

Výzkum didaktické efektivity výuky tématu Chemické směsi pomocí počítačového programu

Jiří Škoda, Pavel Doulík

Abstract

Education by means of multimedia teaching programs without question ranks among modern and untraditional methods of teaching nowadays. It is expected, that this method of teaching will – among other things - serve for improving of quality and more stable retention of gained knowledge. The goal of this thesis was to find out, if chemical educational computer programs meet above mentioned expectations. This goal is reached by comparison of results of input, output and retention tests of knowledge of pupils from two groups, where lessons were held by two different ways – the traditional one and by means of educational program. The research, where teaching by means of computer program „Chemical mixtures“ was applied, proved that the hypothesis about more gained knowledge by means of this method is true. Nevertheless, thanks to the imperfection of used program, presumption about more stable retention of gained knowledge did not fulfill.

Keywords

education, chemistry, science, teaching computer programs, pedagogical research, untraditional methods of teaching

Úvod

V souvislosti se zaváděním rámcových vzdělávacích programů (RVP) do škol a s tím souvisejících školních kurikul a taky s rozdílnými požadavky na kompetence žáků vyplývajících ze současné situace vyvstává potřeba využívání netradičních vzdělávacích metod, resp. postupů řízení učebních činností žáků (Müllerová, 2001). Mezi takovéto metody se dá bezesporu zařadit i výuka podporovaná informačními technologiemi, případně výuka přímo prováděná pomocí specializovaných výukových programů. Od vzdělávacích postupů podporovaných informačními technologiemi (IT) se očekává, že přispějí k požadované individualizaci výuky a dále ke zkvalitnění a trvalejšímu uchování získaných poznatků. Očekávána je i větší míra samostudia žáků a nesporný zůstává i motivační potenciál takto koncipované výuky. Cílem prezentované výzkumné studie bylo pomocí pedagogického experimentu zjistit didaktickou efektivitu výuky tematického celku „Chemické směsi“ na úrovni 8. ročníku základní školy (Beneš, 1997) provedené jednak tradičním transmisivně-instruktivním způsobem výuky a jednak výuky tohoto tematického celku pomocí chemického výukového počítačového programu (CHVPP).

Informační technologie ve výuce chemie

Nejběžněji a nejčastěji používaným pojmem v souvislosti s počítačovými výukovými programy je multimédium či multimediální program. Jedná o technický prostředek vázaný na počítač, který dovoluje pracovat s více různými typy údajů – s textem, obrazem, animacemi, vizualizacemi, videem, zvukem atd. (Slavík, Novák, 1997). Objeví-li se v multimediálním programu hypertextové odkazy, tj. odkazy na související pojmy či text v jiné části programu nebo i mimo něj (např. na webové stránky), na které lze z programu přecházet, můžeme hovo-

řit o tzv. hypermédium nebo hypermediálním programu. Speciálně pro výuku chemie můžeme rozdělit výukové programy do osmi skupin (Jančář, 2002) (samozřejmě klasifikace mohou být různé, a to podle rozmanitých kritérií):

- Výukové programy, které mají v první řadě umožnit buď učitelem řízené vyučování v lokální školní síti, či samostatnou přípravu žáků ve škole nebo doma. Jsou to elektronické učebnice, obsahující poznatky didakticky uspořádané a osvětlující studovaný problém metodami školní výuky (uspořádaný výklad, definice, příklady, experimenty simulované počítačem, procvičování atd.)
- Evaluační či zkušební programy, uspořádané tak, že mohou být využity pouze k procvičování nebo zkoušení již získaných vědomostí žáků. Neobsahují žádný výklad nové látky, jsou koncipovány jako soubory otázek, obvykle volených metodou náhodného výběru a umožňují posouzení úrovně vědomostí, často s možností klasifikace.
- Didaktické databáze jsou nástrojem, který nabízí velké množství informací, rychle přístupných, umožňujících vyhledání nejrůznějších dat a hodnot, jejich vzájemné porovnání, třídění a nalezení souvislostí mezi nimi. Jedná se např. o počítačové periodické tabulky prvků nebo internetové systémy klasifikace sloučenin a tvorby jejich názvů.
- Řešící programy umožňují výpočty nejrůznějších chemických vztahů, například koncentrací roztoků, výpočty pH a rovnovážných konstant, statistické výpočty apod.
- Řídící a vyhodnocovací programy jsou specializované programy řídící činnost nějakého přístroje a umožňující záznam, vyhodnocení a početní zpracování měřené veličiny.
- Programovací nástroje jsou prázdné systémy, umožňující vytváření vlastních programů libovolného předmětu, přičemž obsahová náplň a metodické uspořádání není ničím omezeno. Tyto systémy nevyžadují žádné programátorské znalosti od autora, ale poskytují takové prostředky pro tvorbu didaktického programu, že konečný produkt může mít dosti vysokou softwarovou úroveň.
- Simulační a vizualizační demonstrační výukové programy. V reálné školní praxi nejsou prakticky vůbec používány. Jde v podstatě o programy umožňující různé animace, simulace dějů či jevů, modelování prostorové struktury molekul, vizualizace. Vizualizační programy lze v principu rozdělit na programy pro třírozměrné a dvourozměrné znázornění struktur. Dále lze hovořit o prohlížečích (viewers) a editorech, které kromě prosté ukázky struktury nabízí i širokou paletu nástrojů pro jejich modifikaci (Hlavatý, Macháček, 2001).

