

OBSAH

Výzkumné studie

Luboš Krišťák, Ján Stebila, Zuzana Danihelová Experimental Support in Teaching Physics at Lower Secondary Schools . . .	3
Abraham Motlhabane An Exploration of Teacher's Challenges in the Construction of Concept Maps on Energy	19
Martin Rusek Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii	33
Annie Savard, Lucie DeBlois Enumerating All Possible Outcomes: An Analysis of Students' Work	49
Marie Snětinová, Zdeňka Koupilová Problem Solving Strategies in High School Physics Lectures	63
Zuzana Vasilová, Miroslav Prokša Čitateľská gramotnosť žiakov ZŠ vo svetle úspešnosti riešenia komplexných úloh	73

Zprávy

Martin Bílek Doktorské studium v didaktice chemie po 20 letech opět v Hradci Králové	91
---	----

Experimentálna podpora vo vyučovaní fyziky na základných školách

Ľuboš Krišťák, Ján Stebila, Zuzana Danihelová

Abstrakt

V príspevku poukazujeme na možnosti použitia moderných interaktívnych metód pomocou doplnkovej učebnej pomôcky vo forme multimediálneho DVD vo vyučovaní tematického celku venovaného jadrovej fyzike na základných školách na Slovensku. Ťažiskom príspevku je pedagogický výskum, ktorého cieľom bolo prakticky overiť efektívnosť použitia multimediálneho DVD z jadrovej fyziky v reálnych podmienkach základnej školy. Predpokladáme, na základe pilotného prieskumu, že multimediálne DVD zvýši efektívnosť vyučovania tematického celku venovaného jadrovej fyzike v predmete Fyzika v 9. ročníku ZŠ.

Kľúčová slova: vyučovanie fyziky, jadrová fyzika, základná škola, multimediálne DVD, PC.

Experimental Support in Teaching Physics at Lower Secondary Schools

Abstract

The paper mentions the possibilities of using modern interactive methods with supplementary teaching aid in a form of multimedia DVD in teaching the topic — nuclear physics at lower secondary schools in Slovakia. The main part of the paper is a pedagogical research aimed at practical verification of the use effectiveness of multimedia DVD from nuclear physics in real lower secondary school conditions. It is supposed, following a basic pilot research, that the multimedia DVD increases the effectiveness of the teaching process concerning the topic of nuclear physics in the subject Physics in the 9th grade of lower secondary school.

Key words: teaching Physics, nuclear physics, lower secondary school, multimedia, PC.

1 INTRODUCTION

Key competences of pupils and their development have become more current recently in Slovakia. This fact is a consequence of the Slovak pupils results in international researches; e.g. the studies of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and PISA (Programme for International Student Assessment) carried out in 2006 aimed at the scientific literacy showed that the Slovak pupils, in comparison to other OECD countries, achieved significantly lower statistical results than the average of OECD countries. The research showed that Slovak pupils can describe scientific issues; they are able to select the knowledge and facts appropriately in order to explain the issues and are able to use simple models; but they have problems with hypotheses stating, with experimenting as a tool for data acquisition and their subsequent analysis, interpretation and conclusion formulation (Krupová, 2009; Hockicko, 2010; Dvořák et al., 2008).

In the 1980's David Hestenes and Ibrahim Halloun (Halloun, Hestenes, 1985) from the USA published papers on didactic research, whose object were students of secondary schools and universities, dealing with misconceptions in Newtonian dynamics. One of the research results was a test Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et al., 1992) containing questions from Newtonian mechanics connected to everyday life. The authors decided to research whether the students understand the basic concepts from mechanics sufficiently; how they are able to work with them and apply them into various everyday situations (Slovak version Hanč and Tóth, 2006). The test results from the whole world showed that the traditional teaching of the Newtonian mechanics at secondary schools eliminates wrong students' perception, acquired during their lower secondary school studies, only to a small extent. Following, conceptual tests from further areas of Physics (dynamics, wave, heat and temperature, electricity and magnetism, quantum mechanics, nuclear physics, etc.) confirming this theory were created. It was also shown that traditional classes having a form of presentation or traditional quantitative physical tasks, even with the best and most talented teachers, help also excellent students to acquire only basic knowledge without deeper understanding and to algorithm solving of problems; the students do not show conceptual understanding of the subject which should result from a sufficient number of solved quantitative tasks and from logically clear lectures (Hake, 1998; Hanč et al., 2007; Redish, 2003). Next important conclusion of using these tests was that the misconceptions (in all areas of Physics) and their accumulation in further study cause that students do not understand the subject dealt with and they are learning the subject by heart what consequently leads to frustration (Martin-Blas et al., 2010).

Research results of D. Hestenes, I Halloun and others (Arons, 1985, 1997; McDermott, 2001; Nachtigall, 1990) have led to a significant change in the view of the teaching Physics. Many teachers of Physics at lower secondary schools, secondary schools and universities think that teaching Physics does not have the nature of science and is mainly about so called pedagogical talent of the teacher. However, the research results of these (and also other) groups have shown that teaching Physics can be scientific based and methodology of Physics can be understood as a systematic scientific discipline whose procedures and results can be reapplied. A pupil can understand scientific concepts and theories truly only through steady deductive and inductive mental activities and reasoned interpretation of their own understanding of reality. Pupils who are only listening passively during the teaching process show only seldom such activities (Demkanin et al., 2011). Therefore, one of the most

important assumptions for changing the teaching Physics is the change of the position of pupil to an independently and actively learning element of the teaching and learning process (Redish, Steinberg, 1999).

This knowledge has recently become a base for the rise of new approaches and methods used in the teaching Physics; their use brings about significantly better results than the use of traditional methods. Some of these methods are PI (Peer Instruction), ILD (Interactive Lecture Demonstration), JiTT method (Just in Time Teaching), Interactive Examples, Mastering Physics, Interactive Computer-Based Tutorials etc. (Crouch, Mazur, 2001; Mazur, 1997; Sokoloff, Thornton, 1997; Zacharia, Anderson, 2003). These methods emerge mainly from the interaction between the lecturer and students, whereas students are actively involved into individual stages of the teaching and learning process and actively participate in solving of the dealt problems what gives an immediate feedback to the lecturer and he/she can immediately respond to incorrectly understood concepts, or misconceptions.

Another approach used in the teaching Physics that has become popular in the recent years is multimedia technologies. Multimedia technologies showed their potential in teaching such subjects. New techniques increase pupil's attention — it enables easier and faster learning. Pupils like to work with computers and modern information technologies. If we connect working with computer with the study of Physics such form will be very interesting for pupils and it can be supposed that they will achieve better study results (Sturm, 2009). It can be supposed that multimedia support can increase the effectiveness of technical education at lower secondary schools (Shelly et al., 2001; Žáčok, 2010).

