají podstatnou měrou k formování intelektuálních i senzomotorických dovedností. V rámci formulovaných čtyř úrovní IBSE můžeme připomenout několik aplikací počítačových měřicích systémů v přírodovědném vyučování s akcentem na chemické hledisko. Jsou to například potvrzující badání při experimentálním ověřování stechiometrických koeficientů neutralizační reakce (teplotní čidlo k určování změny teploty při neutralizační reakci s různým molárním poměrem reaktantů) (Čipera, Bilek, 1997), strukturované badání při verifikaci tvorby škály pH ze vzorků z domácnosti ve znamení miniprojektu „Chemie v kuchyni“ (pH-čidlo pro měření pH sady vzorků „chemikálií“ z domácnosti) (Bilek, 1999), nasměrované badání při hledání příčin rozdílných tepelných efektů při odpařování kapalin z povrchu teplotního čidla (Bilek, Tobiřiková, 2010) nebo otevřené badání při hodnocení přírodovědných principů deformovaných v sugestivních televizních reklamách (pH-čidlo) (Bilek a kol., 1995).

AKTUALNE TRENDY VO VYUČOVANI PRIRODNYCH VIED *Smolenice 15. - 17. oktober 2012*

## Závěr

Počítačem podporovaná měření jak ve školní laboratoři tak mimo ni vnašejí do školního experimentování nové možnosti zefektivňování laboratorní činnosti žáků ve směru „induktivního přístupu“ tedy ve směru podpory realizace badatelsky orientovaného přírodovědného, a tedy i chemického, vzdělávání. Tvorba diagramů a grafů jako prostředků verifikace formulovaných hypotéz nebo očekávaných výsledků s přímou účastí žáků je významným příspěvkem k budování přírodovědné gramotnosti (Nodzyńska, 2012, Kričfaluši, 2011). Problematická dostupnost složitějších a drahých technických zařízení (automatické byrety, titratory, akční členy) je tak zastoupena poměrně jednoduchým a flexibilním zařízením na bázi počítačové

techniky, která se stává stále více dostupnou pro školní podmínky, a která nás stále více provází i v každodenním životě. Proto je nutné školní paradigma přírodovědného vzdělávání orientovat na formování dílčích kompetencí, které dominují při přírodovědném badání (Bílek, Tobořikova, 2010), tedy na pozorování a měření, srovnávání a uspořádávání, zkoumání a experimentování, předvídaní a dokazování, diskusi a interpretaci, modelování a matematizaci, řešení a komunikaci. Stále více zaznamenáváme trendy zvyšování jednoduchosti, robustnosti a univerzality školních počítačových měřicích systémů na jedné straně a jejich ekonomická dostupnost na straně druhé jsou pro tyto potřebné změny velkým příslibem.

## Literatura

1. BANCHI, H., BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, Vol. 46(2), 2008, pp. 26 – 29.
2. BÍLEK, M. a kol. *IP-Coach a chemický experiment*. Liberec, Praha: CMA Foundation prostřednictvím PEPEKO a MFF UK, 1995.
3. BÍLEK, M. Počítačem podporovány chemický experiment i na základní škole. *B-Ch-Z*, ročník 8, číslo 3, květen 1999, s. 140 – 145.
4. BÍLEK, M. Why to Learn Science and Technology? Selected Results of the International ROSE Project. In E. Mechlova (ed.) *Information and Communication Technology in Education - Proceedings*, University of Ostrava : Ostrava, 2005, pp. 11 – 14.
5. BÍLEK, M., KLEČKOVÁ, M. K možnostem inovace výuky chemie na základní škole v době kurikulární reformy. In D. Kričfaluši, D. (ed.) *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie - sborník přednášek z mezinárodní konference*. Ostrava: PFF OU, 2006, s. 13 – 16.
6. BÍLEK, M., TOBOŘIKOVÁ, P. Aktuální výzvy pro počítačem podporované školní chemické experimenty. In A. Chupač, J. Veřmiřovský, J. *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie - Sborník přednášek z mezinárodní konference*, Ostrava: PFF OU, 2010, s. 32 – 35.
7. ČÍPERA, J., BÍLEK, M. Komplexní použití počítačů ve výuce chemie (Určování koeficientů reaktantů). *Technologia vzdělávání*, 7/97, 1997. s. 12 – 15.
8. ČTRNÁCTOVÁ, H., ZAJIČEK, J. Současné školství a výuka chemie v České republice a v EU. *Chemické listy*, 100, 811-818, (2010).
9. DOULIK, P. Geneze dětských pojetí vybraných jevů. *Acta Universitatis Purkynianae 107 - Studia Pedagogica*, Usti nad Labem: UJEP, 2005.
10. GEDROVICS, J., BÍLEK, M., JANIUK, R. M., MOJSA, R., MOZHEIKA, D., ŘADKOVÁ O. Trendy změn v zájmech a postojích patnáctiletých žáků k přírodním vědám. In *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Seria D - Vědy o výchově a vzdělávání, Ročník 12*,

