

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum  
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

---

Alois Přidal; Zdeněk Švehlík; Josef Mazánek  
Výzkum programového učení v chemii

*Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica*, Vol.  
9 (1968), No. 1, 313--319

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119890>

**Terms of use:**

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1968

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Katedra anorganické chemie a metodiky chemie přírodovědecké fakulty*

*Veloucí katedry: Doc. Alois Přidal*

### VÝZKUM PROGRAMOVÉHO UČENÍ V CHEMII

ALOIS PŘIDAL, ZDENĚK ŠVEHLÍK, JOSEF MAZÁNEK

*(Předloženo dne 27. června 1967)*

Programové učení a vyučovací stroje se staly tak aktuální otázkou, že se u nás jejich výzkumem zabývá řada vzdělávacích institucí nebo i jednotlivců. Výzkum v tomto oboru se stal součástí státního badatelského výzkumu č. 306-2/5 a je koordinován s. Dr. Danou Tollingerovou z pedagogického ústavu J. A. Komenského při ČSAV.

Výzkum je zaměřen dvojím směrem. Jednak se studují problémy ryze teoretické, jednak se konstruují vyučovací stroje nebo učební programy, které se pak prověřují v praxi.

Práce našeho týmu je zaměřena pro školskou praxi, zejména pro obor chemii na ZŠ. Dosud byly vypracovány tři programy: Názvosloví kyslíčníků, Tvorba solí a Chemické výpočty, vesměs z učiva 8. třídy.

K volbě těchto témat nás vedly tyto důvody: Uvedené učivo je základem, na který navazuje další vzdělávání na druhém cyklu škol. Jestliže si je žáci důkladně neosvojí již na tomto stupni, nedostatky se vlekou dál a jsou vážnou překážkou ve studiu chemie. Dalším důvodem je obtížnost učiva a jeho logická struktura, které přímo volají po zprogramování. Zkušenosti z programového učení ukázaly, že nejvýhodnější pro programování je takové učivo, které má pevnou logickou strukturu a jehož osvojení činí žákům při tradičním vyučování potíže. Jestliže se totiž žáci učí podle dobře udělaného programu, osvojí si učivo vždy lépe, než je tomu v běžném vyučování.

Pedagogický pokus s vyučováním podle programu „Názvosloví kyslíčníků“ byl proveden již v r. 1965 a jeho průběh a výsledky byly publikovány v metodické literatuře. V letošním roce byl pokus po úpravě opakován v 10 třídách, proti původním třem. Výsledky tohoto pokusu nepřinesly však pro úpravu programu nic nového, takže lze mít zato, že pokus vykonaný ve třech třídách je dostačující k tomu, aby program mohl být definitivně upraven a publikován pro zájemce z řad učitelů v činné službě. Z těchto důvodů bylo upuštěno od dalšího zkoušení učebního programu „Tvorba solí“ na širší bázi a program bude upraven pro publikování na podkladě zkušeností získaných z pokusného vyučování ve třech třídách. Podrobný popis pokusu byl rovněž publikován v metodické literatuře [6].

Další učební program „Chemické výpočty v 8. třídě“ byl vypracován na podzim v r. 1966 a vyzkoušen v lednu 1967.

Cílem pedagogického pokusu bylo ověřit, zda jednotlivé kroky učebního programu korespondují s principem přiměřenosti a zda nepotřebují úpravy. Mimo to se mělo zjistit, zda učební program vyhovuje jako celek, tzn. zda je v krocích dostatek úkolů k procvičování, zda doba práce podle programu není příliš dlouhá a konečně zda výsledky učení podle programu jsou lepší, nežli při tradičním vyučování.

Cílem učení podle učebního programu bylo:

1. Žák má po projití programem umět podle vzorce napsat, ze kterých prvků je daná látka složena a kolik atomů určitého prvku je v molekule.
2. Umět vypočítat molekulovou váhu dané látky podle vzorce.
3. Umět vypočítat váhový poměr, v němž jsou prvky, v látce daného vzorce sloučeny.
4. Umět vypočítat, kolik procent libovolného prvku je v látce daného vzorce.
5. Umět vypočítat, jaké váhové množství libovolného prvku je obsaženo v daném váhovém množství látky, známého chemického vzorce.

Těchto pět dílčích cílů bylo rozvrženo do tří částí, které byly studovány ve třech za sebou jdoucích hodinách. Důvodem tohoto rozdělení je známá skutečnost, že programované učení klade značné nároky na duševní vypětí žáka a proto délka nepřetržitého studia nemá trvat déle než 30 minut. První část byla nazvána: Atomová a molekulová váha. Jak je z názvu patrné, obsahuje opakování základních pojmů, nezbytných pro osvojení aktivní znalosti chemických výpočtů. Odpovídá požadavkům kladeným na splnění dílčích cílů, uvedených pod číslem 1—3.