2 NUCLEAR PHYSICS AT LOWER SECONDARY SCHOOLS

The paper is focused on the area of nuclear physics presented in the 9th grade of lower secondary schools in the Slovak Republic (within the topic “Energy in Nature, Technology and Society” within 20 lessons). Consultations with lower secondary school teachers (in Slovakia) revealed that they deal with the topic of nuclear physics within 4–5 lessons on average; within these lessons they deal with following topics:

- Nuclear energy and its utilisation
- Nuclides, natural and artificial radionuclides
- Fission of uranium nuclei, nuclear chain reaction, nuclear power plant
- Radionuclides in practice
- Principles of protection against nuclear radiation

In spite of the difficulty and excessive abstractness of this area of Physics Slovak course books do not contain any experiments enabling better understanding of such a difficult issue (Krišťák, 2007). Experiments from the nuclear physics are not mentioned either in the curriculum for the lower secondary schools. This results in a situation when the schools in the Slovak Republic do not have any equipment for carrying out experiments, any methodical materials and as a consequence such experiments are not carried out at all. In contrast schools in the Czech Republic are equipped with the set Gamabeta (provided by the České energetické závody) which contains a radioactive emitter, Geiger — Müller counter, adsorbents from various materials and in various thicknesses and a sample of a fire alarm. This set provides a

possibility of demonstrating radiation indication, influence of the distance, shielding, etc.

One of the possibilities of reducing the excessive abstractness and difficulty of the given chapter is the integration of experiments into the chapter and their combination with interactive teaching methods. Nuclear physics experiments are a suitable tool for the development of scientific literacy of the 9th grade pupils; according to mentioned study of PISA, scientific literacy belongs to the key competences. The use of interactive methods and experiments can increase demonstration of physical phenomena being dealt with in a class. Moreover, experiment can increase pupils' interest in Physics, motivate them to an increased activity and contribute to the development of creative skills. The use of experiments prepares the pupils for solving tasks which they can later encounter in everyday life (Zelenický, 1991). Creative experiments integrated into the teaching process increase the level of understanding and attention of pupils and at the same time the theory of Physics is becoming interconnected with everyday life (Nachtigall, 1990; Bussei and Merlino, 2003; Dykstra et al., 1992).

Following a comparison in the teaching of nuclear physics in Slovakia and other countries, we realised that while in the Slovak Republic this area of Physics is being dealt with purely theoretically in other countries many demonstration and pupil experiments are being carried out. We compared the ways of teaching of nuclear physics at lower secondary schools in Slovakia and some countries of the European Union and the United States of America; we obtained an analysis (Krišťák, 2008) which was a base for the creation of multimedia materials from nuclear physics for lower secondary schools in Slovakia.

Within the analysis the focus was on:

1. classification of nuclear physics in the system of Physics at lower secondary school
2. contents of the curriculum of nuclear physics
3. carrying out demonstration and pupil measurements during classes
4. carrying out practical laboratory measurements

This analysis was elaborated following the curricular documents valid in individual countries, used course books, various supplementary materials in individual countries and questionnaires and interviews with the teachers.

While Slovak lower secondary schools have not experienced such experiments by now, in other countries they are a common part of the teaching process (Tab. 1).

Table 1: Comparison of using experiments in teaching of nuclear physics at primary schools in Slovakia and other countries

	Slovakia	England	Austria	Germany	Poland	USA
Number of experiments carried out*	0	4	5	5	2	6
Way of carrying out experiments		pupil experiments, simulations	pupil experiments, demonstration experiments	pupil experiments, demonstration experiments	simulations	simulations

*average number resulting from the questionnaire answers sent to the teachers in individual countries (considered were only countries, from which a minimum of 100 questionnaires returned). The table illustrates numbers of experiments carried out really by the teachers.

3 MULTIMEDIA DVD FROM NUCLEAR PHYSICS

We created a multimedia DVD from nuclear physics. The aim, during its creation, was the implementation of interactive methods with elements of a real laboratory into the teaching of scientific and technical subjects. During the creation of the DVD we tried to use the positive sides of experiments, problem task solving and interactive methods in teaching Physics (mainly Peer Instruction, Interactive Lecture Demonstrations, Just in Time Teaching and Interactive Computer-Based Tutorials).

The attention was paid to the area of nuclear physics at lower secondary schools as this topic in Slovakia does not contain any experiments and it is dealt only in theory.

The contents of the multimedia DVD is divided into three main parts:

1. The first part is **theoretical**, i.e. elaborated curriculum from nuclear physics. Created text goes out from the original text from the course book “Fyzika pre 9. ročník ZŠ” (Physics for the 9th Grade of the Lower Secondary School); the text has been changed only minimally for the needs of experiments integration into the teaching of this topic. As today’s curriculum in course books of scientific subjects is being said to be excessive, we tried not to introduce new concepts. Introduction of new concepts was only due to experiments integration; we suppose that the level of difficulty of experiments is appropriate for the 9th grade of lower secondary school. Mentioned changes were carried out only in chapters that enabled integration of practical experiments. Other chapters remained unchanged.
2. The second part deals with **experiments**. The analysis of foreign course books was the base for creating the experiments form nuclear physics. It was necessary to create an accompanying text to the experiments for teachers and pupils to enable them as effective carrying out of experiments as possible. Therefore, this part is divided into three parts: guidelines for teachers, worksheets for pupils and videos. Individual stages of experiments were selected in order to develop, beside practical skills, also creativity. This part includes 9 experiments altogether: measuring of atmospheric radioactivity, absorption of beta radiation, range of alpha particles in the air, statistics of radioactive decay, half life of radioactive emitter, measuring by means of a ionisation chamber, absorption of radioactivity by means of different materials and gamma ray absorption measurements.
3. The third part of the multimedia DVD consists of **problem tasks** from nuclear physics elaborated in the style of PISA tasks; their aim is to verify pupils’ understanding of the topic, or the teacher can use them as an input problem.

Mentioned structure of the DVD was testes and verified in the teaching process at secondary schools and universities using the interactive method based on an increased focus on problem tasks and experiments P&E (Krišťák, Němec, 2011). This method has four phases and can be used in nuclear physics teaching at lower secondary schools:

1. **Preparatory phase:** In the case of lesson aimed at explanation the teacher sets the basic concepts which he/she wants to explain and deal with in the lesson. He/she prepares a block of 5–10 minutes for each concept. Within this block the concept is being dealt with and the teacher also prepares few physical problems connected to the given concept.

2. **Dealing with the concept:** The teacher teaches the 5–10 minute block during which he/she deals with the important physical concept (or more concepts).
3. **Assignment of a problem:** Presentation of a problem task connected to the dealt concept follows. Problem task can be, in the case of P&E method, assigned in for ways:
 - task assigned in the form of a text,
 - via experiment — teacher performs a simple experiment. To explain this experiment it is necessary to understand the concept dealt with during the previous block (it can be a traditional or computer aided experiment),
 - via video-experiment — teacher plays experiment recorded by a video camera (Brown, Cox, 2009; Hockicko, 2011),
 - via applet (simulation) (Campbell et al., 2002; Finkelstein et al., 2005)

For each way of setting of problem pupils' worksheets and teachers' guidelines were created. Pupils get a worksheet for each problem dealt with in a lesson (assigned in any way).

