

**Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta  
Katedra učitelství a didaktiky chemie**

**Charles University in Prague, Faculty of Science  
Department of Teaching and Didactic of Chemistry**

Doktorský studijní program: Vzdělávání v chemii  
Ph.D. study program: Chemistry Education

Autoreferát disertační práce  
Summary of the Ph.D. Thesis



Analýza učebnic a tvorba učebních textů s tematickým celkem sacharidy a jejich metabolismus pro školy gymnaziálního typu.

The analysis of the textbooks and the creating of the learning texts about the thematic unit of carbohydrates and their metabolism for the gymnasial grammar schools

**Mgr. Milan Šmíd**

Školitel/Supervisor: Doc. PhDr. Jiří Škoda, Ph.D.

Školitel-konzultant/Supervisor-consultant: Doc. PaedDr. Pavel Doulák, Ph.D.

Praha, 2013

## **Abstrakt:**

Hlavními parametry, popisující kromě samotného obsahu i přístupnost informací z učebnice je obtížnost textu a další parametry. Klíčové jsou také individuální charakteristiky žáků, které jsou reprezentovány vybranými prekoncepty a miskoncepcemi žáků. Hlavními cíly dizertační práce bylo poskytnout komplexní pohled na problematiku analýzy učebnic a propojit získané poznatky s praktickou tvorbou učebnic. Na výsledky analýzy tématu sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích a analýzu prekonceptů biochemických pojmů navazuje tvorba učebního textu, který výsledky analýzy respektuje.

V rámci teoretické části práce je podrobně popsán teoretický background teorie a tvorby učebnic, kam patří funkce učebnice, jejich struktura, obsah, vlastnosti a zkoumané parametry. Následně je uveden přehled informací týkající se žakovských pojetí (prekonceptů) a možností jejich analýzy a využití ve výuce. V poslední části jsou popsány aspekty využívání učebnic z pohledu žáků, učitelů a nakladatelů a vztah tématu sacharidy a jejich metabolismus ke kurikulárním dokumentům.

Praktická část dizertační práce zahrnuje deskriptivní i relační výzkum. V první fázi byla provedena analýza tematického celku sacharidy a jejich metabolismus v devíti vybraných učebnicích středoškolské chemie, analýza celých učebnic a analýza vytvořeného učebního textu. Byla stanovena celková obtížnost metodou Nestlerová-Průcha-Pluskal, sémantická koherence a distantnost, didaktická vybavenost a obsahová a pojmová analýza textu. Výsledky byly následně porovnány a statisticky vyhodnoceny. Ve druhé fázi byla provedena analýza prekonceptů a miskoncepcí pojmu fotosyntéza a struktury sacharidů u žáků devíti středních škol v celé ČR (245 respondentů, obor gymnázium a přírodovědné lyceum). Získané výsledky byly interpretovány, porovnány a statisticky vyhodnoceny.

Závěrem dizertační práce je vytvoření učebního textu s nižší syntaktickou, sémantickou a celkovou obtížností a vyšší sémantickou distantností textu, než je u textu tématu sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích. Bylo prokázáno, že hlavními nositeli parametrů obtížnosti učebnic jsou spíše autoři, než ztvárněný obsah v učebnici a autoři mohou dosáhnout jejich nižší obtížnosti vlastní analýzou. Dále je možné využít metodiku stanovení obtížnosti Nestlerové-Průchy-Pluskala nejen na celé učebnice, ale i na dílčí tematické celky. Při analýze prekonceptů byly zjištěny významné miskoncepce pojmu fotosyntéza a struktury sacharidů.

**Klíčová slova:** učebnice, obtížnost textu, vybavenost, prekoncepty, miskoncepce, sacharidy, metabolismus, fotosyntéza, strukturní vzorce, tvorba učebnic

**Abstract:**

The main parameters describing content and the accessibility of information from textbooks are many aspects such as text difficulty and others. Individual characteristics of pupils - that are represented by chosen student preconceptions and misconceptions – also belong to key factors. The providing of the comprehensive view of the issues regarding analysis and the linking of acquired pieces of knowledge with the practical textbook creation have been the main aims of this dissertation. The creation of an instructional text follows the analysis results of the topic carbohydrates and their metabolism in chosen textbooks and the preconception analysis of biochemical terms. The instructional text respects the results of the analysis.

The theoretical background of textbook creation (the functions of textbooks, their structure, content, characteristics and investigated parameters) has been described in detail in the theoretical part of this doctoral thesis. It is followed by the survey of the information concerning student preconceptions and the possibilities for their analysis and use in teaching. The aspects of textbooks use from the perspective of pupils, teachers and publishers, as well as the relation of the topic carbohydrates and their metabolism to curriculum documents have been described in the last part.

The practical part of the dissertation includes descriptive and relational research. In the first phase – the analysis of the thematic unit carbohydrates and their metabolism in nine chosen textbooks of high school chemistry, the analysis of entire textbooks and the analysis of created instructional text have been carried out. The overall difficulty has been set by the Nestlerová-Průcha-Pluskal method. The dissertation has been also focusing on several aspects including semantic coherence and distance, didactic equipment and content as well as conceptual text analysis. The results were subsequently compared and statistically evaluated. In the second phase – the analysis of preconceptions and misconceptions of the terms photosynthesis and the structure of carbohydrates by the pupils of nine secondary schools throughout the Czech Republic (245 respondents, grammar schools and natural science lyceum) has been performed. The gained results have been interpreted, compared and statistically evaluated.