Využívání CHVPP (a řekněme všeobecně informačních technologií včetně internetu) při výuce chemie v reálné školní praxi je však více než neuspokojivá. Toto zjištění vyplývá z výzkumu uskutečněného autory tohoto příspěvku v roce 2002, který byl proveden na vzorku 189 učitelů chemie (Škoda, Doulík, 2002). Z výzkumu vyplynuly následující fakta:

- Četnost používání informačních technologií při výuce chemie je téměř zanedbatelná a její hodnocení se pohybuje blízko hodnoty „nikdy“. Tento stav se týká jak používání CHVPP, tak internetu či multimediálních CD-ROMů. Častěji jsou při výuce používány pouze výukové videopořady. Vzhledem k multimedializaci výuky a celé společnosti a možnostem, které nabízí moderní multimediální počítačem podporované technologie je třeba video považovat již za technologii zastaralou.
- Počítačová gramotnost, alespoň podle názorů samotných respondentů, se jeví jako vcelku uspokojivá. 76% učitelů udává, že alespoň částečně ovládá práci s počítačem. 41% respondentů dokonce používá počítače k přípravě na vyučovací hodiny. Více než polovina učitelů oceňuje důležitost internetu. S vlastním hodnocením učitelů však ostře kontrastuje fakt, že třetina až polovina učitelů nedokáže uvést ani základní hardwarové parametry počítače, kterým na školách disponují. Rovněž skutečnost, že 83% respondentů nepoužívá při výuce chemie informační technologie, svědčí spíše v neprospěch počítačové gramotnosti učitelů.
- Mezi hlavní příčiny, proč nejsou informační technologie na školách při výuce chemie používány, patří příliš vysoký počet žáků ve třídách, organizační problémy a dále to, že škola obvykle nemá příslušný software pro výuku chemie (na rozdíl např. od výuky jazyků), případně ani dostatečný počet počítačů určený pro výuku chemie, který by umožňoval efektivní práci s informačními technologiemi. Určitým problémem zůstává i to, že nejsou vypracovány didaktické postupy pro práci s CHVPP a při jejich používání postupují učitelé spíše intuitivně.
- Pokud jsou CHVPP při výuce používány, pracuje s nimi obvykle sám učitel, případně menší skupiny žáků. Ani v jednom případě nebyla zaznamenána individuální práce žáků s informačními technologiemi, která je přitom samozřejmě nejúčinnější a nejefektivnější. Je však třeba vzít v úvahu i to, že práce žáků se současnými CHVPP, které jsou na školách k dispozici, se obvykle neobejde bez didaktického vedení učitele.
- CHVPP jsou ve školách nejčastěji používány k opakování a k fixaci učiva. Toto použití umožňuje zpětná vazba, která je v programech obvykle zabudována. Navíc použití

CHVPP právě k těmto vzdělávacím postupům umožňuje relativně nejsamostatnější práci žáků a není tolik závislé na didaktickém vedení učitele.

Popis použitého CHVPP Animovaná chemie

Chemický výukový počítačový program „Animovaná chemie - chemické směsi“ byl vytvořen pomocí autorského systému *Authorware Professional™* firmou *Top-Hit* a je součástí celého výukového balíku *Výpravy za poznáním*. Minimální požadavky pro chod programu jsou PC 486 s 4MB RAM, grafický adaptér podporující zobrazení 256 barev, Windows 3.X a vyšší (Šipoš, 2004).

Podobně jako i u jiných chemických výukových programů této řady, se po spuštění programu objeví základní obrazovka, ze které se můžeme dozvědět něco málo biografických údajů o chemikovi, který se významnou mírou zasloužil o rozvoj daného oboru chemie.

Obr. č. 1: Základní obrazovka CHVPP Chemické směsi



Po kliknutí na tlačítko „Pokračovat“ se objeví základní menu CHVPP „Chemické směsi“ skládající se z 13 základních témat:

1. Chemicky čistá látka
2. Směs
3. Heterogenní směs
4. Separace směsí

5. Roztoky
6. Rozpouštědla
7. Složení roztoku
8. Osmotický tlak
9. Filtrace
10. Destilace
11. Krystalizace
12. Extrakce
13. Chromatografie

Z těchto nabízených témat nejsou témata osmotický tlak, extrakce a chromatografie náplní školních osnov pro výuku chemie v 8. ročníku základní školy a v dalším průběhu experimentu nebylo s těmito tématy pracováno.

Obr. č. 2: Základní menu CHVPP Chemické směsi



V dolní části obrazovky se nachází tlačítka pro ukončení programu (modré dveře s šipkou) a pro návrat do základního menu, která nabízí uživateli kdykoli program ukončit či se vrátit do základního menu a pokračovat jinou částí programu.

Po otevření zvoleného tématu se objeví obrazovka rozdělena na dvě části – část textovou a část obrazovou. Obrazová část u některých témat nabízí i pohybovou animaci, která přispívá k vytvoření správné představy a pochopení daného tématu. Obrázkům a pohybovým animacím se dá na jedné straně vytknout jejich přílišná schematičnost. Na druhé straně ovšem prá-

vě tato jednoduchost a schematicnost obrazového materiálu může přispět ke zmenšení rušení pozornosti žáka nepodstatnými jevy. Dále je třeba si uvědomit, že v době vzniku tohoto programu nebyla počítačová grafika na tak vysoké úrovni jako je tomu dnes, kdy jsou do výukových programů běžně vkládány fotografie či celé videosekvence.