4. **Problem solving:** After the teacher assigned the problem (in one of the four ways) a class discussion follows. Within the discussion the pupils, under the teacher's supervision, discuss possible solutions of the given problem. Teacher gradually writes the solutions on the board. Discussion about individual solutions follows; incorrect solutions are excluded following a physical reasoning. This process continues until there is only one correct solution. Pupils write into their worksheets incorrect solutions including the physical reasoning and also the correct solution including the physical reasoning. In the next part the teacher explains the connection of the given problem to everyday life and practice and where the pupils can encounter this, or similar problems. At the end of this part the teachers goes with the pupils through the questions and tasks assigned in the pupils' worksheets.

Examples of pupils' worksheets for problems assigned in a form of a real computer aided experiment:

Pupils' worksheet for a real computer aided experiment

Pupils' worksheets contain all information necessary for carrying out experiment (Raganová et al., 2007).

Structure of pupils' worksheets:

Name of the experiment

A little bit of theory — the introduction can contain an example from everyday life that motivates pupils to solve the problem raised at the end of this part.

What do we need — list of aids used during the experiment.

Scheme of the experiment — detailed scheme of the experiment development.

How will we proceed — detailed procedure of the experiment.

Processing of measured data — procedure how to analyse measured data.

Think — questions connected to measured values and processed results. Following the questions pupils analyse achieved results deeper.

Connection to life and practice — in this part pupils learn what practical impact of the given experiment is and where, in everyday life, they can come across it or similar experiments.

Proposals for further activities — this part is comprised of ideas for further activities closely connected to the carried out experiment.

Questions and tasks — additional questions and tasks corresponding to the experiment and phenomena closely connected to it.

Teachers' guidelines for real computer aided experiments

Guidelines are aimed for teachers and contain all information necessary for carrying out experiments. They include also information when to carry out the given experiment or other information needed for pupils' safety (Holec et al., 2004).

Structure of teachers' guidelines:

Name of the experiment

Integration of the experiment into topic — topics which the given experiment corresponds to and into which it can be included.

Objective of the experiment — what we want to achieve with the experiment, its brief description.

Notes to carrying out of experiment — additional information to the experiment.

Processing of measured data — the way how to process measured data and draw a conclusion.

Experiment conclusion — what was achieved by the experiment; what conclusions result from the experiment; solving of additional questions.

Pupil activities — proposals for further activities for pupils connected to the experiment.

Providing that schools do not have sufficient material and technological equipment it is possible to make a video-experiment including complete video-analysis. When doing video-experiment teacher's activity is very important; teacher can comment on the experiment during its process or stop some passages eventually repeat them several times. From this reason teacher's guidelines contain also time schedule of the video.

4 PEDAGOGICAL EXPERIMENT

RESEARCH OBJECTIVES

The main objective was to verify the effectiveness of using the multimedia DVD from nuclear physics in real conditions of selected lower secondary schools in the subject Physics.

To reach the aim partial tasks were determined:

- to verify stated hypotheses using research tools and methods;

RESEARCH HYPOTHESES

Based on the aforementioned objective the main hypothesis was formulated:

H: The use of multimedia DVD from nuclear physics in the teaching Physics in the

9th grade of lower secondary school influences the level of pupils' knowledge from nuclear physics from the point of view of statistical significance.

To verify the main hypothesis operational hypotheses were stated:

H₁: At the end of the experimental teaching process pupils taught by the multimedia DVD achieve higher performance in didactic test in the area of specific and non-specific transfer than pupils taught traditionally.

H₂: At the end of the experimental teaching process pupils taught by the multimedia DVD achieve higher performance in didactic test in the area of remembering than pupils taught traditionally.

H₃: At the end of the experimental teaching process pupils taught by the multimedia DVD achieve higher performance in didactic test in the area of understanding than pupils taught traditionally.

SELECTION OF RESPONDENTS

4 experimental and 4 control groups were selected from four lower secondary schools (Tab. 2). Within individual schools the groups were selected according to the level of knowledge from Physics characterised by the mark from Physics at the end of the 8th grade and the terminal mark in the 9th grade.

Table 2: Structure of individual control and experimental groups

School Name	Experimental group	Control group
I	43	43
II	28	26
III	22	22
IV	21	20
TOGETHER	104	101

The research was carried out on 205 pupils; 104 were in 4 experimental groups and 101 were in 4 control groups.

RESEARCH METHODS AND TECHNIQUES

To achieve the stated objectives and to verify hypotheses following research methods and techniques of empirical research were proposed:

- pedagogical experiment
- didactic test (DT) for verifying operational hypotheses H₁–H₃
- statistical methods for research results processing.

After the selection of suitable groups the pedagogical experiment followed simultaneously during one year in all groups. The same teacher taught in experimental and control groups at each school. In control groups the teaching process was carried out in a traditional way, i.e. without the use of experiments; neither any interactive methods nor problem tasks were used (multimedia DVD was not used).

In experimental groups almost the same curriculum as in control groups (extended minimally for the needs of experiments) was dealt with and experiments were carried out. Each experiment was used to introduce a problem task whereas the

pupils were provided with pupils' worksheets and teachers with teachers' guidelines for each problem task (P&E method). 5 experiments were carried out altogether; some were demonstration some pupil experiments. While doing demonstration experiments one measuring set was used; experiment was demonstrated by the teacher with the help of pupils. During pupil experiments three measuring sets were used whereby pupils were divided into three groups.

When dealing with the topic of nuclear physics pupils did not know that they were a part of a pedagogical experiment. After the experiment pupils in all groups took a didactic test. In the didactic test pupils' knowledge on the three levels of educational objectives (remembering, understanding, specific and non-specific transfer — the use of information in typical and problem situations — Tab. 3) was studied.

Table 3: Educational objectives

Educational objective	Pupil is able
Remembering the information	To recall, recognise and reproduce concepts, facts, relationships, etc.
Understanding the information	To transform remembered information (knowledge) and put them forward in a summarised way, in a correct order, explain them in own words, explain the meaning, etc.
The use of information in typical and problem situations (specific and non-specific transfer)	To apply the knowledge, solve analogical tasks, formulate problems, perform analysis, synthesis, solve problem tasks, etc.

All pupils had the same didactic test containing 17 questions (Appendix). Questions were selected after an agreement with teachers. The majority of questions were open, some were multiple choice. Pupils had 35 minutes to do the test and could reach a maximum of 30 points. The correct answer was evaluated with 1–3 points, according to the level of difficulty (Tab. 4). After the pedagogical experiment the obtained data was collected and statistically and qualitatively analysed.

Table 4: Four levels of learning in the used test

	Remembering	Understanding	Specific and nonspecific transfer
Points	1	2	3
Question in test	2, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17	3a, 3b, 5, 6, 14, 10	1, 4, 13

RESEARCH RESULTS

To verify hypotheses H_1 – H_3 a non-standardised didactic test — posttest, taken by pupils after dealing with the topic devoted to nuclear physics, was used (see appendix). Within the evaluation of the hypothesis H_1 only tasks aimed at specific and non-specific transfer were evaluated; within hypothesis H_2 only tasks aimed at remembering and within hypothesis H_3 tasks aimed at understanding (Tab. 4).