The creation of an instructional text with lower syntactical, semantic and overall difficulty and higher semantic textual distance - compared to already existing texts with the topic of carbohydrates and their metabolism (in chosen textbooks) - is the main goal for the conclusion of this dissertation. It has been proved that rather authors (more than featured content in textbooks) are the principal carriers of parameters. The authors can reach lower difficulty through their own analysis of textbooks. Another observation is the fact that it is possible to use the methodology focused on the determination of difficulty Nestlerová-Průcha-Pluskal not only for entire textbooks, but also with sub-thematic units. The significant misconceptions of the term photosynthesis and the structure of carbohydrates were found out during the analysis of preconceptions.

**Key words:** textbooks, text difficulty, equipment, preconceptions, misconceptions, carbohydrates, metabolism, photosynthesis, structural formula, creation of textbooks

# 1. Úvod

Předkládaná dizertační práce je zaměřena na teorii a analýzu tvorby učebních textů z biochemie se zaměřením na téma sacharidy a jejich metabolismus. V teoretické části jsou popsána základní východiska pro výzkumnou část. Je tedy zaměřena na podrobný popis funkcí učebnic a jejich tvorby, přehled informací týkající se žákovských pojetí (prekonceptů) a možnosti jejich analýzy a využití ve výuce. Dále je uveden přehled výzkumu učebnic v ČR a zahraničí a poznatků získaných rešerší zdrojů. Poté je zařazena podrobná charakteristika struktury učebnic a parametrů popisující text učebnic (obtížnost, struktura, sémantické vazby, didaktická vybavenost apod.), včetně přehledu již existujících výsledků. V závěru teoretické části je uveden přehled problematiky využití učebnic ve výuce z pohledu žáků, učitelů a vydavatelů a postavení tématu sacharidy v kurikulárních dokumentech.

## 2. Cíle studie

Cílem dizertační práce je poskytnout komplexní a široký pohled na problematiku analýzy učebnic a propojit získané poznatky s praktickou tvorbou učebnic. Na výsledky komplexní analýzy tématu sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích a analýzu prekonceptů bude navazovat tvorba učebního textu, který bude výsledky analýzy respektovat. V rámci dizertační práce byly stanoveny následující cíle:

- zpracovat komplexní rešerší dostupných zdrojů týkajících se učebnic a jejich analýzy, dále prekonceptů a možností jejich analýzy a využití ve výuce a analýzu kurikulárních dokumentů se zaměřením na učivo sacharidů a jejich metabolismus
- stanovit parametry obtížnosti textu, sémantickou koherenci a distantnost, didaktickou vybavenost a provést obsahovou a pojmovou analýzu u vybraných učebnic
- analyzovat prekoncepty a miskoncepce pojmu fotosyntéza a strukturních vzorců sacharidů znázorněných Haworthovou a Fischerovou projekcí u žáků středních škol
- vytvořit učební text pro výuku tématu sacharidy a jejich metabolismus, který poskytne alternativu k recentním učebnicím a bude respektovat současné pedagogické, didaktické a psychodidaktické poznatky a výsledky výzkumu v rámci této práce
- provést analýzu stejných parametrů u vytvořeného učebního textu, porovnat a vyhodnotit výsledky učebního textu s výsledky analýz vybraných učebnic

### 3. Metodika

Praktická část dizertační práce zahrnuje několik dílčích výzkumů lišících se povahou výzkumných problémů (zahrnují deskriptivní i relační výzkum). Proto byla pro přehlednost použitá výzkumná metodologie rozdělena na tři hlavní části:

#### 1. fáze: ANALÝZA UČEBNIC

##### a) deskriptivní výzkum:

- analýza parametrů obtížnosti textu u tematického celku sacharidy a jejich metabolismus, u celých vybraných učebnic a u učebního textu, analýza sémantické koherence a distantnosti, didaktické vybavenosti obsahová a pojmová analýza

##### b) relační výzkum

- komparace analyzovaných parametrů učebnic z deskriptivního výzkumu u vytvořeného učebního textu a tematického celku sacharidy v učebnicích

#### 2. fáze: ANALÝZA PREKONCEPTŮ

##### a) deskriptivní výzkum

- analýza prekonceptů a miskoncepcí pojmu fotosyntéza a struktury sacharidů znázorněných Haworthovou a Fischerovou projekcí

##### b) relační výzkum

- komparace prekonceptů a miskoncepcí struktury sacharidů znázorněných Haworthovou a Fischerovou projekcí

#### 3. fáze: TVORBA UČEBNÍHO TEXTU

#### **Výzkumný soubor a nástroje pro analýzu učebnic:**

Pro analýzu byly využity nejčastěji používané učebnice chemie na středních školách s obory gymnaziálního typu - obor gymnázium nebo přírodovědné lyceum, které obsahují tematický celek sacharidy a jejich metabolismus. Jedná se o tyto učebnice:

- AMANN, W., EISNER, W., ET AL. (překl. SVOBODA, J., KRATOCHVÍL, B.). *Chemie pro střední školy 2b*. 2000.