Obr.č. 3: Téma směs – rozdělení obrazovky

Chemické směsi

Směs

Směs je soustava dvou nebo více **chemicky čistých látek**. Obsahuje-li směs jednu látku, která je spojitá v celém objemu a v ní jsou ostatní látky rozptýleny, hovoříme o disperzní soustavě. Směsi můžeme rozdělit podle skupenství látek nebo podle velikosti rozptýlených částic. Je-li ve směsi možno jednotlivé složky rozlišit okem, lupou nebo mikroskopem, nazývá se **heterogenní** (různorodá). Směs, jejíž jednotlivé složky takto rozlišit nelze, je homogenní (stejnorodá). Stejnorodé směsi se také nazývají **roztoky** a mohou být pevné, kapalné nebo plynné.

homogenní

heterogenní

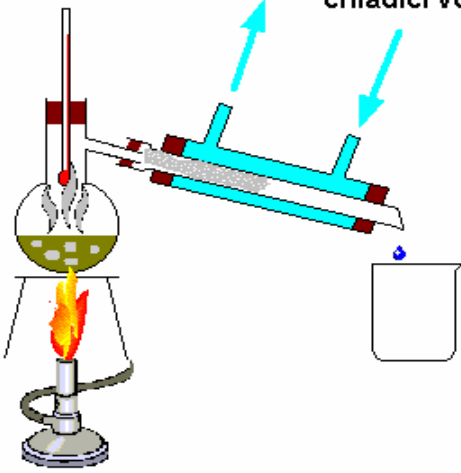
Pohybová demonstrace

Obr. č. 4: Téma destilace – obrázek pohybové demonstrace

Animovaná chemie - chemické směsi

Chemické směsi **Destilace**

Destilací můžeme od sebe oddělit kapaliny s blížkou, ale rozdílnou teplotou varu. Směs kapalin zahříváme v baňce. Dosáhne-li teplota směsi teploty varu jedné ze složek, páry této kapaliny (s nižší teplotou varu) přecházejí do chladiče. Teplotu směsi udržujeme na této hodnotě. V tzv. Liebigově chladiči páry kondenzují a získaný **destilát** je zachycován do kádinky.



Navigation icons: back, forward, search, and a list of slides.

Celkově lze charakterizovat skupinu chemických výukových počítačových programů z cyklu Animovaná chemie spíše rozporně (Škoda, Doulík, 2003, Šipoš, 2004). V porovnání s tištěnými učebnicemi obsahují programy přibližně srovnatelné množství obrázků, textu je však výrazně méně. Program nemá zabudovanou zpětnou vazbu, lze jej použít výhradně jako výkladový. Animace jsou leckdy velmi samoučelné a postrádají hlubší autorskou invenci (pomineme-li závažné nepřesnosti, které by bylo možné charakterizovat i jako odborné chyby). Není rovněž jasné, komu je vlastně program určen. Exaktností zpracování a mnoha uváděnými informacemi přísluší spíše pro úroveň základní školy. Naproti tomu se však objevují témata, která nejsou obsažena v kurikulu chemie na základní škole – jako jsou koordinační sloučeniny, molekulové orbitály atd. Pozitivně lze však hodnotit jednoduchost obsluhy programu, takže s programem mohou žáci pracovat relativně velmi samostatně. Přes některá uvedená negativa patří programy z cyklu Animovaná chemie mezi druhé nejrozšířenější na školách (Škoda, Doulík, 2003).

Pedagogický experiment a jeho provedení

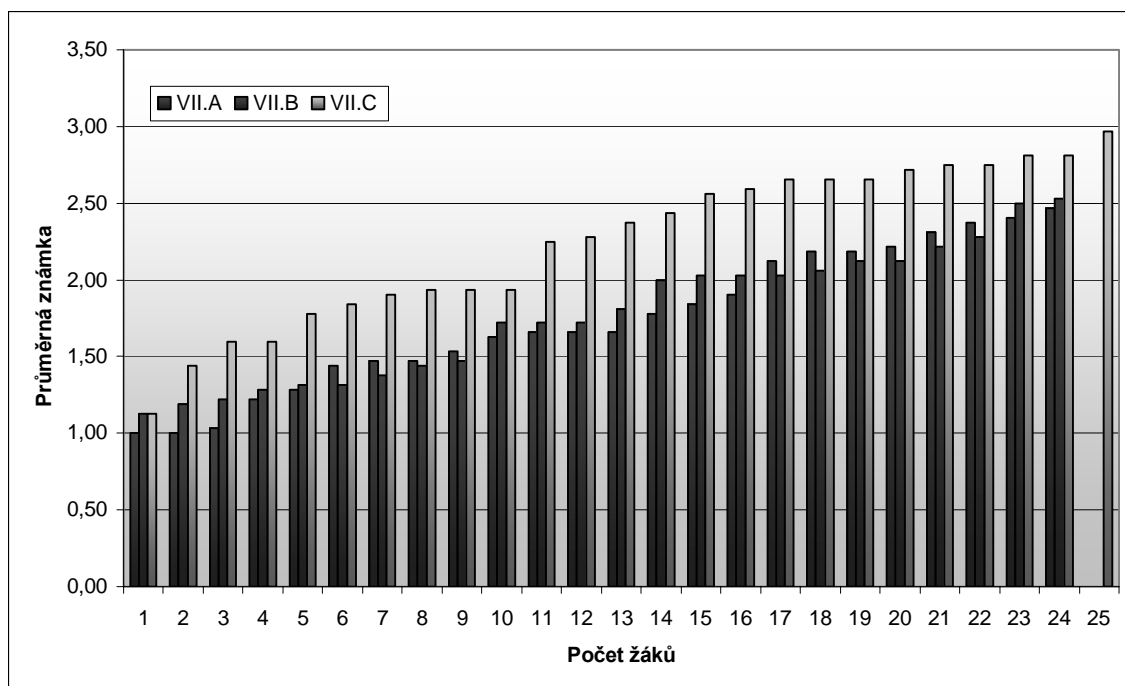
Cíl prezentované výzkumné studie spočíval ve zjištění a posouzení míry osvojení poznatků žáků základní školy z tematického celku Směsi podle toho, zda byl tento tematický celek vyučován tradiční slovní metodou výuky („nepočítačová“, též kontrolní skupina), či pomocí chemického výukového počítačového programu („počítačová“, též experimentální skupina). Pro posouzení míry osvojení učiva byly stanoveny tyto hypotézy:

1. Žáci obou skupin mají stejné a nízké vstupní znalosti.
2. Žáci obou skupin budou mít výstupní znalosti větší než vstupní.
3. Výstupní znalosti žáků experimentální skupiny budou větší než znalosti žáků skupiny kontrolní
4. U žáků experimentální skupiny budou znalosti fixovány po delší dobu než u žáků kontrolní skupiny.

Jelikož míra osvojení poznatků žákem není přímo měřitelnou veličinou, je posuzována na základě hrubých skóre dosažených v didaktickém testu. Didaktické testy byly zadány v obou skupinách celkem třikrát. Nejprve jako vstupní test (pretest) před započítím výuky daného tematického celku Směsi. Lze předpokládat, že určité vstupní znalosti získali žáci z výuky jiných předmětů, zejména fyziky, případně na základě vlastních individuálních zkušeností (homogenní a heterogenní směsi). Poté byl didaktický test zadán jako výstupní test (posttest) po ukončení výuky daného tematického celku. Po dvou měsících byl pak didaktický test zadán potřetí jako retenční test. Všechny tři použité formy didaktického testu se lišily pouze pořadím jednotlivých otázek a u testových položek uzavřených s výběrem odpovědí pak rovněž pořadím jednotlivých distraktorů. Dosažené hrubé skóre v didaktických testech u obou sledovaných skupin (experimentální i kontrolní) byly porovnávány neparametrickým dvouvýběrovým testem Kolmogor-Smirnov, který testuje pravděpodobnost, že dva komparované výběry pocházejí z téhož rozdělení testovou charakteristikou DN na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (Meloun, Militký, 2002).

Pedagogický experiment byla realizován v roce 2003 v Ústí nad Labem na základní škole Hlavní 193, což je škola městského typu. V této škole jsou v osmém ročníku tři třídy. Byly vybrány dvě z těchto tříd, které dosahovaly srovnatelných průměrných učebních výsledků. Komparace byla provedena na základě porovnání průměrného prospěchu výročního vysvědčení žáků z předchozího, sedmého ročníku. Jelikož se tematický celek Směsi probírá na samém počátku výuky chemie vůbec, nemohly být vzaty v úvahu také průměrné učební výsledky i v předmětu chemie. Pro přehlednost grafu byli žáci seřazeni vzestupně dle průměru známek (Šipoš, 2004).

Obr. č. 5: Graf průměru známek za 7. ročník.



Třída 8.A byla označena jako experimentální a výuka tematického celku Směsi zde byla realizována pomocí počítačového programu. Třída 8.B byla třídou kontrolní a výuka zmiňovaného tematického celku byla realizována tradičním způsobem. V obou třídách se experimentu zúčastnilo vždy 24 žáků. Nejprve byl v obou třídách zadán vstupní test, který měl ověřit u testovaných žáků výchozí znalosti o chemických směsích. Na vypracování testu měli žáci 15 minut. Výuka tematického celku Chemické směsi byla započata v další hodině. Celek Chemické směsi byl rozvržen do pěti vyučovacích hodin a šestou hodinu byl zadán test výstupní, který proběhl za stejných podmínek jako test vstupní. V experimentální skupině probíhala výuka s pomocí CHVPP „Chemické směsi“ v učebně vybavené patnácti žákovskými stanicemi. Žáci pracovali jak samostatně tak ve dvojicích, přičemž byla snaha, aby dvojici tvořili prospěchově horší a lepší žák. V kontrolní skupině probíhala výuka tradičním transmisivně-instruktivním způsobem za použití převážně slovních monologických metod výuky. Výklad byl doplněn experimenty doporučenými pro výuku tohoto tematického celku.