Table 5: F-Test: Two-Sample for Variances, t-Test: Two-Sample with Equal Variances (Hypothesis H_1)

	Experimental	Control
Mean	68.40	53.50
Variance	150.96	211.65
Observations	104	101
df	103	100
F	0.71	
F Critical one-tail	0.72	
Pooled Variance	180.86	
df	203	
t Stat	7.94	
$P(T \leq t)$ one-tail	$6.95 \cdot 10^{-14}$	
t Critical one-tail ($t >_{1-\alpha}(203)$)	1.65	
$P(T \leq t)$ two-tail	$1.39 \cdot 10^{-13}$	
t Critical two-tail ($ t > t_{1-\alpha}(203)$)	1.97	

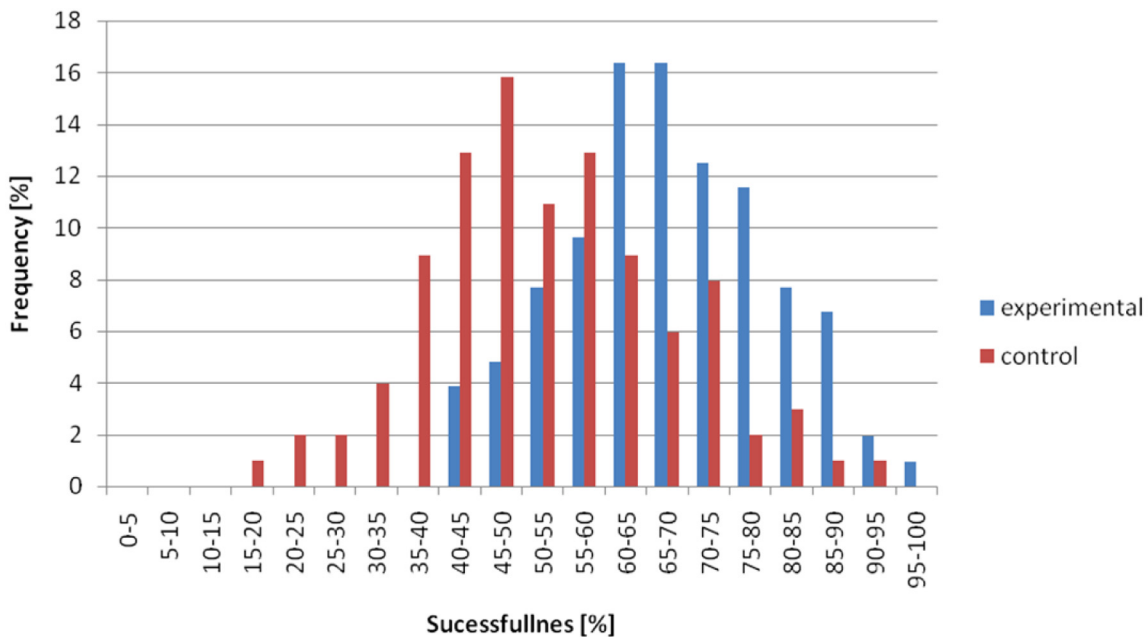


Figure 1: Test successfulness histogram in the control and experimental group. (control group: $N = 101$, Mean = 53.5 %, Stand. Dev. = 14.54 %, Max = 92 %, Min = 20 %, experimental group: $N = 104$, Mean = 68.4 %, Stand. Dev. 12.28 %, Max = 96 %, Min = 42 %)

Let's have a closer look at the verification of H_1 hypothesis (hypotheses H_2 and H_3 were verified analogically). The score of the posttest in both groups met the condition of normal distribution (normal distribution was verified via Kolmogorov-Smirnov Test). Results in the charts (Fig. 1) and (Tab. 5) show that there is a difference between knowledge of pupils in experimental and control group shown in the test (in tasks aimed at specific and non-specific transfer). Statistical analysis of characteristics in both groups confirmed that it is possible to test the null hypothesis H_0 : The percentage of successfulness in experimental and control group is equal: H_0 :

$\mu_1 = \mu_2$ (vs. $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$). Statistical verification of the hypothesis was carried out on a significance level 0.05 using two-sample T-test and F-test.

At first the F-test was used to assess the equality of variances. The null hypothesis was stated: $H_{01}: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ versus $H_{11}: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. The null hypothesis is rejected if the value $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ is too high or too low (S_1^2, S_2^2 are variances for experimental and control group). Critical value of Fisher-Snedecor distribution with degrees of freedom $n_1 - 1$ and $n_2 - 1$ is illustrated in Tab. 5. As $F < F_{\text{critical}}$; hypothesis $H_{01}: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ for equal variances cannot be rejected.

Following, the hypothesis of equally acquired score in the control and experimental groups ($H_0: \mu_1 = \mu_2$) was tested. Independent two-sample Student T-test for unequally large populations and equal variances was used. As $t > t_{\text{critical (two-tail)}}$ the hypothesis H_0 was rejected and **hypothesis $H_1: \mu_1 > \mu_2$ was confirmed**. While solving the tasks of didactic test the pupils in experimental group achieve better results, from the point of view of statistical significance, in the area of specific and non-specific transfer than pupils taught traditionally.

SUMMARY OF RESEARCH RESULTS

Analogically to hypothesis H_1 , also further hypotheses were statistically evaluated. Validity of operational hypotheses is summarised in following table (Tab. 6).

Table 6: Summary of individual hypotheses verification

Hypothesis	Method of data acquisition	Hypothesis validity	Researched value
H_1	DT – posttest	valid	Specific and non-specific transfer
H_2	DT – posttest	valid	Remembering
H_3	DT – posttest	valid	Understanding

From statistical analyses and results of partial hypotheses testing it is possible to say that on the selected significance level 0.05 and under given conditions the initial hypothesis is confirmed and true. Research into the use of presented multimedia DVD from nuclear physics shows that:

- Pupils taught by the multimedia DVD from nuclear physics achieved higher performance in the didactic test in the area of specific and non-specific transfer, understanding and remembering at the end of the experimental education than the pupils taught traditionally.
- Pupils taught by the multimedia DVD from nuclear physics learned more actively during lessons than the pupils taught traditionally.

Via a detailed analysis of the results obtained during the pedagogical experiment, evaluation of didactic tests and questionnaires and after the consultations with teachers and pupils it can be concluded that:

1. The use of experiments and problem tasks from nuclear physics in the teaching process contributes to achieving of higher performance of pupils in experimental groups when compared to pupils from control groups. This fact was shown

in partial evaluation of the didactic test (individually evaluated tasks aimed at remembering, understanding, specific and non-specific transfer), as well as in overall evaluation of the didactic test. This trend was shown also in the case of good as well as weaker pupils (following a mark from Physics at the end of the school year).