- BANÝR, J., BENEŠ, P., ET AL. *Chemie pro střední školy – obecná, anorganická, organická, analytická a biochemie*. 1. vyd., Praha: SPN, 1997. ISBN 80-85937-46-8
- ČÁRSKY J., KOPŘIVA J., ET AL. *Chemie pro III. ročník gymnázií*. 2. vyd., Praha: SPN, 1990. 256 s. ISBN 80-04-24922-1
- KOLÁŘ, K., KODÍČEK M., ET AL. *Chemie II. pro gymnázia - organická chemie a biochemie*. 2. vyd., Praha: SPN, 2005. 128 s. ISBN 80-7235-283-0
- KOTLÍK B., RŮŽIČKOVÁ K. *Chemie v kostce II. pro střední školy*. 2. vyd., Havlíčkův Brod: Fragment, 2001. 135 s. ISBN 80-7200-342-9.
- MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia - 3 díl*. 1. vyd., Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000. 250 s. ISBN 80-7182-057-1
- VACÍK, J., BARTHOVÁ, J., ET AL. *Přehled středoškolské chemie*. 1. vyd., Praha: SPN, 1996. 368 s. ISBN 80-85937-08-5
- VODRÁŽKA, Z. *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*. 1.vyd., Praha: Scientia, 1998. 161 s. ISBN 80-7183-083-6.
- PEČ, P., PEČOVÁ, D. *Učebnice středoškolské chemie a biochemie*. 1. vyd., Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2001. 518 s. ISBN 80-7182-034-2

Výzkumnými nástroji byla metodika stanovení komplexní míry obtížnosti textu (T) vybraných učebnic metodou Nestlerová-Průcha-Pluskal (složena ze syntaktické, sémantické a celkové obtížnosti, koeficienty hustoty odborné informace z celkového počtu slov a z celkového počtu pojmů), sémantické koherence a distantnosti, didaktické vybavenosti učebnic a obsahová a pojmová analýza.

### **Výzkumný soubor a nástroje pro analýzu prekonceptů:**

Výzkumu prekonceptů se účastnilo 245 žáků předposledního nebo posledního ročníku studia z devíti středních škol (obory gymnázia, přírodovědná lycea), v rámci celé České republiky. Výzkumným nástrojem byl didaktický test, zpracovaný podle pravidel definovaných Chráskou (2007). Testové položky byly převážně uzavřeného typu, doplněné položkami polouzavřeného a otevřeného typu. První část testu byla zaměřena na analýzu prekonceptů chemických strukturních vzorců sacharidů (celkem 5 otázek) a druhou část testu tvořilo 8 otázek zaměřených na analýzu prekonceptů pojmu fotosyntéza. Distribuce probíhala v měsíci březnu až květnu roku 2012.

## **Statistické zpracování dat**

Verifikace popřípadě falzifikace stanovených hypotéz vyžaduje statistické zpracování dat. Statistické hodnocení významnosti bylo vždy provedeno v programu STATGRAPHIC Centurion XVI. verze 16.1.11. (32-bit) firmy StatPoint Technologies Inc. Tvorba grafů byla provedena v tabulkovém editoru MS EXCEL 2007 (Microsoft, Corp., 2007). Jako statistické metody byly použity dvouvýběrový Fisher-Snedecorův F-test, Studentův t-test a test nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku (podle Chráska, 2007).

## **Výzkumný soubor a nástroje pro analýzu prekonceptů:**

Učební text byl vytvořen tak, aby respektoval výsledky analýzy učebnic a prekonceptů v rámci této dizertační práce a moderní trendy tvorby tištěných učebnic s důrazem na popularizaci a zatraktivnění biochemie, která je obecně vnímána jako obtížné učivo. Dále na aplikaci poznatků v běžném životě, historické zajímavosti, motivační a aktivizační prvky. Následně byly u vytvořeného učebního textu provedeny stejné analýzy obtížnosti, didaktické vybavenosti a obsahu a pojmů. Získané výsledky byly porovnány s výsledky získanými analýzou tematického celku sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích chemie pro střední školy.

## **4. Výsledky a diskuze**

Výsledky analýzy učebnic prokázaly, že nejnižší obtížnost byla zjištěna u učebnice Banýra a Beneše, zatímco nejvyšší u učebnice Vodrážky. Bylo potvrzeno, že vytvořený učební text má nižší hodnotu sémantické, syntaktické a celkové obtížnosti než je průměrná hodnota u textů tematického celku sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích. Z hlediska ostatních parametrů obtížnosti nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Dále bylo prokázáno, že je možné využít metodiku Nestlerová-Průcha-Pluskal nejen na celé učebnice, ale i na dílčí témata dostatečného rozsahu, neboť nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi obtížností tematického celku sacharidy a celými učebnicemi. Při hodnocení sémantické distantnosti byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi vytvořeným učebním textem a sledovanými učebnicemi, zatímco u sémantické koherence žádné statisticky významné rozdíly nalezeny nebyly. Výsledky shrnuje tabulka č. 1.

Tabulka č. 1.: Výsledky analýzy celkové obtížnosti textu a porovnání s učebním textem.

Publikace	Syntaktická obtížnost Ts	Sémantická obtížnost Tp	Celková obtížnost T	Koeficient hustoty (i)	Koeficient hustoty (h)	Sémantická koherence (S)	Sémantická distantnost (D)
BANÝR, J., BENEŠ, P., ET AL.	10,91	15,63	26,54	11,98	37,99	0,43	2,22
VACÍK, J., ET AL.	12,98	23,61	36,59	14,85	39,14	0,56	2,19
KOLÁŘ, K., KODÍČEK M.	14,47	17,20	31,67	14,60	45,48	0,57	1,83
MAREČEK, A., HONZA, J.	13,77	17,76	31,53	11,82	34,65	0,39	1,90
PEČ, P., PEČOVÁ, D.	14,44	20,50	34,94	14,21	40,78	0,58	2,32
ČÁRSKY, J., ET AL.	15,12	21,75	36,87	13,54	37,02	0,40	2,86
KOTLÍK, B., RŮŽIČKOVÁ, K.	14,18	25,21	39,39	14,98	38,21	0,40	2,49
VODRÁŽKA, Z.	17,45	26,50	43,95	16,24	41,45	0,67	2,08
AMANN, W., ET AL.	14,56	18,23	32,79	12,74	37,46	0,56	2,20
<b>Průměrné hodnoty</b>	<b>14,21<sup>1</sup></b>	<b>20,71</b>	<b>34,92</b>	<b>13,88<sup>2</sup></b>	<b>39,13<sup>3</sup></b>	<b>0,51</b>	<b>2,23<sup>4</sup></b>
<b>Vytvořený učební text</b>	<b>11,82<sup>1</sup></b>	<b>18,01</b>	<b>29,83</b>	<b>12,28<sup>2</sup></b>	<b>35,47<sup>3</sup></b>	<b>0,50</b>	<b>1,81<sup>4</sup></b>