Příloha C – Kopie článku v časopise Media4uMagazine

## FLASH APLIKACE JAKO PROSTŘEDEK PRO PODPORU VÝUKY ELEKTROCHEMIE NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

## FLASH APPLICATIONS AS A TOOL FOR SUPPORT OF ELECTROCHEMISTRY INSTRUCTION IN ELEMENTARY SCHOOL

HRUBÝ Jaroslav, BÍLEK Martin, CZ

### Abstrakt

Flash aplikace jsou dostupným a vhodným prostředkem k podpoře výuky přírodovědných předmětů a zejména chemie. Umožňují žákům prezentovat děje současně v makroměřítku i na úrovni mikrosvěta. Tyto aplikace lze použít nejen jako prostředek pro demonstraci různých objektů a jevů, ale i pro samostatnou činnost žáků, do jisté míry jako náhrada nebo doplnění experimentálních činností. Velké množství různých Flash aplikací lze volně získat na Internetu

*a tak stoupá možnost jejich přímého využití při výuce i při mimoškolních aktivitách. V textu jsou popsány zkušenosti s využíváním Flash animací ve výuce elektrochemie na ZŠ a výsledky žákovského hodnocení takto pojaté výuky.*

### **Abstract**

*Flash applications are available and appropriate means for support of the natural sciences instruction, especially chemistry. They show to students both the micro and the macro scale in the same time. Applications can be used as a means to demonstrate objects and processes, or they are suitable for individualization of the learning process, partly they can replace experimental activities, too. Many examples of Flash applications can be downloaded from the website and it is reason for simple using in class and in out of school activities. Experience with Flash animations and simulations using in electrochemistry instruction at elementary school is described and results of their pupil's evaluation are analysed and discussed.*

### **Klíčová slova**

*Flash aplikace, interaktivní tabule, výuka chemie na základní škole, elektrochemie.*