2. The pupils achieved the worst results during the traditional teaching (in control groups) in the most difficult tasks (aimed at specific and non-specific transfer) what confirmed the research of I. Halloun and D. Hestenes (and others) that traditional form of teaching leads to declarative knowledge only. This kind of knowledge does not represent conceptual understanding of the topic being dealt with. This trend was shown also in the case of good as well as weaker pupils. The use of interactive methods and problem tasks (e.g. P&E method) can lead to significantly better results.
3. From the interviews with the teachers and pupils resulted that the use of pupils and demonstration experiments from nuclear physics in the teaching process contributes to the increase in the principle of the curriculum demonstration, includes pupils into all stages of the teaching and learning process and thus encourages active working.
4. Pupils liked nuclear physics experiments very much; after the topic of nuclear physics they evaluated the subject as a more interesting, more understandable, more popular and attractive subject.

5 CONCLUSION

Nuclear physics belongs to the most difficult areas of Physics dealt with at lower secondary schools. The use of experiments from nuclear physics, when dealing with this topic, should be obvious at all lower secondary schools. The use of such experiments enables the pupils an easier understanding of this difficult topic.

BIBLIOGRAPHY

- ARONS, A. B. Achieving Scientific Literacy. Daedalus, Spring, 1983 (český překlad: Cesta k přírodovědní gramotnosti I, II In *Čs. čas. fyz.* A35, 1985, s. 58–68), s. (151–158).
- ARONS, A. B. *Teaching Introductory Physics. A guide to Teaching for Learning and Understanding.* New York : John Wiley and Sons, 1997.
- BROWN, D., COX, A. J. Innovative Uses of Video Analysis. *The Physics Teacher*, vol. 47, no. 3, p. 145–150, 2009.
- BUSSEI, P., MERLINO, S. European workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning. *Europhysics News*, 34(3), 2003, p. 116–117.
- CAMPBELL, J., BOURNE, J., MOSTERMAN, P., BRODERSEN, A. The effectiveness of learning simulations for electronic laboratories. *Journal of Engineering Education*, 91(1), 2002, 81–87.

- CROUCH, C. H., MAZUR, E. Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. *Am. J. Phys.* 69(9), 2001.
- DEMKANIN, P., PIŠŮT, J., VELMOVSKÁ, K. *Vybrané faktory prispievajúce k rozvoju kompetencií žiakov pri vyučovaní fyziky*. FMFI UK Bratislava, 2011.
- DVOŘÁK, L., ET AL. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. Praha : Matfyzpress, Univerzita Karlova, 2008.
- DYKSTRA, D. I., BOYLE, C. F., MONARCH, I. A. Studying conceptual Change in learning physics. *Science Education*, 1992 (6), p. 615–652.
- FINKELSTEIN, N. D., ADAMS, W. K., KELLER, C. J., KOHL, P. B., PERKINS, K. K., . . . , LeMASTER, R. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 1(1), 2005, 1–7.
- HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics* 66(1998), p. 64–74.
- HALLOUN, I., HESTENES, D. The initial knowledge state of college physics students. *Am. J. Phys.* 53 (1985), 1043–1055.
- HANČ, J., TÓTH, J. *Pojmy súvisiace s pojmom sila – Force concept inventory (FCI)*. 2006, Dostupné 18. 12. 2012.
<<http://physedu.science.upjs.sk/metody/testy.html>>
- HANČ, J., DEGRO, J., JEŠKOVÁ, Z., KIREŠ, M., ONDEROVÁ, Ľ., ČUKANOVÁ, E., KONKOĽOVÁ, M. *Rozumejú alebo memorujú vaši žiaci fyziku, ktorú učíte? Štandardizované konceptuálne a postojové testy ako nástroje hodnotenia výučby*. DIDFYZ 2006, Nitra 2007.
- HESTENES, D., WELLS, M., SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. *Phys. Teach.* 30 (1992), 141–158.
- HOCKICKO, P. Nontraditional Approach to Studying Science and Technology. *Communications*, Vol. 12, No. 3, 2010, p. 66–71.
- HOCKICKO, P. Forming of Physical Knowledge in Engineering Education with the Aim to Make Physics More Attractive. *Proceedings SEFI – PTEE 2011* (Physics Teaching in Engineering Education), Mannheim, Germany (2011).
- HOLEC, S., RAGANOVÁ, J., HRUŠKA, M., SPODNIAKOVÁ PFEFFEROVÁ, M., BULLA, M., MURÍN, M. *Integrovaná prírodoveda v experimentoch*. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB, 2004. 216 s.
- KRIŠŤÁK, Ľ. *Experimenty z jadrovej fyziky na gymnáziách*. Dizertačná práca. FPV UMB BB. 2007.
- KRIŠŤÁK, Ľ. *Komparácia učebných textov z jadrovej fyziky na Slovensku a v niektorých krajinách EÚ*. Mladí vedci 2008, UKF Nitra.
- KRIŠŤÁK, Ľ., NĚMEC, M. *Inovácia Fyzikálneho vzdelávania na TU vo Zvolene*, vedecká monografia, TU Zvolen 2011.
- KRUPOVÁ, I. The Development of Natural Science Literacy in Pupils in the First Stage of Basic School Using the Method of Managed Discovery. *Pedagogika*, Vol. LIX, No. 3, 2009, p. 259–268.

MARTIN-BLAS, T., SEIDEL, L., SERRANO-FERNANDEZ, A. Enhancing Force Concept Inventory diagnostics to identify dominant misconceptions in first-year engineering physics. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 35, No. 6, 2010, 597–606.

MAZUR, E. *Peer instruction*. A user's manual. Prentice Hall, New York, 1997.

McDERMOTT, L. C. Oersted medal lecture 2001: Physics Education Research — The Key to Student Learning. In *Am. J. Phys.*, 69(2001), p. 1127–1137.

NACHTIGALL, D. K. What is wrong with physics teachers' education? *Eur. J. Phys.* 11(1990) 1–14.

RAGANOVÁ, J., HOLEC, S., HRUŠKA, M., KRIŠŤÁK, Ľ., MURÍN, M., SPODNIÁKOVÁ PFEFFEROVÁ, M. *Investigations of human-environment interactions*. 2007. Dostupné z:

<http://www.e-prolab.com/en/human-env/human-env.html> (18. 12. 2012)

REDISH, E. F. *Teaching Physics*. John Wiley and Sons, New York, 2003.

REDISH, E. F., STEINBERG, R. N. Teaching physics: Figuring Out What Works. *Physics Today*, Vol. 52 (1999), p. 24–30.

SHELLY, G. B., CASHMAN, T. J., GUNTER, R. E., GUNTER, G. A. *Teachers Discovering Computers: Integrating Technology in the Classroom*. Thomson Learning, Cambridge, MA, 2001.

SOKOLOFF, D. R., THORTON, R. K. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. *Phys. Teach.* 35(6), 1997.

STURM, B. *Science in School*. Issue 13, Autumn, 2009, 29.

ZACHARIA, Z., ANDERSON, O. R. The effect of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics* (2003), Vol. 71, p. 618.