Výsledky a jejich diskuse

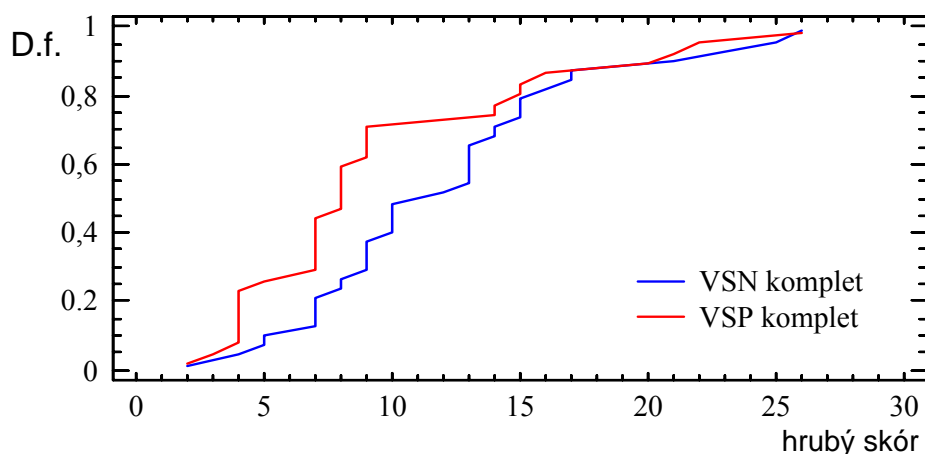
Úspěšnost osvojení poznatků byla určována pomocí hrubých skóre jednotlivých mutací didaktického testu. Získané soubory dat byly testovány testem Shapiro-Wilks pro zjištění normality rozložení dat v souborech (Meloun, Militký, 2002). Jelikož žádný ze získaných souborů dat neměl normální rozdělení, bylo pro další statistickou analýzu použito robustních metod, konkrétně dvouvýběrový test Kolmogorov-Smirnov, kterým se posuzuje maximální odchylka hodnot distribučních funkcí obou testových souborů podle velikosti testové charakteristiky DN a pozorované hladiny významnosti P. Nízká hodnota DN a vysoká hodnota P

svědčí ve prospěch nulové hypotézy že oba sledované výběry pocházejí z téhož rozdělení, což lze interpretovat, že vědomosti žáků v obou sledovaných skupinách jsou shodné. Opačné hodnoty svědčí spíše ve prospěch alternativní hypotézy že sledované výběry nepocházejí z téhož rozdělení, a tudíž i vědomosti žáků v obou sledovaných skupinách jsou rozdílné.

Vyhodnocení vstupních testů

Následující kvantilový graf znázorňuje distribuční funkci hodnoty hrubých skóre ve vstupních testech.

Obr. č. 6: Distribuce dat ve vstupních testech



VSN = vstupní test v nepočítačové, kontrolní skupině

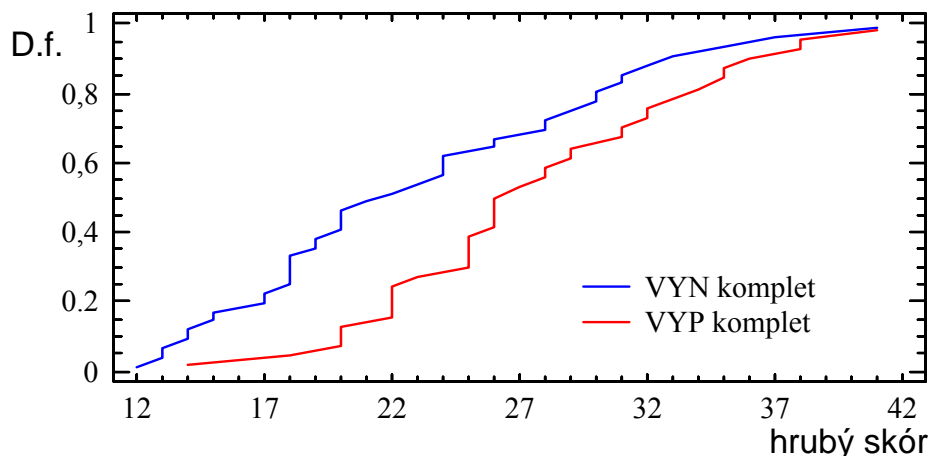
VSP = vstupní test v počítačové, experimentální skupině.

Hodnota DN testového kritéria testu Kolmogorov-Smirnov činí $DN = 0,449$, pozorovaná hladina významnosti $P = 1,93 \cdot 10^{-3}$. Ve vstupním testu tedy dosahuje experimentální skupina na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významně horších výsledků než kontrolní skupina. Vstupní úroveň znalostí žáků experimentální třídy je tudíž nižší než ve třídě kontrolní. Vzhledem k maximálnímu počtu bodů, kterých bylo možné v testu dosáhnout (43), je však možné hodnotit úroveň vstupních znalostí o chemických směsích v obou sledovaných třídách jako relativně vysokou. Příčinou tohoto faktu jsou pravděpodobně individuální zkušenosti žáků s různými typy směsí a výuka fyziky, která se okrajově problematikou směsí rovněž zabývá.

Vyhodnocení výstupních testů

Následující kvantilový graf znázorňuje distribuční funkci hodnoty hrubých skóre ve výstupních testech.

Obr. č. 7: Distribuce dat ve výstupních testech



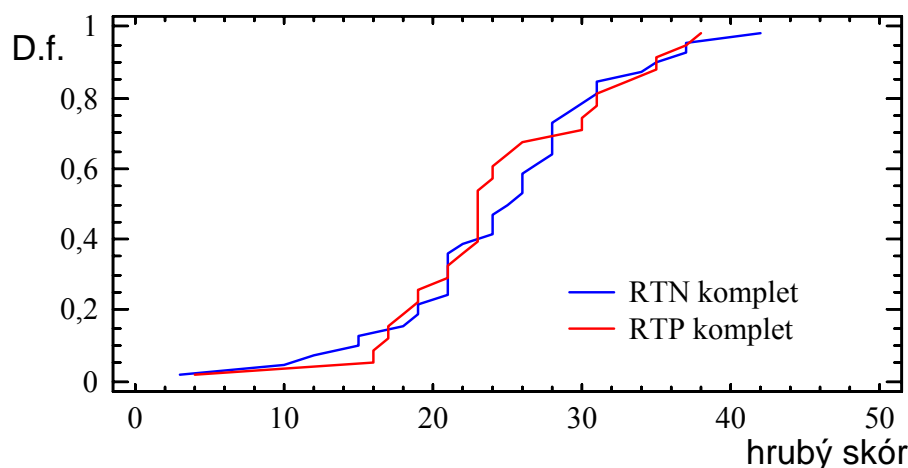
VYN = výstupní test v nepočítačové, kontrolní skupině
 VYP = výstupní test v počítačové, experimentální skupině.