### **Key Words**

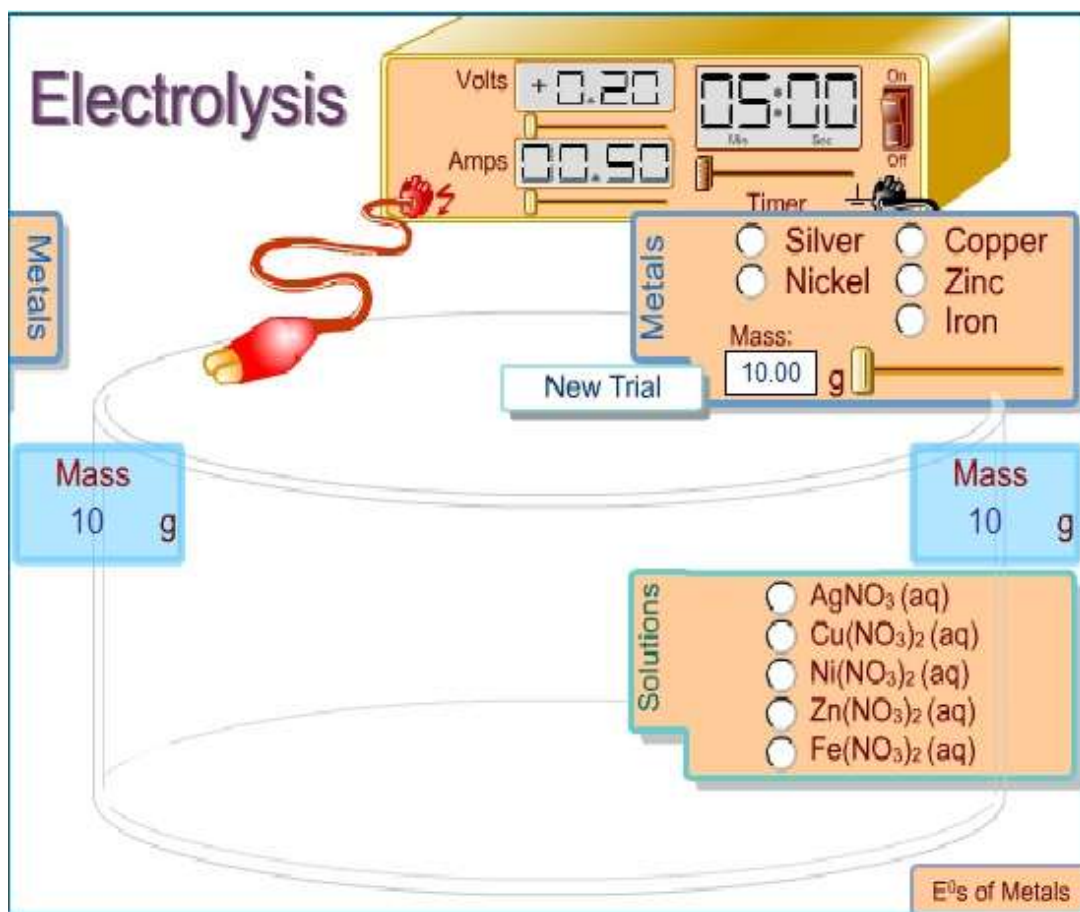
*Flash applications, interactive whiteboard, chemistry education at elementary school, electrochemistry.*