ZELÉNICKÝ, Ľ. Úloha fyzikálneho experimentu vo vyučovaní. In *MEDACTA '91* časť 3. Nitra : Pedagogická fakulta, 1991.

ŽÁČOK, Ľ. Research examination of the options to increase the education effectiveness in the technical subjects at the 7th grade of elementary school using hypertext educational material. *Informatics in Education*, 9(2), 2010, 283–299.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was elaborated with the support of the projects KEGA no. 005UMB-4/2011 and KEGA no. 011UMB-4/2012.

APPENDIX

TEST FROM NUCLEAR PHYSICS FOR THE 9TH GRADE OF PRIMARY SCHOOL

1. Consider 6 isotopes: ${}_{26}^{54}A$, ${}_{29}^{63}B$, ${}_{27}^{56}C$, ${}_{25}^{56}D$, ${}_{28}^{64}E$, ${}_{26}^{55}F$
 - a) which two isotopes are isotopes of the same element?
 - b) which two have the same number of particles in nucleus?
 - c) which two have the same number of neutrons in nucleus?
 - d) which one has the highest proton number?
 - e) which one has the highest nucleon (mass) number?
2. What are natural radionuclides?
3. Radionuclide of polonium ${}_{84}^{218}\text{Po}$ emits alpha particle. Write this radioactive decay.
 - a) ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{214}\text{Pb} + {}_2^4\alpha$,
 - b) ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{216}\text{Pb} + {}_2^4\alpha$,
 - c) ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{83}^{214}\text{Bi} + {}_1^4\alpha$,
 - d) ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{80}^{216}\text{Hg} + {}_4^4\alpha$

Bismuth nucleus ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ emits beta particle. Write this radioactive decay

- a) ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{83}^{210}\text{Bi} + e^{-}$,
 - b) ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{84}^{210}\text{Po} + e^{-}$,
 - c) ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{82}^{210}\text{Pb} + e^{-}$,
 - d) ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{84}^{211}\text{Po} + e^{-}$
4. Radionuclide of nitrogen ${}_{7}^{14}\text{N}$ has half life 24 minutes. Determine the time of radioactive decay during which the original sample of nitrogen radionuclide of 2 g reduces its weight to 250 mg.
 5. What are artificial radionuclides and where are they used?
 6. Explain the meaning of the word nuclide. What nuclides does hydrogen have?
 7. What forces are there between the protons of an element nucleus?
 8. In which elements does spontaneous nucleus decay occur? How is this phenomenon called?
 9. What is in an active zone of a nuclear reactor?
 10. Describe nuclear synthesis.
 11. What are the conditions of radioactive waste storage?
 12. What are three basic ways of protection against radiation?

13. Classify materials with the same thickness according to the extent of gamma radiation transition. Start with the one that transmits gamma radiation the most:
air – lead – aluminium – paper
- a) air – paper – aluminium – lead,
 - b) paper – air – aluminium – lead,
 - c) air – aluminium – paper – lead,
 - d) air – paper – lead – aluminium
14. Describe uranium ^{235}U fission.
15. What do you know about first artificial radionuclide?
16. Enrico Fermi.
17. Explain the term isotope.

Ľuboš Krišťák – E-mail: kristak@tuzvo.sk
Technical University in Zvolen, Faculty of Wood Sciences and Technology
Department of Physics, Electrical Engineering and Applied Mechanics
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic

Ján Stebila – E-mail: jan.stebila@umb.sk
Matej Bel University, Faculty of Natural Sciences
Department of Techniques and Technologies
Tajovského 40, Banská Bystrica, Slovak Republic

Zuzana Danihelová – E-mail: zuzana.danihelova@tuzvo.sk
Technical University in Zvolen
Institute of Foreign Languages
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic

Zkoumání problémů, které mají učitelé při konstrukci pojmových map týkajících se energie

Abraham Motlhabane

Abstrakt

Jedním z problémů ve výuce přírodních věd je konstrukce platných vědeckých vztahů mezi pojmy. Průzkum, který proběhl mezi 15 učiteli přírodních věd, zjišťoval, jak zvládají konstrukci pojmových map. Umět konstruovat pojmové mapy je klíčové, protože to učitelům pomáhá plánovat průběh výuky. Pro učitele bylo náročné uspořádat pojmy hierarchicky, užívat propoziční spoje a vzájemné propojení pojmů. Článek navrhuje, aby pomoc učitelům zaměřená na zvládání těchto problémů zahrnovala výukové a učební strategie pracující se vztahy mezi pojmy, například pojmové mapování.

Klíčová slova: pojmové mapy, pojmové mapování, věda, učitelé.

An Exploration of Teacher's Challenges in the Construction of Concept Maps on Energy

Abstract

One of the challenges in the teaching of science is the construction of valid scientific relationships between concepts. An investigation was done with 15 General Education and training (GET) science teachers to determine the challenges they have to deal with in constructing concept maps. Knowledge of how to construct concept maps is crucial since it can help teachers to plan the execution of instruction. The challenge to teachers was to arrange concepts in a hierarchy, the use of propositional linkages as well as cross-linking of concepts. The article suggests that interventions geared at addressing the challenges faced by teachers may include the teaching and learning strategies dealing with concept relations like concept mapping.

Key words: concept maps, concept mapping, science, teachers.

1 INTRODUCTION

Science teachers are generally faced with a variety of challenges. One of the challenges in the teaching of science is the construction of valid scientific relationships between concepts. Most cognitive theories share the assumption that concept interrelatedness is an essential property of knowledge (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996). A more complete picture of learner's and teacher's understanding emerges from incorporating aspects such as the shortcomings in the content and structure of the concept map (Van Zele, Lenaerts, Wieme, 2004). Moreover, it appears that teachers may possess understandings about science content which are not yet connected in a way that makes sense for them (Dawkins, Dickerson, McKinney, Butler, 2008). This is because many teachers hold ideas about scientific concepts that are not in accordance with the science view and often are similar to students' pre-instructional conceptions (Treagust, Duit, 2008).

The conceptual relationships in science and mathematics (Duit, Treagust, Mansfield, 1996) can be investigated by pencil-and-paper measures such as concept mapping, relational diagrams, tree construction tasks, graph construction, networks and semantic differentials. In general, learners do not understand scientific relationships and the teachers are expected to provide learners with effective pedagogical strategies to address scientific relationships (Dawkins et al., 2008). Concept maps, if used properly, can potentially increase a teacher's repertoire of instructional and assessment techniques (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996). One of the benefits of using concept mapping is that it can be used to provide a visual representation of an individual's ideas about a concept or set of related concepts (Byrne, Grace, 2010). These ideas can represent some important aspects of the individual's existing knowledge in a content domain (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996).

Ideas represented have the meaning or ideational frameworks specific to a given context (Novak, 1990). Representation of meaning draws upon and incorporates ideas from Ausubel (1968). Both Hodson (1998) and Watts (1994) emphasise that the basic premise of constructivism is that learners should construct knowledge. For learning theorists such as Lewin (Schein, 1995) and Piaget (1985), human inquiry is rooted within the individual, who constructs knowledge through his or her actions on the environment. Of relevance to the current study is the teacher's development of conceptual relations with no prior training on concept mapping. The meaning (Clark, 2006) attached to this conceptual relations and the process of constructing meaning (Oded, Stavans, 1994) were equally important in providing meaning to these concept maps.