Hodnota DN testového kritéria testu Kolmogorov-Smirnov činí $DN = 0,417$, pozorovaná hladina významnosti $P = 3,59 \cdot 10^{-3}$. Ve vstupním testu tedy dosahuje experimentální skupina na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významně lepších výsledků než kontrolní skupina. Obecně lze tedy říci, že byla verifikována původní hypotéza a skupina, u které probíhala výuka pomocí CHVPP, dosáhla lepších výsledků (prokázala větší znalosti učiva daného tematického celku). Hypotézy o nárůstu úrovně znalostí u obou skupin a většího nárůstu znalostí u experimentální skupiny se potvrdily.

Vyhodnocení retenčních testů

Následující kvantilový graf znázorňuje distribuční funkci hodnoty hrubých skóre v retenčních testech, které byly žákům zadány s dvouměsíčním odstupem po probrání příslušného tematického celku při výuce chemie.

Obr. č. 7: Distribuce dat ve retenčních testech



RTN = retenční test v nepočítačové, kontrolní skupině
 RTP = retenční test v počítačové, experimentální skupině.

Hodnota DN testového kritéria testu Kolmogorov-Smirnov činí $DN = 0,221$, pozorovaná hladina významnosti $P = 0,429$. Ve výsledcích retenčního testu tedy není na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významný rozdíl v úrovni experimentální a kontrolní skupiny. Předpokládaná hypotéza, že u žáků z experimentální skupiny budou znalosti fixovány déle než u žáků z kontrolní skupiny se nepotvrdila. Jednu z příčin lze spatřovat v minimální možnosti žáků v počítačové skupině podílet se aktivně na prezentaci učiva. Veškerá aktivita se soustřeďuje na přečtení výkladových pasáží, snahu si přečtené zapamatovat, podívat se na pohybovou animaci a udělat si poznámky. Program není interaktivní a staví tak žáka spíše do pozice pasivního recipienta předkládaných poznatků. Významný motivační efekt samotné „práce s počítačem“ a názornost některých animací je však přesto patrný a projevil se především ve výsledcích výstupních testů. Další příčinu dlouhodobějšího poklesu znalostí u experimentální počítačové skupiny můžeme spatřovat v absenci zpětné vazby v testovaném CHVPP Chemické směsi (ale toto se týká celého balíku programů Animovaná chemie). Program zprostředkovává žákům většinu pojmů pouze jako verbální definice. U některých z nich dokonce chybí i příklady, které by žákům jednotlivé pojmy více přiblížily. U všech témat obsažených v programu absentují otázky, pomocí nichž by program průběžně ověřoval úroveň osvojení prezentovaných poznatků žáky.

Lepší představu o zvýšení úrovně osvojených vědomostí poskytují (více než porovnání výsledků vstupních, výstupních a retenčních testů) tzv. progresy, tedy difference mezi výsledkem vstupních, výstupních a retenčních testů. Hodnoty DN testového kritéria testu Kolmogorov-Smirnov a pozorované hladiny významnosti P pro porovnání vstupních a výstupních testů u obou skupin ukazuje následující tabulka:

Tab. I. Progresy vědomostí žáků v experimentální a kontrolní skupině

<i>Progresy</i>	<i>Experimentální</i>		<i>Kontrolní</i>	
	DN	P	DN	P
vstupní test – výstupní test	0,852	0,000	0,705	$2,126 \cdot 10^{-7}$
vstupní test – retenční test	0,844	0,000	0,746	$5,272 \cdot 10^{-9}$
výstupní test - retenční test	0,369	0,026	0,271	0,137

Jak je patrné z hodnot DN a P jednotlivých progresů, jak mezi testy vstupním a výstupním, tak mezi testy vstupním a retenčním bylo většího nárůstu získaných vědomostí dosaženo u žáků počítačové experimentální skupiny. Nemalou měrou se na výraznějším progresu počítačové skupiny pravděpodobně podílí motivace žáků související s výukou pomocí počítače. Pozitivně lze zřejmě hodnotit i možnost práce ve dvojicích u žakovské stanice s počítačovým programem. Žáci mohou díky této formě výuky bezprostředně konfrontovat získané poznatky

mezi sebou a navzájem si pomáhat, pokud jeden či druhý určitému úseku učiva nerozumí či si jej špatně vykládá. Pravděpodobná je i vzájemná výměna zkušeností žáků a diskuse jejich vlastních pojetí určitých fenoménů diskutovaných v rámci probíraného tematického celku. Díky tomu, že experimentální počítačová skupina dosáhla ve vstupním testu statisticky významně horších výsledků než skupina kontrolní, je u ní progres úrovně vědomostí větší i v případě porovnání vstupních a retenčních testů, ačkoli, jak vyplývá ze srovnání retenčních testů mezi experimentální a kontrolní skupinou, není v úrovni vědomostí v retenčních testech statisticky významný rozdíl mezi oběma sledovanými skupinami.