Tato část obsahuje 6 kroků.

V prvním kroku je vysvětlení pojmu atomová váha, druhý používání mezinárodních značek pro prvky, třetí výklad kvalitativního a kvantitativního významu chemické značky prvku, čtvrtý výklad kvalitativního a kvantitativního významu vzorce sloučeniny, pátý výklad vysvětlení výpočtu molekulové váhy sloučeniny ze vzorce, šestý výklad vysvětlení výpočtu váhových poměrů, v němž jsou prvky sloučeny.

Za šestým krokem byla zadána domácí úloha, navazující na pátý a šestý krok. Jako poslední byla připojena část obsahující 5 úkolů pro výpočet molekulové váhy pro ty žáky, kteří s povinnou částí byli dříve hotovi. Tyto úkoly byly se zřetelem k diferenciaci náročnější než úkoly povinné, obsažené v jednotlivých krocích.

Druhá část nazvaná: „Výpočet procentového množství prvku obsaženého v dané sloučenině“ odpovídala dílčímu cíli č. 4.

V úvodní části byly kontrolní výsledky pro domácí úlohu. V dalším bylo učivo rozvrženo do 4 kroků. První a druhý obsahovaly po třech opakovacích úlohách na výpočet molekulové váhy sloučeniny a na váhový poměr prvků ve sloučenině. Ve třetím kroku byl výklad výpočtu procentového obsahu prvku ve sloučenině, čtvrtý krok byl upevňovací a ježto byl náročnější, byl rozvětven. Jestliže žák nedovedl úkol samostatně rozřešit byl uveden na vedlejší větev, kde se mu dostalo pokynů, jak při řešení postupovat a znovu vrácen ke kroku hlavní linie.

Tato část programu je opět ukončena zadáním domácí úlohy a úkolem pro rychleji pracující žáky.



z angl. rules = pravidlo), potom mu byl prezentován vzorový, úplně vyřešený příklad Eg (zkratka z angl. example = příklad) a nakonec mu byl uložen příklad E<sub>g</sub>, který řešil celý samostatně, na podkladě osvojeného pravidla. (Dvě vlnovky znamenají, že žáku nebyla poskytnuta žádná nápověď.) Z uvedeného je zřejmé, že jde o deduktivní postup. Žák prováděl výpočty perem na volném místě a po skončení výpočtu zkontroloval výsledek, podle zadní strany. Dopustil-li se chyby, škrtl chybnou část a dále postupoval podle vzorového řešení. Při posuzování vypracovaných programů byly tyto škrty brány v úvahu jako chybná řešení.

Pokusné vyučování podle učebního programu bylo provedeno ve třech osmých třídách s 81 žáky, ve třech za sebou následujících hodinách a to tak, že v každé hodině žáci studovali uzavřenou část programu. Ve čtvrté hodině žáci vypracovali výstupní test.

K uvedeným experimentálními třídám byly vybrány pro kontrolu paralelní třídy, jejichž průměrný prospěch byl přibližně stejný a ve kterých vyučovali titíž učitelé, obvyklým způsobem. Po probrání příslušného učiva vypracovali žáci tentýž výstupní test, jehož znění uvádíme:

1. Vypočítej váhový poměr prvků v kyslíčniku s<sub>ř</sub>ičitým SO<sub>2</sub>!
2. Vypočítej, kolik % mědi obsahuje síran měďnatý CuSO<sub>4</sub>!
3. Vypočítej, kolik kg hliníku je obsaženo v 500 kg kyslíčniku hlinitého Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>!

Jednotlivé úkoly byly hodnoceny takto:

1. úkol jeden bod (při nezkrácení poměru ztráta 1/2 bodu).
2. úkol 4 body (výpočet molekul. váhy 1 bod, přiřazení veličin do podmínky a otázky 1 bod, označení výpočtu 1 bod, provedení výpočtu 1 bod).
3. úkol 4 body, podobně jako úkol třetí.

Maximální počet dosažitelných bodů tedy byl 9 bodů.