Literature on concept mapping emphasises the use and importance of concept maps (Austin, Shore, 1995) and the benefits of using concept maps (Novak, 1990; Byrne, Grace, 2010). However, constructed concept maps may include different kinds of challenges. These include straightforward mistakes, faulty or vague descriptions, misconceptions, and completely or partially deficient relationships. Knowledge of these challenges may serve as important feedback for the teachers (Van Zele et al., 2004). For example, the teachers can pinpoint learners' difficulties and track down recurrent patterns or areas of vague or clouded learner understanding. The purpose of the study on which this article is based was to determine the challenges faced by science teachers in the construction of concept maps. Knowledge of these challenges (Van Zele et al., 2004) as well as how to construct concept maps is crucial since it can help teachers to plan the execution of instruction (Novak, 1990).

2 LITERATURE REVIEW

Concept mapping originated within the education community as a tool to assess the understanding of school science learners (Novak, Canas, 2011). Researchers (Austin, Shore, 1995; Byrne, Grace, 2010; Novak, Gowin, 1984; Novak, 1990; Novak, Canas, 2006; Ruiz-Primo, Shavelson, 1996) generally concur in phrasing the description of concept mapping. For the purpose of this study, concept mapping (Novak, Gowin, 1984; Novak, 1990; Novak, Canas, 2006) is described as a technique involved in the organization of thoughts or ideas and relationships between them.

A number of different types of concept maps are reported in the literature. Examples of the concept maps include the spider concept maps, flow charts and hierarchical concept maps. These concept maps differ in terms of organization of concepts in a map. For instance, in the spider concept maps ideas are organized with the central theme in the centre of the map with sub-themes surrounding the central theme. With the flow chart, concepts are presented in a linear format, whereas in the hierarchical concept map ideas are arranged in descending order with the most important placed at the top. Hierarchy of concepts is a characteristic of many concept maps (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996). This hierarchy of concepts and other related ideas on concept mapping are illustrated in the concept map showing key features of concept maps (Figure 1).

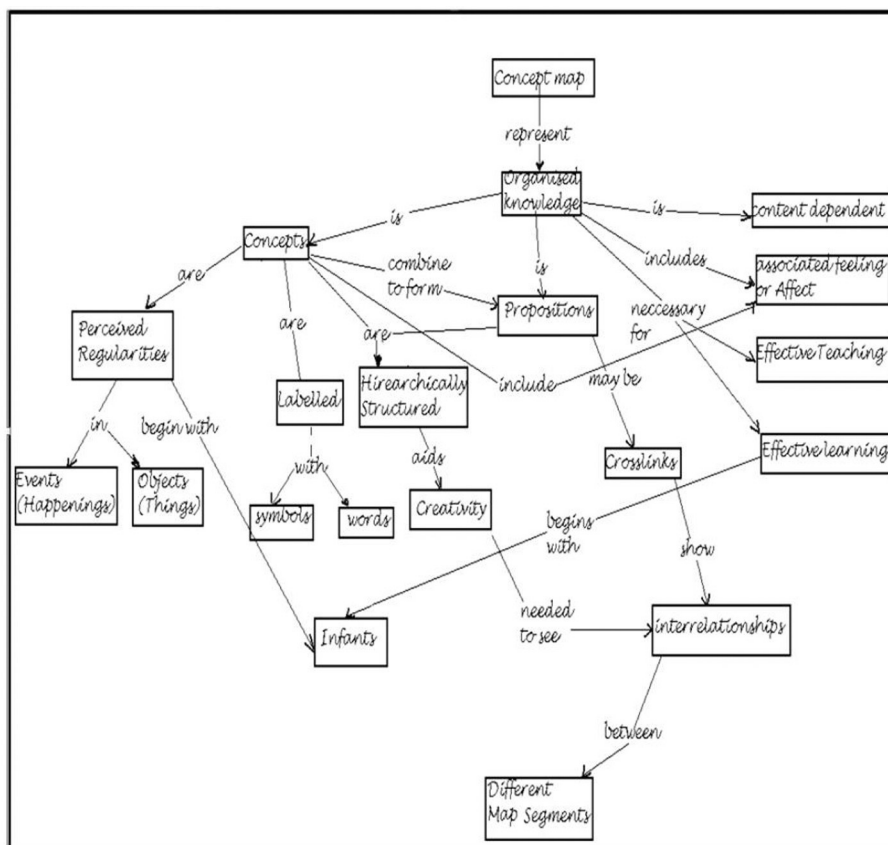


Figure 1: Concept map showing the key features of concept maps (Novak, Canas, 2008)

The concept map in Figure 1 provides a visual representation of how a concept map is constructed. The concept map drawn in Figure 1 provides answers to questions such as: What are concept maps? (Representation of organized knowledge);

Why are concept maps necessary? (May help in effective teaching and learning); What are the features of concept maps? (Concepts, propositions, cross-links, hierarchy, creativity, and labels). The construction of concept maps is dependent on the cross-links that show how concepts are related. The basic steps for creating a concept map have been widely described (Novak, Novak, Canas, 2008, Novak, Canas 2011). This steps starts with the definition of a focus question. Hereafter, key concepts are identified. The concepts are then arranged spatially followed by the creation of links. The spatial arrangement of concepts is subsequently revised and cross links created.

The use of concept maps then requires that an individual should know the type of relationships that exist between concepts before deciding on the structure of the concept map. Hence, knowledge of the content is crucial. Figure 1 is an example of a concept map that combines types of concept maps, but it may be necessary to simplify the map so that the ideas are represented in a simplified and understandable structure. This may help in the visualization of the concepts.

Consequently, when a reader reads a concept map, the question normally asked is: What is this concept map all about? This means that a concept map should consist of the central theme. The central theme is generally called the main idea. When constructing the concepts related to the central theme, there should be what is termed 'linking words' (Novak, 1990). These linking words are written on the line connecting the concepts in order to form propositional statements. A proposition is the basic unit that should provide meaning in a concept map. It is generally used to judge the validity of the relation (line with an arrow) drawn between concepts (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996). The meaning of a concept should be represented by all of the propositional linkages constructed, including that concept (Novak, 1990). The absence of these propositional linkages in the concept maps may affect the understanding of the meaning of these concepts. In the construction of concept maps the emphasis should incorporate the actual linking of new knowledge correctly to previously held knowledge (Novak, Gowin, 1984) in order to yield meaningful learning. However, if these links are incorrectly made, these might result in misconceptions or alternative conceptions. Moon, Hoffman, Eskridge and Coffey (2011) argue that not every feature of a concept map will apply to every map. Deviation from the standard steps and features is allowed for creativity.

The linking of concepts generally depends on the knowledge of subject content the individual possesses. The relationship between concepts is crucial in constructing valid links between concepts. Failure to make valid links may result in the distorted meaning of concepts. Each linkage should demonstrate coherent understanding of the content.