Progres získaný porovnáním výstupních a retenčních testů experimentální a kontrolní skupiny však již vykazuje statisticky významný pokles u žáků experimentální, tedy počítačové skupiny. Jak je již řečeno výše, lze příčiny kratší doby fixace vědomostí u počítačové skupiny spatřovat zřejmě ve způsobu jejich získání a v absenci zpětné vazby v CHVPP. Domníváme se, že výrazným handicapem CHVPP Chemické směsi je to, že není v pravém smyslu slova multimediálním programem. Tento program zcela postrádá jakoukoliv auditivní složku a veškeré předkládané informace jsou prezentovány pouze vizuálním způsobem. Efektivita výuky u žáků zaměřených spíše na auditivní či audiovizuální získávání informací je tak nižší. Tento nedostatek lze do určité míry kompenzovat tím, že i žáci počítačové skupiny měli během výuky možnost komunikovat jednak spolu navzájem a jednak s učitelem, ale absence komplexně audiovizuálně prezentovaných informací je zřejmá. Žáci kontrolní nepočítačové skupiny, ačkoli měli nižší úroveň vědomostí ve výstupním testu než žáci ze skupiny počítačové, dokázali si tyto vědomosti uchovat prakticky na původní úrovni (rozdíl mezi výsledkem výstupního a retenčního testu u kontrolní skupiny není statisticky významný). Domníváme se, že klíčovou roli zde hraje především rozdílný způsob řízení učebních činností žáků v experimentální a v kontrolní skupině. Žáci nepočítačové skupiny nezískávali své vědomosti pouhým čtením textu, resp. pouhým nasloucháním výkladu učitele, shlédnutím pokusů a zapsáním výpisků z tabulem, ale měli možnost se na výuce podílet daleko aktivněji – pomocí při přípravě experimentů, uváděním příkladů k jednotlivým probíraným pojmům, vyvozováním některých charakteristik z pozorovaných pokusů apod. Naproti tomu získávali žáci počítačové skupiny informace převážně pouze virtuálním způsobem („sledováním monitoru“), aniž se mohli celého procesu výuky aktivněji zúčastňovat.

Dosažené výsledky výuky prezentujeme v následující tabulce i pomocí hodnot obtížnosti jednotlivých testových položek v jednotlivých zadáních testů a hodnot obtížnosti celých testů. Na základě této detailněji provedené analýzy je možné usuzovat, jaký typ vědomostí podporuje spíše počítačový program, jaký naopak tradiční transmisivní výuka apod.

Tab. II. Hodnoty obtížnosti jednotlivých úloh a celých testů

Didaktický test	q (%) u experimentální skupiny			q (%) u kontrolní skupiny		
	vstupní	výstupní	retenční	vstupní	výstupní	retenční
Otázka č. 1	87,50	25,00	72,73	75,00	45,83	72,73
Otázka č. 2	91,67	12,50	40,91	83,33	16,67	36,36
Otázka č. 3	79,17	0,00	22,73	79,17	16,67	63,64
Otázka č. 4	50,00	37,50	31,82	58,33	37,50	22,73
Otázka č. 5	91,67	37,50	22,73	87,50	50,00	36,36
Otázka č. 6	62,50	0,00	36,36	41,67	25,00	9,09
Otázka č. 7	87,50	62,50	77,27	83,33	62,50	59,09
Otázka č. 8	4,17	16,67	13,64	0,00	8,33	4,55
Otázka č. 9	91,67	20,83	18,18	66,67	20,83	40,91
Otázka č. 10	87,50	16,67	40,91	79,17	58,33	59,09
Otázka č. 11	70,83	37,50	45,45	58,33	16,67	18,18
Otázka č. 12	8,33	0,00	18,18	4,17	4,17	4,55
Otázka č. 13	94,27	52,08	49,43	96,88	67,19	44,89
Otázka č. 14	79,17	33,33	36,36	66,67	25,00	18,18
Otázka č. 15	95,83	73,81	68,18	94,64	72,02	51,30
Q_c	83,53	36,05	45,35	77,52	44,96	43,02

q znamená hodnotu obtížnosti v % jednotlivých testových otázek

Q_c znamená celkovou hodnotu obtížnosti didaktického testu

Z tabulky hodnot obtížnosti jednotlivých testových položek vyplývá, že největší rozdíl mezi vstupním a výstupním testem ve prospěch testu výstupního je u otázek na úrovni zapamatování (definice pojmů) – např. otázky č. 1 a 3. U tohoto typu otázek však dochází rovněž k nejrychlejšímu zapomínání získaných poznatků, jak ukazují výsledky hodnot obtížnosti otázek č. 1 a 3 v retenčním testu. Naopak vědomosti vyžadující složitější operace s poznatky a jejich aplikaci (např. otázky č. 5 a 14) jsou mnohem více fixovány a lze je pokládat za trvalejší.