<sup>1</sup>F-test:  $F = 36,89$ ;  $P = 0,001$  t-test:  $t = 4,35$ ;  $P = 4,3 \cdot 10^{-5}$

<sup>2</sup>F-test:  $F = 0,86$ ;  $P = 0,65$  t-test:  $t = 1,08$ ;  $P = 0,16$

<sup>3</sup>F-test:  $F = 0,5$ ;  $P = 0,88$  t-test:  $t = 0,76$ ;  $P = 0,24$

<sup>4</sup>F-test:  $F = 1,35$ ;  $P = 0,04$  t-test:  $t = 1,73$ ;  $P = 0,04$

Při analýze didaktické vybavenosti nebyla shledána žádná závislost mezi vytvořeným učebním textem a vybranými učebnicemi. Z hlediska celkové didaktické vybavenosti učebnic byla vyhodnocena jako nejvybavenější učebnice Amanna et al. ( $E = 59$ ). Nejméně vybavenou byly učebnice Kotlíka a Růžičkové ( $E = 31$ ).

V rámci obsahové analýzy byly popsány jednotlivé učebnice se zaměřením na popis formy a obsahu, rozsahu, jazykové stránky a výskytu klíčových pojmů. Učebnice Amanna et al. a Banýra a Beneše obsahovaly méně sledovaných pojmů, než vytvořený učební text. Ostatní učebnice statistickou závislost nevykazovaly.

Na obtížnosti učebnic se pravděpodobně významně podílí zaměření učebnice pro určitý obor a cílová skupina žáků. Jak ovšem vyplývá z porovnání obtížnosti vybraného tématu a celé učebnice, nositelem obtížnosti bude spíše autor (autoři) učebnice než obsah textu. Lze tedy tvrdit, že autoři učebnic mohou analýzou zmíněných parametrů obtížnosti učebnice a jejich případnou korekcí dosáhnout její nižší obtížnosti a tím i snazšího porozumění prezentovaného učiva.



Výsledky analýzy prekonceptů fotosyntézy a struktury sacharidů jsou popsány formou rozboru odpovědí žáků na jednotlivé otázky v didaktickém testu. Výsledky ukazují, že žáci středních škol neaplikují získané poznatky o fotosyntéze na problematiku globálních změn klimatu. Nejčastější miskoncepce pojmu fotosyntéza získaná během školní výuky se týká u žáků střední školy průběhu primární nebo sekundární fáze fotosyntézy a miskoncepce získaná během běžného života je chápání fotosyntézy a dýchání jako opačných procesů.

Analýza prekonceptů struktury sacharidů prokázala, že současné využívání Haworthovy a Fischerovy projekce je pro žáky matoucí a příliš abstraktní. Žáci zaměňují vzájemně obě projekce a vnímají různé projekce struktury totožných sacharidů jako různé chemické látky. Byla nalazena závislost mezi použitou projekcí (Haworthova nebo Fischerova) při kreslení vzorce glukózy, dále při určení typu sacharidu podle počtu uhlíků, při určení typu sacharidu podle tvaru cyklické struktury, při číslování atomů uhlíku v molekule a při vyznačení chirálních uhlíků.

Ve vytvořeném učebním textu byla snaha omezit využívání Fischerovy projekce, neboť se ukázala během testování pro žáky obtížnější a je na střední škole využívána i v biologii. Z hlediska obsahu by rovněž bylo vhodnější chemii sacharidů a jejich metabolismus na střední škole orientovat více na vlastnosti sacharidů, praktické využití v běžném životě a výskyt kolem nás, než na studium optických vlastností a stereoizomerie.

## 5. Závěr

Na základě provedené rozsáhlé rešerše zdrojů týkající se analýzy učebnic a prekonceptů a získaných výsledků komplexní analýzy učebnic a prekonceptů vybraných biochemických pojmů a jejich diskuze vyplynuly následující závěry:

- byl vytvořen učební text se statisticky významně nižší syntaktickou, sémantickou a celkovou obtížností a vyšší sémantickou distantností textu, než je u textu tématu sacharidy a jejich metabolismus ve vybraných učebnicích

Dále bylo prokázáno, že:

- učebnice s nižším výskytem sledovaných pojmů vykazují také nižší obtížnost textu
- didaktická vybavenost a sémantická koherence se u učebního textu a textu vybraných učebnic nelišila
- hlavními nositeli parametrů obtížnosti učebnic jsou autoři, než ztvárněný obsah v učebnici a autoři mohou dosáhnout jejich nižší obtížnosti

- metodiku Nestlerová-Průcha-Pluskal lze využít nejen na celé učebnice, ale i na dílčí tematické celky se stejnými výsledky
- žákovská pojetí pojmu fotosyntéza jsou zatížena menším množstvím miskonceptů, než prekoncepty struktury sacharidů
- u žáků středních škol existují významné miskoncepce struktury sacharidů
- je vhodnější využívat pouze jeden typ projekce znázorňující strukturu sacharidů (Haworthovu projekci, která vykazovala významně nižší chybovost u položek didaktického testu)