## **ÚVOD**

Elektrochemie je ve výuce chemie na základní škole považována za jedno z obtížnějších témat učiva. Jde o ne příliš snadno pochopitelnou učební látku, v níž je podstatné propojení pozorování vlastností látek na makroskopické úrovni a jejich vysvětlování na úrovni modelu mikrosvětla. Představit si jakési „imaginární“ částice, které se pohybují od jedné elektrody k druhé a k tomu pochopit, jaký mají náboj a další souvislosti, dělá žákům stále problémy. Z tohoto důvodu je třeba hledat možnosti, jak jim toto téma lépe zpřístupnit. Nabízí se nekonečné zdroje Internetu, kde je s určitou dávkou kritického pohledu možné nalézt výukové objekty, které mohou pomoci toto učivo žákům lépe přiblížit, tedy z nepředstavitelného udělat představitelné. Díky moderní didaktické technice, která začíná být ve školním prostředí stále více dostupná, a to hlavně interaktivní tabuli a počítačům, se zvyšují příležitosti využití animací nebo simulací různých elektrochemických dějů přímo ve vyučovací hodině. Na internetu se vyskytuje spousta různých animací a simulací, ale některé z nich lze využít jako vhodné názorné učební pomůcky k ukázce daných jevů i na úrovni žáků základní školy. Velmi bohatým zdrojem dynamických počítačových modelů je Web T. Greenbowa [1], kde je možné získat animace i simulace různých chemických a fyzikálních jevů, simulace ovládání různých přístrojů atd. Z hlediska počítačových aplikací jde hlavně o tzv. Flash aplikace. To jsou počítačové programy či aplety, které mohou být vytvořeny v tzv. Flash editorech. Jsou to buď animace, v nichž nelze měnit podmínky prezentovaného jevu, a tak žák může pozorovat pouze celý průběh děje, který lze většinou jen zastavit nebo rozfázovat na menší úseky. Vyšší formu interakce umožňují simulace, v nichž lze měnit podmínky provádění experimentu, jako je např. složení roztoku, koncentrace reaktantů, typ elektrody, teplota reakční směsi apod. Modelovaný děj lze nejen zastavit nebo zpomalit, a tím lépe ukázat, co se v danou chvíli v soustavě děje, ale lze porovnávat průběh různých dějů s předem nebo průběžně nastavenými parametry. Počítačové simulace lze využít jako součást nácviku laboratorních prací, při formulaci problémové úlohy, při opakování provedeného reálného experimentu apod. Řešení úloh na bázi počítačových animací a simulací může využívat jak hromadné, tak skupinové či individuální organizační formy výuky. Výhodné zařazení těchto prostředků je samozřejmě při samostatné práci žáků s počítačem v počítačové učebně nebo při práci např. s vlastními notebooky. Ovšem i v hromadné výuce ve třídě s využitím interaktivní tabule mohou žáci poměrně efektivně s pomocí těchto aplikací hledat otázky k zodpovězení, formulovat své hypotézy a vzápětí je ověřovat apod. Tím se šetří nejen čas, ale také drahé přístroje, laboratorní vybavení a chemikálie. Pro žáky, kteří jsou zvyklí „klikat“, a tedy pracovat na počítači, je to motivační prostředek k upevňování učiva pro ně „přirozenou“ cestou. Do života dnešní generace dětí práce s digitálními médii jednoznačně patří, a jejich každodenní činnost je nějak spojená s virtuální realitou, tak proč tohoto fenoménu nevyužít? Ovládání a porozumění novým technologiím žákům žádné velké problémy nedělá. Občas bývají ale prezentovány otázky související s nedostatkem takovýchto počítačových aplikací v českém jazyce. Zkušenosti však ukazují, že žákům cizí jazyk nevádí. Jednak se stále posunují jejich jazykové kompetence a jednak právě počítačové animace a simulace vynikají propracovanou grafikou umožňující intuitivní ovládání bez velkých nároků na porozumění zařazených textů [2].

## **VÝUKA ELEKTROLÝZY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE A FLASH-APLIKACE**

V našem výzkumném projektu jsme se zaměřili na analýzu předností a nedostatků flash aplikací s tematikou simulace průběhu elektrolýzy (obr. 1), kterou nabízí jmenovaný Web T. Greenbowa.



**Obr.1** Screen z počítačové simulace *Electrolysis* T. Greenbowa [3]

Pilotní výzkum byl uskutečněn v jedné třídě základní školy v závěru školního roku 2011-12. Žáci měli v procvičovací hodině k dispozici počítačovou simulaci elektrolýzy a mohli měnit příslušné proměnné v podobě volby roztoku a druhu elektrody. Jednalo se o 29 žáků 9. ročníku základní školy, kteří již absolvovali tematickým plánem stanovenou výuku elektrochemie. V samostatné vyučovací hodině učitel žákům předvedl na interaktivní tabuli uvedenou simulaci a stručně vysvětlil její ovládání. Žáci potom pracovali samostatně v počítačové učebně a měli volné pole působnosti, jak danou simulaci využít, tedy sami volili, co chtějí vyzkoušet, případně pomocí simulace zjistit. Učitel působil pouze jako poradce při potížích, případně inicioval žáky návrhem úkolu, který by mohli vyzkoušet. V závěru vyučovací hodiny byli žáci požádáni o vyplnění dotazníku, který jim byl administrován elektronickou cestou pomocí aplikace GoogleDocs. Jednotlivé položky dotazníku byly zaměřeny na hodnocení Flash aplikace a práci s ní. Žáci postupně hodnotili grafickou stránku, ovladatelnost, srozumitelnost, zda jim nevadí, že je aplikace v anglickém jazyce apod. Celkem bylo zadáno osm položek dotazníku, z nichž čtyři byly škálovací s rozpětím škály od jedné do pěti, přičemž škála představovala známkování stejné jako ve škole, tedy poloha jedna jako nejlepší, pět jako nejhorší. Dvě položky byly dichotomické s volbou odpovědi Ano – Ne a jedna s volbou odpovědi Ano – Ne – Možná. Poslední položka byla otevřená, tedy s volnou odpovědí, kdy záměrem bylo získat od žáků formulace jejich vlastního celkového hodnocení vybraného simulátoru. Tady se ovšem projevila známá bolest současného stavu tzv. „komunikační nechuti“ žáků něco nějak více komentovat nebo vyjadřovat vlastními slovy. Pouze malá část žáků uvedla nějakou odpověď (necelých 30 %). V následujících grafech prezentujeme odpovědi žáků na jednotlivé otázky.