9. Při chybném řešení se za každý chybný úkon odpočítával 1 bod. Výsledky dosažené na výstupním testu jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka výsledků výstupního testu

Soubor	n	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	d <sub><math>\bar{x}</math></sub>	d <sub>s</sub>	t(0,05)	t <sub>q<math>\bar{x}</math></sub>
E = E <sub>1</sub> + E <sub>2</sub> + E <sub>3</sub>	81	8,48	0,8870	0,07867				
K = K <sub>1</sub> + K <sub>2</sub> + K <sub>3</sub>	89	6,93	2,5625	6,5664	1,55	1,6755	1,974	5,138

V tabulce E znamená soubor žáků x experimentálních tříd E<sub>1</sub> + E<sub>2</sub> + E<sub>3</sub>, K = soubor žáků z kontrolních tříd K<sub>1</sub> + K<sub>2</sub> + K<sub>3</sub>, n = počet žáků,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr dosažených bodů, s = směrodatná odchylka, s<sup>2</sup> = rozptyl, d <sub>$\bar{x}$</sub>  = rozdíl aritmetických průměrů, d<sub>s</sub> = rozdíl směrodatných odchylek, t(0,05) kritická hodnota na hladině významnosti 0,05, t<sub>q $\bar{x}$</sub>  vypočítaná hodnota testu významnosti.

Z tabulky na první pohled vyplývá, že dosažený průměr v experimentálních třídách je lepší, při menší směrodatné odchylce, což svědčí o tom, že žáci si v těchto třídách osvojili při programovaném učení učivo lépe, než ve třídách

kontrolních. Nicméně byly výsledky přezkoušeny ještě F-testem a t-testem, zda mají platnost pro základní soubor. Ježto vypočítaná hodnota testu významnosti 5,138 překračuje kritickou hodnotu 1,974 na hladině významnosti  $t(0,05)$ , nutno pokládat uvedený rozdíl v průměrech za statisticky významný i pro základní soubor.

Po skončení práce s učebním programem byly zápisy žáků podrobeny rozboru, aby bylo zjištěno jakých chyb se žáci dopouštěli, jakož i jejich frekvenci v každém kroku, aby v případě, že chybovost překročí mez 10 %, mohly být příslušné kroky revidovány. V první části učebního programu se žáci dopouštěli chyb v psaní značek prvků, např. NA, CL, AL, Zm, CA apod., nebo chybně zaokrouhovali atomové váhy nebo je vůbec nezaokrouhovali, dále se dopouštěli chyb v krácení poměru nebo jej nekrátili. Objevily se též chyby ve sčítání, při výpočtu molekulové váhy.

V druhé části se vyskytly chyby v násobení, sčítání. Někteří žáci úlohu trojčlenného počtu neřešili použitím poměru (přechodem přes jednotku), jak byli programem vedeni, nýbrž sestavovali úměru. Početní výsledky byly však správné. Tento rozdíl nelze tedy považovat za chybu. Svě prameny má pravděpodobně v tom, že v matematice se učili řešit úlohy trojčlenného počtu úměrou.

Jen jedinou chybu lze přičíst na vrub programu, a to výpočet molekulové váhy  $Fe_2O_3$  a  $Fe_3O_4$ , kdy jeden žák bral atomovou váhu železa při výpočtu molekulové váhy jen jedenkrát. Ježto se tato chyba u jiných neopakovala, není třeba k ní přihlížet při definitivní úpravě učebního programu.

V třetí části někteří žáci chybovali v tom, že při výpočtu poměr obrátili. Celkem lze říci, že uvedené chyby nebyly zaviněny učebním programem, nýbrž nedostatečnou zběhlostí v numerickém počítání. Také chyby v psaní značek prvků nebyly zaviněny programem, ježto v programu bylo toto učivo pojato pouze jako opakování. Průchod žáků učebním programem je zachycen v další tabulce.

Tabulka průchodu žáků programem

Název části VP	1. krok	2. krok	3. krok	4. krok	5. krok	6. krok	7
Atomová a molekulová váha	i	93,1	93,0	i	97,0	94,2	d
Výpočet obsahu prvku v %	97,5	99,2	96,3	93,8	d		
Výpočet váhového množství prvku	du	93,8	93,8	93,8	d		

Vyučovací výsledek 94,8 %.

V tabulce je vyznačeno v procentech kolik úkolů žáci v jednotlivých krocích úspěšně vyřešili. Písmeno i značí, že dotýčený krok obsahoval pouze informaci, bez zadání úkolu (přípravná a shrnující informace), du znamená číslo dílce, ve kterém žáci kontrolují domácí úkol, d = dobrovolné úkoly, které řešili ti žáci, kteří byli dříve hotovi. Tyto úkoly nebylo možno hodnotit, protože někteří žáci jich vypracovali více, jiní méně, podle rychlosti s jakou pracovali. Je tedy

nesnadné určit, zda určitý žák úkol nedovedl vyřešit, nebo zda mu k tomu nezbýval čas. Přirozeně že i k těmto úkolům měli žáci kontrolní výsledky, takže ještěže pracovali navíc, měli možnost si výsledky své práce ověřovat a v dovednosti řešení se zdokonalovali.