## 6. Použité zdroje

- 1) DOULÍK, P., ŠKODA, J. *Diagnostika dětských pojetí a jejich využití v pedagogické praxi*. Acta Universitatis Purkynianae č. 143. Studia pedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2008. 179 s. ISSN 978-80-7414-059-4.
- 2) GARRETT R., H., GRISHAM, C., M. *Biochemistry*. 3. vyd., Thomson Brooks / Cole, 2005, 1248 s. ISBN 0534490336
- 3) CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. 1. vyd., Praha: Grada, 2007. 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- 4) KNECHT, P., JANÍK, T. ET AL. (eds.) *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2008,
- 5) MAŇÁK, J., KLAPKO, D. (eds.) *Učebnice pod lupou*. Brno: Paido, 2006,
- 6) MAŇÁK, J., KNECHT, P. (eds.) *Hodnocení učebnic*. Brno: Paido, 2007,
- 7) NEUENDORF, K. A. *The Content Analysis Guidebook*. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.
- 8) PRŮCHA, J. *Hodnocení obtížnosti učebnic - struktury a parametry učiva*. 1.vyd., Praha: SNTL, 1984a.
- 9) PRŮCHA, J. *Metody hodnocení školních učebnic*. Praha: SPN, 1984b.
- 10) PRŮCHA, J. *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998. 150 s.
- 11) ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Psychodidaktika. Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. 1. vyd., Praha: Grada, 2011. 208 s. ISBN 978-80-247-3341-8
- 12) ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Acta Universitatis Purkynianae č. 106. Studia paedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2005. 210 s. ISBN 80-7044-696-X.

# 1. Introduction

The submitted doctoral thesis is focused on the theory and analysis of instructional texts creation. The chosen topic relates to the field of biochemistry focusing on carbohydrates and their metabolism. The basic approach for the research has been described in the theoretical part. It is aimed at the detailed description of textbook function and its creation, the survey of information regarding student preconceptions and the possibilities of their use in teaching. The textbook research in the Czech Republic and abroad and the knowledge obtained by studying resources are also listed. The detailed characterization of the structure of textbooks and the parameters describing the text of schoolbooks (difficulty, structure, semantic links, educational equipment etc.) are included, as well as the summary of existing results. The overview of issue concerning the use of textbooks in teaching from the perspective of students, teachers and publishers and the position of carbohydrates topic in curriculum are listed at the end of the theoretical part.

## 2. Aim of the study

The main goal of this dissertation is to provide complex and broad view of textbooks analysis and to link gained knowledge with the practical creation of schoolbooks. The creation of an instructional text follows the results of the comprehensive analysis of carbohydrates topic and their metabolism in chosen textbooks and the analysis of preconceptions. These objectives of the dissertation were determined:

- to compile a comprehensive review of available resources relating to textbooks and analysis and preconceptions and possibilities of their analysis and use in teaching and analysis of curricula focusing on carbohydrates and their metabolism
- to determine the parameters of text difficulty, semantic coherence and distance, didactic equipment and to carry out the conceptual analysis of selected textbooks
- to analyse preconceptions and misconceptions of the term photosynthesis and the structural formulas of carbohydrates represented by Haworth's and Fischer's projections by secondary school students
- to create an instructional text for the teaching of the topic carbohydrates and their metabolism that should provide an alternative to contemporary textbooks and which will respect current pedagogical, methodological and psycho-didactic findings and the research results in this thesis

- to analyse the same parameters in the created instructional text, to compare and to evaluate the results of the instructional text with the outcomes of selected textbooks analysis

### **3. Methods**

The practical part of this dissertation includes several partial studies differing in the nature of research problem (they include descriptive and relational research). On that account, the used research methodology was divided into three main parts:

#### **The first phase: THE ANALYSIS OF TEXTBOOKS**

##### a) Descriptive research:

- the analysis of the parameters regarding the text difficulty in the thematic unit of carbohydrates and their metabolism, in the selected textbooks and the instructional text, the analysis of semantic coherence and distance as well as didactic equipment and conceptual analysis

##### b) Relational research:

- the comparison of analysed parameters in the textbooks from the descriptive research by the created instructional text and the thematic unit of carbohydrates in textbooks

#### **The second phase: THE ANALYSIS OF PRECONCEPTIONS**

##### a) Descriptive research:

- the analysis of preconceptions and misconceptions of carbohydrates structure represented by Haworth's and Fischer's projection

##### b) Relational research:

- the comparison of preconceptions and misconceptions of carbohydrates structure represented by Haworth's and Fischer's projection

#### **The third phase: THE CREATION OF AN INSTRUCTIONAL TEXT**

## The research material and the tools for the analysis of textbooks

The most commonly utilized textbooks of chemistry at secondary schools (grammar schools and natural science lyceum that contain the thematic unit carbohydrates and their metabolism) were used for the analysis. These are the textbooks:

- AMANN, W., EISNER, W., ET AL. (překl. SVOBODA, J., KRATOCHVÍL, B.). *Chemie pro střední školy 2b*. 2000.
- BANÝR, J., BENEŠ, P., ET AL. *Chemie pro střední školy – obecná, anorganická, organická, analytická a biochemie*. 1. vyd., Praha: SPN, 1997. ISBN 80-85937-46-8
- ČÁRSKY J., KOPŘIVA J., ET AL. *Chemie pro III. ročník gymnázií*. 2. vyd., Praha: SPN, 1990. 256 s. ISBN 80-04-24922-1
- KOLÁŘ, K., KODÍČEK M., ET AL. *Chemie II. pro gymnázia - organická chemie a biochemie*. 2. vyd., Praha: SPN, 2005. 128 s. ISBN 80-7235-283-0
- KOTLÍK B., RŮŽIČKOVÁ K. *Chemie v kostce II. pro střední školy*. 2. vyd., Havlíčkův Brod: Fragment, 2001. 135 s. ISBN 80-7200-342-9.
- MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia - 3 díl*. 1. vyd., Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000. 250 s. ISBN 80-7182-057-1
- VACÍK, J., BARTHOVÁ, J., ET AL. *Přehled středoškolské chemie*. 1. vyd., Praha: SPN, 1996. 368 s. ISBN 80-85937-08-5
- VODRÁŽKA, Z. *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*. 1.vyd., Praha: Scientia, 1998. 161 s. ISBN 80-7183-083-6.
- PEČ, P., PEČOVÁ, D. *Učebnice středoškolské chemie a biochemie*. 1. vyd., Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2001. 518 s. ISBN 80-7182-034-2
- **The created learning text about the thematic unit of carbohydrates and their metabolism**

The methodology of the complex degree of text difficulty (T) selected by the method Nestlerová-Průcha-Pluskal (consisting of syntactic, semantic and overall difficulty, density coefficient of expert information from the total number of words and the total number of concepts), semantic coherence and distance, the didactic equipment of textbooks, content and conceptual analysis.

### **Research group and the tools for the analysis of preconceptions:**

245 students of the 3<sup>rd</sup> or 4<sup>th</sup> grade of their study at secondary schools took part in the research of preconceptions. Nine secondary schools (grammar schools and natural science lyceum) from the whole Czech Republic participated in the study. A didactic test served as a research tool and it was prepared according to the rules defined by Chráska (2007). Closed test items prevailed and they were supplemented by the items of half-closed and open type. The first part of the test was focused on the analysis of chemical structural formulas of carbohydrates preconceptions (five questions). The second part of the test consisted of eight questions aiming at the analysis of the term photosynthesis. The distribution took place from March to May 2012.

### **Statistical data processing**

The verification or falsification of appointed hypotheses requires statistical data processing. Statistical evaluation of the significance was always done in the programme STATGRAPHIC Centurion XVI., version 16.1.11. (32-bit), StatPoint Technologies Inc. The graphs were created in spreadsheet MS EXCEL 2007 (Microsoft, Corp., 2007). Two-sided Fisher-Snedecor F-test, Student t-test and the test of independence chí-square for PivotTable (according to Chráska, 2007) were used as statistical methods.

### **Research material and the tools for the analysis of preconceptions:**

The instructional text was created to respect the results of the analysis regarding both – textbooks and preconceptions in this doctoral thesis as well as modern trends in the creation of printed textbooks with the emphasis on popularizing and attractiveness of biochemistry, which is generally perceived as a difficult subject matter. Also the application of everyday life findings, historical points of interest, motivation and activation elements. Subsequently, the same analysis of difficulty, didactic equipment as well as content and concepts were carried out in the created instructional text. The gained results were compared with the outcomes obtained by the analysis of the thematic unit carbohydrates and their metabolism in selected textbooks of chemistry for secondary schools.

## **4. Results and discussion**

The results of textbooks analysis showed that the lowest difficulty was found in the textbook of Banýr and Beneš, while the highest difficulty proved Vodrážka's textbook. It was

confirmed that the created instructional text has lower value of semantic, syntactic and overall difficulty than the average value in the texts belonging to the thematic unit carbohydrates and their metabolism in selected textbooks. From the viewpoint of other parameters, statistically significant differences were not found out. It was also shown that it is possible to use the methodology Nestlerová-Průcha-Pluskal not only in entire textbooks, but also for the partial topics of sufficient range, because statistically significant differences between the difficulty of thematic unit carbohydrates and their metabolism and entire textbooks were not proved. During the evaluation of semantic distance, statistically significant difference between the created instructional text and reference textbooks was found out, while statistically significant differences were not found out when dealing with semantic coherence. The results are summarized in the Table number 1.

Table n. 1.: The results of analysis concerning the overall text difficulty and the comparison with the instructional text.

<b>Publication</b>	<b>Syntactic difficulty Ts</b>	<b>Semantic difficulty Tp</b>	<b>overall difficulty T</b>	<b>density coefficient (i)</b>	<b>density coefficient (h)</b>	<b>semantic coherence (S)</b>	<b>semantic distance (D)</b>
BANÝR, J., BENEŠ, P., ET AL.	10,91	15,63	26,54	11,98	37,99	0,43	2,22
VACÍK, J., ET AL.	12,98	23,61	36,59	14,85	39,14	0,56	2,19
KOLÁŘ, K., KODÍČEK M.	14,47	17,20	31,67	14,60	45,48	0,57	1,83
MAREČEK, A., HONZA, J.	13,77	17,76	31,53	11,82	34,65	0,39	1,90
PEČ, P., PEČOVÁ, D.	14,44	20,50	34,94	14,21	40,78	0,58	2,32
ČÁRSKY, J., ET AL.	15,12	21,75	36,87	13,54	37,02	0,40	2,86
KOTLÍK, B., RŮŽIČKOVÁ, K.	14,18	25,21	39,39	14,98	38,21	0,40	2,49
VODRÁŽKA, Z.	17,45	26,50	43,95	16,24	41,45	0,67	2,08
AMANN, W., ET AL.	14,56	18,23	32,79	12,74	37,46	0,56	2,20
<b>Mean values</b>	<b>14,21<sup>1</sup></b>	<b>20,71</b>	<b>34,92</b>	<b>13,88<sup>2</sup></b>	<b>39,13<sup>3</sup></b>	<b>0,51</b>	<b>2,23<sup>4</sup></b>
<b>The created learning text</b>	<b>11,82<sup>1</sup></b>	<b>18,01</b>	<b>29,83</b>	<b>12,28<sup>2</sup></b>	<b>35,47<sup>3</sup></b>	<b>0,50</b>	<b>1,81<sup>4</sup></b>