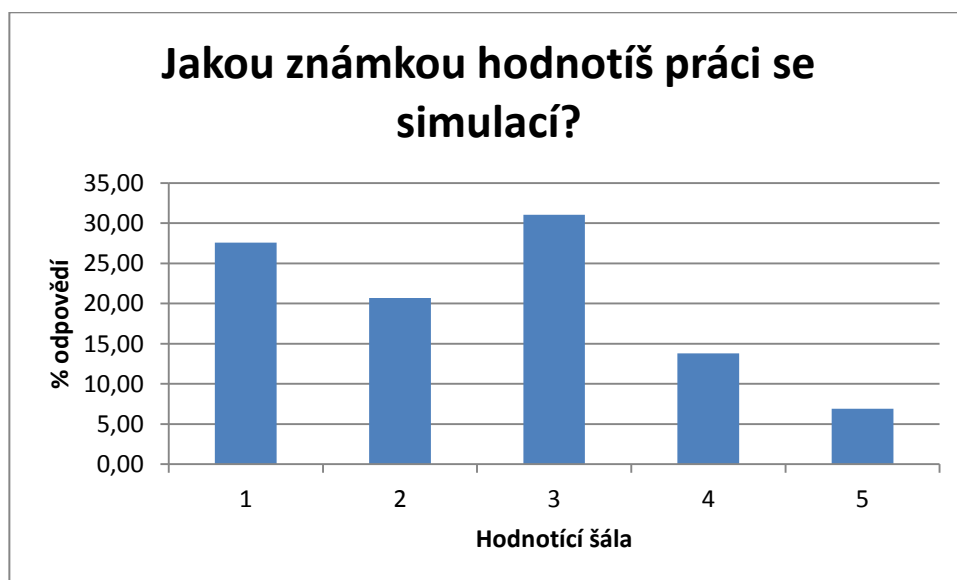
První otázka: Jakou známkou hodnotíš grafickou stránku počítačové simulace *Electrolysis*, tedy jak se ti líbí zobrazení na monitoru?



**Obr.2** Hodnocení grafické stránky simulace

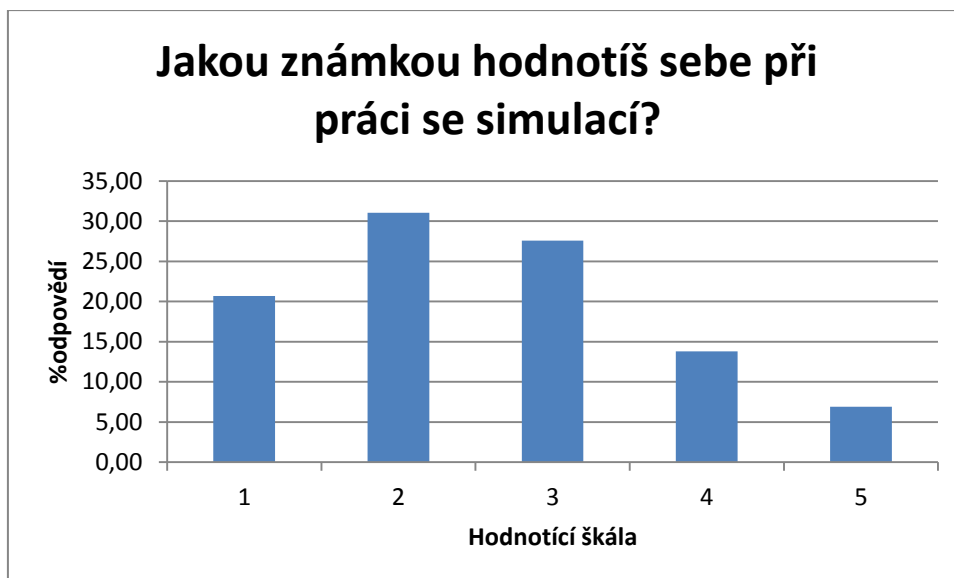
Z výsledků je zřejmé, že grafická stránka počítačových aplikací je pro žáky velmi důležitá. Pokud je prezentace simulovaného objektu nezaujme, nejsou ochotni s ní pracovat. V našem příkladu byly názory žáků spíše pozitivní, dvě třetiny hodnotili tuto počítačovou simulaci známkami jedna a dvě.