Krátká úvaha na místo závěru

Výsledky provedeného experimentu a výše popsané výzkumné studie nelze hodnotit jednoznačně. Obáváme se, že tato výzkumná studie (a ani výzkumná studie mnohem rozsáhlejší) nedokáže zodpovědět častou laickou otázkou: Počítače ve výuce ano či ne? Námí provedený experiment byl limitován mnoha faktory, na které nepochybně narazí každý pokus o výraznější podporu výuky prostřednictvím počítačů nebo informačních technologií obecně. Jedním z těchto problémů je legalita softwaru. Jsme si vědomi toho, že v experimentu, jehož výsledky jsme v této studii prezentovali, byl použit výukový program velmi slabé úrovně, především co se týče softwarové úrovně a designu. Na nákup legálních kopií kvalitnějšího softwaru obvykle škola nedisponuje dostatečnými finančními zdroji. Ale i kdyby disponovala... Je obecným trendem poslední dekády, že přírodovědné předměty se ocitají na chvostu zájmu. Nejen žáků a studentů, ale celého školství a možná i celé společnosti (Doulík, Škoda, 2002). Stačí porov-

nat zájem o studium na různé typy vysokých škol. Zájem o přírodní vědy se snad určitým způsobem resuscituuje v souvislosti se vzrůstajícím ekologickým povědomím společnosti a nástupem environmentalistiky jako řekněme „životního filozofie“. I tyto názorové (a lobbys-tické) proudy však příčinu všeho zla spatřují v chemii, resp. chemizaci každodenního života. A tento postoj nese své trpké ovoce. Chemické výukové počítačové programy jsou např. v porovnání s programy na výuku jazyků jen odstrkovanou a trpěnou popelkou sortimentu výukových programů. Tomu také odpovídá jejich nápaditost, jejich atraktivita, jejich designérská úroveň i jejich cena. Management škol váhá investovat věčně chybějící peníze na počítačovou a informační podporu výuky předmětu tak „zbytečného“, tak „okrajového“ a už tak dost drahého, jako je chemie. Naštěstí neúprosný trend informatizace celé společnosti nakonec prorazí cestu i těmito barikádami. Otázkou zůstává, jak bude reálné školství na výuku podporovanou informačními technologiemi připraveno? Budou připraveni žáci? Budou připraveni učitelé? Budou připraveny didaktiky jednotlivých oborů? Bude připravena pedagogicko-psychologická propedeutika? Domníváme se, že přes všechny problémy a handicapy naše výzkumná studie prokázala, že výuka prostřednictvím informačních technologií může být dostatečně didakticky efektivní, má (prozatím ještě) veliký motivační potenciál, který je třeba pro výuku tak neoblíbeného předmětu, jakým je chemie, využít. Jasně je však také to, že ani sebedokonalejší výukový program nenahradí „lidský faktor“ při výuce, nenahradí učitele, nenahradí sociální kontakty ve třídě a s nimi související sociální konstrukci poznání. Je třeba hledat a vytvářet optimální model symbiózy edukace „lidské“ a „technologické“, neboť pouze taková může být efektivní a dovolte nám vypůjčit si moderní výraz – trvale udržitelná.

Použitá literatura

1. BENEŠ, Pavel. ET. AL: *Základy chemie 1: pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. Praha: Fortuna, 1997. ISBN 80-7168-324-8.
2. DOULÍK, P., ŠKODA, J. Předpoklady využití e-learningu ve výuce chemie. In Sborník z workshopu s mezinárodní účastí *Trendy vysokoškolského vzdělávání – e-learning?* Ústí nad Labem: PF UJEP, 2002, s. 12-16. ISBN 80-7044-396-0.
3. HLAVATÝ, Josef; MACHÁČEK, Jan: Vizualizační programy ve výuce středoškolské chemie. In BÍLEK, Martin (ed). *Profil učitele chemie II: sborník příspěvků z jednání v sekcích XI. mezinárodní konference o výuce chemie, Hradec Králové září 2001*. Hradec Králové: Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2002, s. 201-205. ISBN 80-7041-868-0.
4. JANČÁŘ, Luděk. Chemie a multimédia – 1. integrované pracoviště multimediální výuky chemie. In BÍLEK, Martin (ed). *Aktuální otázky výuky chemie XII: sborník přednášek XII. mezinárodní konference o výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2002, s. 219 – 223. ISBN 80-7041-437-5.
5. MELOUN, M., MILITKÝ, J. *Kompendium statistického zpracování dat*. Praha: Academia, 2002. 764 s. ISBN 80-200-1008-4.
6. MÜLLEROVÁ, L. *Jak se děti učí*. Praha: Moderní vyučování, č. 10, roč. VII, 2001, s. 4 - 5. ISSN 1211-6858.

7. SLAVÍK, Jan; NOVÁK, Jaroslav. *Počítač jako pomocník učitele: efektivní práce s informacemi ve škole*. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-149-5.
8. ŠIPOŠ, Anatolij. *Využití chemických počítačových programů při výuce chemie na základních školách*. Diplomová práce. Školitel: PhDr. Jiří Škoda, Ph.D. Ústí nad Labem: PF UJEP, 2004.
9. ŠKODA, Jiří; DOULÍK, Pavel. *Informační CD-ROM: Využití informačních technologií s ohledem na další vzdělávání učitelů chemie* [CD-ROM]. Ústí nad Labem: katedra chemie PF UJEP Ústí nad Labem, 2003 [cit. 15.5.2004].
10. ŠKODA, Jiří; DOULÍK, Pavel. *Možnosti využití informačních technologií s ohledem na další vzdělávání učitelů chemie: zpráva o plnění grantového úkolu FRVŠ za rok 2002*. Ústí nad Labem: UJEP Fakulta pedagogická, 2002. 50 s.

Kontaktní informace

PhDr. Jiří ŠKODA, Ph.D.

Pracoviště: Katedra chemie Pedagogické fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem

Telefon: 606-634-806

e-mail: SKODAJ@PF.UJEP.CZ

PaedDr. Pavel DOULÍK

Pracoviště: Katedra pedagogiky Pedagogické fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Hoření 13, 400 96 Ústí nad Labem

Telefon: 606-484254

e-mail: DOULIK@PF.UJEP.CZ