<sup>1</sup>**F-test:** F = 36,89; P = 0,001 **t-test:** t = 4,35; P = 4,3.10<sup>-5</sup>

<sup>2</sup>**F-test:** F = 0,86; P = 0,65 **t-test:** t = 1,08; P = 0,16

<sup>3</sup>**F-test:** F = 0,5; P = 0,88 **t-test:** t = 0,76; P = 0,24

<sup>4</sup>**F-test:** F = 1,35; P = 0,04 **t-test:** t = 1,73; P = 0,04

During the analysis of didactic equipment, no dependence between the created instructional text and selected textbooks were found out. From the viewpoint of overall didactic equipment, the Ammann's (E=59) textbook proved to be the best equipped one. The textbook written by Kotlík and Růžičková (E=31) was assessed as the least equipped. Individual textbooks were described in the terms of their form and content, range, language aspects and the occurrence of key terms. Ammann's textbook and Banýr and Beneš's textbook contained less referred terms than the created instructional text. Other textbooks did not show statistical dependence.

The difficulty of textbooks is probably significantly influenced by the fact what kind of students are those schoolbooks intended for (field of study and the target group of pupils). Nevertheless, according to the difficulty comparison of the chosen topic and the entire textbook, the main carrier of difficulty is rather the author than the textual content. So it is possible to claim that the authors of textbooks can reach lower difficulty (and in this way also better understanding of presented subject matter) of the schoolbooks by the analysis of mentioned parameters and their potential correction.

The results of the analysis of preconceptions photosynthesis and the structure of carbohydrates are described by the method of student answers to individual questions in the didactic test. The results show that secondary school pupils do not apply the knowledge of photosynthesis on the issue of global climate change. The most common misconception of the term photosynthesis gained in the process of schooling relates to the primary and secondary phase of photosynthesis and its topic in the understanding of secondary school students. The misconception gained during daily life is represented by the understanding of photosynthesis and breathing as reverse processes.

The analysis of carbohydrates structure preconceptions proved that the current use of Haworth's and Fischer's projection is too confusing and abstract for the students. Pupils mutually confuse both projections of identical carbohydrates as different chemical substances. Various dependencies have been found: between the used type of projection (Haworth's or Fischer's), when drawing the chemical formula of glucose, in determining the type of carbohydrate by the number of carbon, in determining the type of carbohydrate according to the shape of cyclic structure, in the numbering of carbon atoms in the molecule and during the indicating of chiral carbons.



The effort to reduce Fischer's projection was one of the goals when creating the instructional text, because this method proved to be more difficult for the pupils during their testing. It is also used in high school biology. From the perspective of content, it would be more suitable to orient carbohydrates chemistry and their metabolism to properties, the practical use of carbohydrates in everyday life and their occurrence around us than to focus it on optical properties and stereoisomerism.

## 5. Conclusion

Following conclusions emerged from the extensive research resources concerning the analysis of textbooks and the preconceptions of selected biochemical terms and their discussion:

- the instructional text with statistically significant lower syntactic, semantic and overall difficulty and higher semantic textual distance (than it is in the texts of the topic carbohydrates and their metabolism in selected schoolbooks) has been created

It has also been proved that:

- the textbooks with the lower occurrence of pursued concepts also show the lower difficulty of the text
- didactic equipment and semantic coherence does not differ in the instructional text and in the selected schoolbooks
- authors are the main carriers of the difficulty parameter of textbooks (not the featured content in schoolbooks); the authors can achieve lower difficulty of textbooks
- the methodology Nestlerová-Průcha-Pluskal can be used not only in entire textbooks, but also for partial thematic units with the same results
- student conceptions of the term photosynthesis are loaded with lower number of misconceptions than the preconceptions of carbohydrates structure
- secondary school students prove significant misconceptions of carbohydrates structure
- it is more suitable to use only one type of projection representing the structure of carbohydrates (and it is Haworth's projection, because it showed significantly less errors in the didactic test items)

## 6. References

- 1) DOULÍK, P., ŠKODA, J. *Diagnostika dětských pojetí a jejich využití v pedagogické praxi*. Acta Universitatis Purkynianae č. 143. Studia pedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2008. 179 s. ISSN 978-80-7414-059-4.
- 2) GARRETT R., H., GRISHAM, C., M. *Biochemistry*. 3. vyd., Thomson Brooks / Cole, 2005, 1248 s. ISBN 0534490336
- 3) CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. 1. vyd., Praha: Grada, 2007. 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- 4) KNECHT, P., JANÍK, T. ET AL. (eds.) *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2008,
- 5) MAŇÁK, J., KLAPKO, D. (eds.) *Učebnice pod lupou*. Brno: Paido, 2006,
- 6) MAŇÁK, J., KNECHT, P. (eds.) *Hodnocení učebnic*. Brno: Paido, 2007,
- 7) NEUENDORF, K. A. *The Content Analysis Guidebook*. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.
- 8) PRŮCHA, J. *Hodnocení obtížnosti učebnic - struktury a parametry učiva*. 1.vyd., Praha: SNTL, 1984a.
- 9) PRUCHA, J. *Metody hodnocení školních učebnic*. Praha: SPN, 1984b.
- 10) PRŮCHA, J. *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998. 150 s.
- 11) ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Psychodidaktika. Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. 1. vyd., Praha: Grada, 2011. 208 s. ISBN 978-80-247-3341-8
- 12) ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Acta Universitatis Purkynianae č. 106. Studia paedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2005. 210 s. ISBN 80-7044-696-X.