Učební hodnota programu, tj. procento všech správně řešených úkolů je 94,8 %. Dosahuje tedy téměř 95 % požadovaných Skinnerem a přesahuje devadesátiprocentní mez požadovanou jinými autory (3. str. 55).

Z uvedeného je patrné, že učební program není třeba (kromě grafické úpravy) měnit. Dobré výsledky průchodu programem byly docíleny tím, že program byl předběžně vyzkoušen na menším vzorku žáků (2 výběrní, 2 chvalitební, 2 dobří a 2 dostateční) a podle této zkoušky, ještě před začleněním do zkušebního vyučování, upraven.

Pozoruhodný je kladný přínos práce s učebním programem pro získání jisté rutiny v samostatném řešení úloh. Ačkoliv experimentální třídy pracovaly s programem pouze ve třech vyučovacích hodinách, při výstupním testu byl nápadně patrný vliv samostatné práce na rychlost řešení zadaných úkolů. Zatímco experimentální třídy vypracovaly výstupní test v průměrném čase 13,6 min. potřebovaly k tomu kontrolní třídy 23,9 minuty, tedy zhruba dvojnásobnou dobu.

Programované učení vyvolalo mezi žáky příznivý ohlas. Jakmile po návěku pronikli do způsobu práce, pustili se do studia s velkou horlivostí. Ve třídě bylo úplně ticho vyvolané pracovním soustředěním. Po skončení experimentu byli žáci požádáni, aby se písemně vyjádřili, zda se jim tento způsob učení líbil či nelíbil a proč. Žáci vesměs hodnotili programované učení kladně. Jako důvody uváděli: možnost samostatné práce, která jim připadla spíše jako hra, než učení, pocit radosti při úspěšném řešení, klid při práci aj.

Závěrem lze shrnout: Pokusné učební programy se ukázaly vhodné, vyučování bylo efektivnější než v klasické výuce a proto lze je po grafické úpravě použít pro vyučování uvedenému tématu.

#### LITERATURA

- [1] E. B. Fry: Vyučovací stroje a programované vyučování. SPN Praha 1966.
- [2] D. Tollingerová—V. Kněz—V. Kulic: Programované učení.
- [3] E. H. Ludwig: Die Technik zur Herstellung von Lehrprogrammen, für die programmierte Unterweisung. A. Henn Verlag, Ratingen bei Düsseldorf (1965).
- [4] R. F. Mayer: Lernziele und programmierter Unterricht. J. Beltz Verlag, Weinheim (1965).
- [5] A. Přidal—Z. Švehlík—J. Mazánek: První zkušenosti s programovaným učním tématu: „Názvosloví kyslíčnicku v 8. roč. ZDS“. P.VVŠ 6, 365 (1966).
- [6] A. Přidal—Z. Švehlík—J. Mazánek: Zkušenosti s programovaným vyučováním v chemii v 8. ročníku ZDS na téma „Vznik soli“. P.VVŠ 8, 502 (1967).

Резюме

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ХИМИИ

*А. Приidal, Зд. Шевлик, Й. Мазанек*

Авторы составили программу обучения с темой „Химическое исчисление в 8 классе“. По этой программе обучали детей в 3 экспериментальных классах и результаты обучения сравнивались с 3 контрольными классами. Статистическая проверка результатов показала, что в экспериментальных классах результаты обучения лучше чем в контрольных классах. Кроме того было установлено, что результаты работы учеников в отдельных этапах программы превышали 93 %. Из этого вытекает заключение, что эта экспериментальная программа может быть включена в программу массового обучения без значительных изменений.

Zusammenfassung

DIE UNTERSUCHUNG DES PROGRAMMIERTEN  
UNTERRICHTS IM FACH CHEMIE

*Al. Pridal, Zd. Ševčík, Jos. Mazánek*

Die Autoren haben ein dreiteiliges Lehrprogramm über das Thema „Chemische Rechnungen in der achten Klasse“ hergestellt.

Es wurde nach diesem Programm in drei Experimentalklassen unterrichtet und die Lernergebnisse mit drei Kontrollklassen verglichen.

Nach der statistischen Bearbeitung der Ergebnisse wurde festgestellt, daß der Lernerfolg in den Experimentalklassen höher als in den Kontrollklassen ist. Darüberhinaus ergab sich, daß die Schüler durch die einzelnen Schritte mit dem besseren Erfolg als 93 % durchgingen. Daraus ergibt sich, daß dieses Versuchsprogramm in den Massenunterricht, ohne grössere Verbesserungen, eingesetzt werden kann.