Druhá otázka: Jakou známkou hodnotíš práci se simulací, tedy to, jak se ti simulace ovládala?



**Obr.3** Hodnocení ovladatelnosti simulace

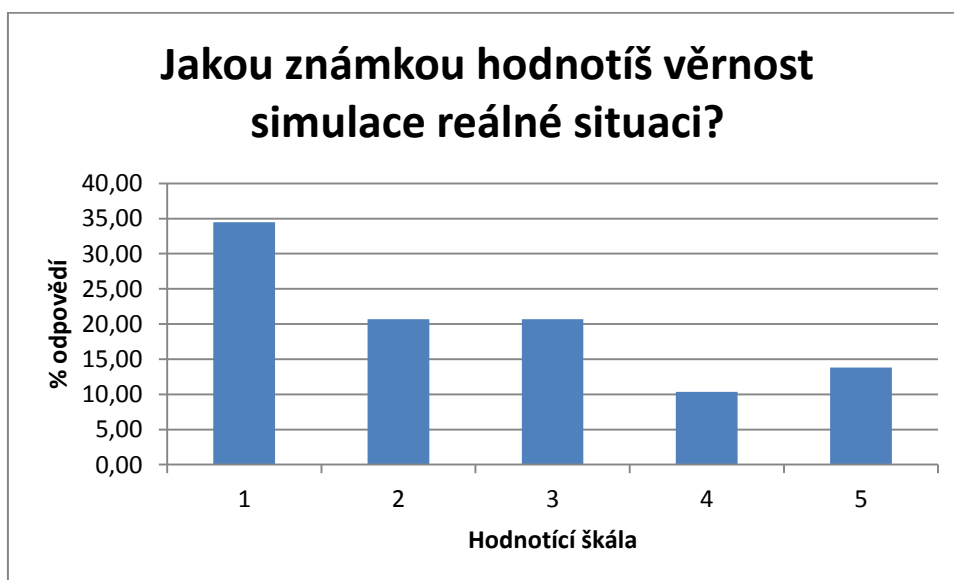
Třetí otázka: Jakou známku bys dal sobě za to, jak se Ti dařilo se simulací pracovat?



**Obr.4** Hodnocení vlastní práce se simulací

Otázky 2 a 3 byly zaměřeny na sebehodnocení schopnosti pracovat se simulací. Nutí žáky zamyslet se nad sebou samým a částečně informuje i o jejich počítačové gramotnosti. Z grafu lze vyčíst, že více než polovina žáků ovládá práci se simulací (a tedy do jisté míry lze konstatovat tedy i práci s počítačem) velmi dobře. Tedy jim práce se simulací až na výjimky nedělala problémy.

Čtvrtá otázka: Jakou známkou hodnotíš názornost aplikace, tedy jak moc se podobá to, co je zobrazeno, tomu, co má být zobrazeno.



**Obr.5** Reálnost počítačového modelu (zobrazení, ovládání, možnosti interakce)

Názornost simulace je velmi důležitá. Pokud bude počítačový model odpovídat reálnému experimentu, měla by to být pro žáky výrazně lepší motivace. Jak lze vyčíst z odpovědí žáků, jako reálnou tuto simulaci hodnotí 2/3 žáků, tedy že odpovídá reálnému experimentu, který žáci znali z jeho provedení jako demonstračního pokusu během hodiny chemie, věnované elektrolýze.