# **CURRICULUM VITAE**

## **Personal identification**

Name: Mgr. Milan Šmídl  
Date and Place of Birth: 8<sup>th</sup> January 1984 in Chomutov  
Address: Jirkovská 5056, Chomutov, 43004

## **Education and academic qualification:**

2004 - 2009 Graduate on Faculty of Education, J. E. Purkyně's University in Ústí nad Labem, České mládeže 8, Ústí nad Labem, 40096

Field of study: Secondary school Teacher Education, Biology, Chemistry

Diploma thesis: Effect of hypoxia on the activity of GGT in rat brain

Supervisor: Doc. MUDr. Vladislav Mareš, DrSc.

from 2009 Postgraduate student (Ph.D. candidate), part-time (external) mode of study  
Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science,  
Charles University in Prague

Doctoral study programme: Education in Chemistry

## **Working experience**

2006 - 2009 Part-time work in Institute of Physiology, Academy of Science of Czech Republic (work on graduation theses, laboratory assistant)

06/2006 Co-author, textbook Chemistry for 9<sup>th</sup> class of primary school and grammar school, The Fraus Publishing in Plzeň

from 2007 Author, Interactive School-book of chemistry for primary school, The Fraus Publishing in Plzeň

from 2009 Teacher on Secondary technical school for protection and removal of the environment - Schola Humanitas in Litvínov

Subjects: biology, chemistry, monitoring of environment

from 2011 Senior Assistant Professor on Department of Chemistry (part-work), Faculty of Natural Sciences, J.E. Purkyně's University in Ústí n. Labem

Subjects: didactics of chemistry, analytical chemistry

from 2011 Lecturer at University of the Third Age, Faculty of Education, J.E. Purkyně's University in Ústí nad Labem

Subjects: Subject didactic - Man and Nature

### **Membership:**

From 2008 Czech Chemical Society

### **Participation in projects:**

From 2011

Lector and Tutor (1.1.1.3.1) in the course with name Additional pedagogical studies in the framework of Educational Sciences Reg No: CZ.1.07/1.3.00 / 19.0011

From 2012

Organization worker (1.1.2.1.4) on the module Teen Age University (1.1.2.1.4) as part of the Open University, Open Science, reg CZ.1.07/2.3.00/35.0044

From 2012

Author (1.1.1.3.10.), Teacher-tutor (1.1.1.3.3.) and Guarantor (1.1.1.3.9.) of the courses Air protection and Alternative fuels in the framework of project „Přijedeme za vámi, aneb postupujme odpovědně“ - reg No: GB 1.07/3.1.00/37.0058.

### **Scientific and Research Activities**

- analysis and the creating of the textbooks for the elementary and high schools
- analysis of preconceptions relating to the science education
- experiments in biochemical and environmental education

## Seznam publikací / List of publications

1. ŠKODA, J., DOULÍK, P., ŠMÍDL, M. Netradiční pojetí biochemického učiva v kontextu učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ. In KMEŤOVÁ, J., LICHVÁROVÁ, M. (eds.) *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie*. Banská Bystrica: FPV UMB, 2006. ISBN 80-8083-286-2. s. 38-42.
2. ŠKODA, J., DOULÍK, P., ŠMÍDL, M. Netradiční pojetí biochemického učiva v kontextu učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ. Poster na mezinárodní konferenci *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie*. Donovaly, 2006.
3. DOULÍK, P., ŠKODA, J., ŠMÍDL, M. *Chemie 9 – příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007.
4. ŠMÍDL, M., DOULÍK, P., ŠKODA, J. *Chemie 9 – pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007.
5. ŠMÍDL, M. Problematika přípravy kvalifikovaných učitelů pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů. In CHUPÁČ, A. (ed.) *Člověk a příroda*. Sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference. Ústí nad Labem: PF UJEP, 2007. s. 96-97. ISBN 978-80-7044-918-9.
6. ŠMÍDL, M. Prekoncepty pojmu fotosyntéza u studentů střední školy. *Usta ad Albim Bohemica*, 2009, roč. IX, č. 3, s 165-172. ISSN 1802-825X.
7. ŠMÍDL, M. Postavení chemie ve výuce předmětů s environmentálním zaměřením. In CHUPÁČ, A., VEŘMIŘOVSKÝ, J. (eds.) *Aktuální aspekty pregraduálního přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010. s. 260-265. ISBN 978-80-7368-426-6.
8. ŠMÍDL, M. Chemické experimenty s environmentální tematikou. *Biologie, chemie, zeměpis*, 2011, roč. 20, č. 3x, s. 203-207. ISSN 1210-3349.
9. ŠMÍDL, M. Analýza obtížnosti tematického celku textu sacharidy a jejich metabolismus v učebnicích chemie pro gymnázia. In PLUCKOVÁ, I., ŠIBOR, J. (eds.) *Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie*. Sborník příspěvků z mezinárodní konference. Brno: Masarykova univerzita, 2012. s. 155-162, ISBN 978-80-210-5908-5