Otázka č. 5 Rozuměl(a) jsi všem textům v prezentovaném modelu elektrolýzy, i když byly v angličtině?

Poměr odpovědí na tuto otázku je zhruba vyrovnaný. Mírně převažovala odpověď ano, ale bylo to jen o tři kladné odpovědi. Zajímavým dodatečným zjištěním bylo, že na tuto otázku kladně odpovídali hlavně žáci, kteří jsou v učebním předmětu angličtina hodnoceni známkami výborně a velmi dobře. Ostatní tak trochu tápali a zkoušeli pokusem a omylem, co vlastně určité anglické slovo znamená. Často operativně využívali překladů s využitím slovníku na internetu.

Otázka č.6: Myslíš si, že by ti tato simulace pomohla při porozumění tomu, co znázorňovala?

Zde byl poměr jednoznačný ve prospěch kladné odpovědi. Více než 2/3 žáků uvedlo, že jim tato simulace pomohla při porozumění děje, který znázorňovala. To je pozitivní zjištění pro příslušnou inovaci výuky.

Poslední otázka zjišťovala, zda by danou simulaci žáci použili i v domácí přípravě. Poměr odpovědí byl zcela vyrovnaný. Na tuto otázku měli možnost odpovědět: „Ano : Ne : Možná“ a výsledkem je poměr: „10 : 10 : 9“. Pokud zohledníme odpověď možná, tak více než polovina žáků by aplikaci použilo k domácí přípravě.

## ZÁVĚR

Při celkovém hodnocení vybrané aplikace žáky je zřejmé, že kladné hodnocení výrazně dominuje. Vybraná aplikace je vhodná i pro žáky základní školy, jsou schopni s aplikací pracovat, relativně dobře porozumět tomu, co interaktivní činnost nabízí, a také bez větších komplikací pracovat s cizojazyčným textem. Aplikace je do značné míry i hravým doplňkem výuky elektrochemie na základní škole a dle našich zkušeností podporuje výraznou změnu postojů žáků k tomuto obtížnému učivu chemie.

## Poděkování

Příspěvek vznikl s podporou projektu specifického výzkumu Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové č. 2141/2012.

## Použité zdroje

- [1] GREENBOWE, T. Chemistry Experiment Simulations and Conceptual Computer Animations. [online]. Dostupné na: <http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html>, [cit. 30.10. 2012]
- [2] HRUBÝ, J., BÍLEK, M. Flashové animace a simulace jako podpůrný nástroj školního chemického experimentu na základní škole. Biologie, chemie, zeměpis : časopis pro výuku přírodních věd na základních a středních školách. 2011, roč. 20, č. 3x, s. 225-229.
- [3] GREENBOWE, T. Electrolysis. [online]. Dostupné na: <http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/ElectroChem/electrolysis.zip> [cit. 30. 10. 2012]
- [4] BÍLEK, M. Virtualizace ve všeobecném chemickém vzdělávání: příležitosti a rizika. Biologie, chemie, zeměpis : časopis pro výuku přírodních věd na základních a středních školách. 2011, roč. 20, č. 3x, s. 9-16.
- [5] BÍLEK, M., JENISOVÁ, Z. Vzdialené a virtuálne laboratória. In A. HAŠKOVÁ, M. PISOŇOVÁ, M. BITTEROVÁ a kol. Didaktické prostriedky ako optimalizačný faktor procesu vzdelávania. Hradec Králové : Gaudeamus, 2011. s. 236 – 259.

## Kontaktní adresy

Mgr. Jaroslav Hrubý  
Základní škola Opočno  
Pitkova 358  
517 73 Opočno  
e-mail: [Jaroslav.hruby@zsopocno.cz](mailto:Jaroslav.hruby@zsopocno.cz)

Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.  
Oddělení didaktiky chemie  
Katedra chemie  
Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové  
e-mail: [martin.bilek@uhk.cz](mailto:martin.bilek@uhk.cz)



Příloha D – „Výsledovka“ z ekonomického inf. systému Magion