Different studies on concept mapping (Austin, Shore, 1995; Byrne, Grace, 2010; Novak, Gowin, 1984; Novak, 1990; Novak, Canas, 2006; Ruiz-Primo, Shavelson; 1996) concur on the benefits of using concept maps. The benefits of concept maps constructed by learners and by teachers can be summarised as follows:

- Learners can gain knowledge and insight about the topic.
- Alternative conceptions and misconceptions can be identified.
- Relationships between concepts can be assessed.
- Ideas can be organized in preparation for a lesson.
- Learners can use concept mapping to summarize lessons after teaching.
- Learners can use concept mapping to reflect on a lesson presented.

- Learners can share and work together to map out a topic.
- Visualization of concepts may be improved.
- Learners can learn to structure concepts.
- Teachers can use concepts to explain how concepts are related to each other.
- Teachers can organize concepts in a way that can be easily understood by learners.
- Concept maps can be used to assess learner's understanding of content.

Concept mapping generally has a positive effect on both learner achievement (Ingec, 2009) and learner attitude (Duit et al., 1996). When learners are asked to construct concept maps as routine part of their instruction, they can move away from patterns of rote learning (Novak, 1996). Effective concept mapping requires learners to be familiar with the concept mapping method. This will help them to focus on meaningful and insightful propositions, therefore they should be taught by trained teachers (Van Zele et al., 2004).

Against this background, the study was conducted to investigate the challenges faced by teachers in constructing the concept maps. This is because knowledge of how to construct concept maps is crucial since it can help teachers to plan the execution of instruction (Novak, 1990).

3 RESEARCH QUESTION

The research question for this study is:

What are the challenges faced by General Education and Training (GET) science teachers in the construction of concept maps?

4 RESEARCH METHODOLOGY

The study reported in this article was conducted in a South African education district. A sample of fifteen General Education and Training (GET) science teachers participated in this study. GET science teachers are teachers teaching grades 4, 5, 6, 7 and 9. Their experience in the teaching of physics ranged from 4 years to 17 years. The teachers did not have prior experience in the construction of concept maps. Furthermore, from the engagement with the teachers, it emerged that the majority of them do not have basic facilities to teach physics. They rely on textbooks supplied by the department of education to teach physics and other subjects. These science teachers were purposefully selected from a group of mathematics and science teachers who were invited to participate in a workshop on content enrichment.

This study was a qualitative case study. According to Babbie and Mouton (2001), a sample of five to twenty respondents is sufficient. In qualitative case studies, researchers study small or distinct groups. These are typically single-site studies. The data analysis focused on one phenomenon (in this case how do science teachers construct concept maps and the challenges they face in the construction of these concept maps) which the researcher selected to understand in depth regardless of the number of sites or participants (McMillan, Schumacher, 1997).

Data was collected through concept maps constructed by the science teachers. In addition, observations were made during the construction of concept maps and

field notes were used to record observations. Questions on energy concepts were asked by the author during the workshop and recorded in the field notes. The author was a participant observer and played an active role during the construction of concepts maps. This helped the author to listen and observe the phenomena so as to understand it from the perspective of participants. This is because participant observation is based on the assumption that understanding of the inner perspectives of subjects can be achieved by actively participating in the subject's world and gaining insight by means of observation (Silverman, 2004).

Teachers were requested to construct concept maps on energy. This was used as an introduction as well as to prepare teachers for the workshop, and as a way to introduce them to concept mapping as a technique. The process of introducing teachers to concept mapping was as follows: First, concept mapping as a technique (Figure 1) was discussed with teachers. Secondly, teachers were requested to write down concepts related to energy. Lastly, they were requested to construct concepts maps referring to the technique (Figure 1) as discussed with them. With the view that the concept mapping task better demonstrates and consequently promotes the development of a coherent knowledge structure (Van Zele et al., 2004). Concept maps were qualitatively used in the design and development of data collection (Wheeldon, Faubert, 2009). Furthermore, the maps helped in the identification of concepts and connections based on how the participants frame their experience. Concept maps were selected as a research tool because they have been previously used to investigate conceptual relationships (Duit et al., 1996). For instance, Van Zele et al. (2004) used concept mapping qualitatively to investigate university-level engineering students' conceptual relationships on the concept 'atom'. Stoddart, Abrams, Gasper and Canaday (2000) concur that concept maps measure aspects of learning which conventional tests do not measure particularly well.

Five groups of three members were formed from the fifteen science teachers who participated in the study. It was necessary to construct the concept maps in groups because it was an opportunity for the teachers to share ideas. Furthermore, concept mapping provides an attractive basis for collaborative brainstorming and discussion, enabling groups to build a shared understanding (Van Zele et al., 2004). The researcher engaged with teachers for two days and five concept maps were constructed and transcribed. These concept maps were discussed with teachers during the workshop. Teachers were asked to critically discuss these concept maps. The discussion included the content of the concept maps and how the content is related. It was evident in the discussion that some of teachers lacked science content knowledge. The concept maps are included in this article and are labelled Figures 2, 3, 4, 5, and 6. The constructed maps were analysed in terms of the requirements of concept mapping as shown in Figure 1. The aim with the teachers' concept maps was to investigate the challenges the teachers face in relating concepts to concepts, in arranging the concepts hierarchically, in the cross-linking of concepts, and the use of propositional linkages.

The researcher acknowledges that there are a number of strategies (Ruiz-Primo, Shavelson, 1996; Wheeldon, Faubert, 2009) which can be used to analyse concept maps. Still other approaches might involve considering how the maps were created based on the physical construction of the maps, the degree of formality involved, and any similarities or variances in the kind of concepts included (Wheeldon, Faubert, 2009). In this study, the author focused on the propositions. This means that the concept maps were judged from the propositions in a map, their accuracy, the cross-links, hierarchy levels, and labels provided. In addition, the teachers' abilities in

clearly articulating the focus question (draw a concept map on energy), concepts related to energy, using linking words as well as propositions were evaluated. The teachers' concept maps were then evaluated to see whether they conformed to the requirements as indicated in Figure 1.

5 RESULTS AND DISCUSSION

The science teachers' workshop was based on the concept of energy. In preparation for the workshop, teachers were asked to discuss the definition of energy before they constructed the concept maps. The purpose with this, was to get teachers thinking about concepts related to energy. It was eminent from the discussion that teachers differed on the correct definition of energy. Teachers argued that most textbooks refer to energy as the ability to do work. These arguments led to some of them elaborating on the meaning of "the ability to do work". Some of the responses given by teachers are as follows:

- *"The power or ability to facilitate or do work"*
- *"The power that someone uses to bring change on an object"*
- *"The power that enable something to perform"*
- *"The energy is there"*
- *"Transformation of energy"*

The descriptions indicated that teachers confuse energy and power. Following a discussion on energy and definitions given by teachers a short lecture on energy was presented by the author. Teachers were then given an opportunity to construct the concept maps on energy. Teachers used lecturer notes and textbooks as references materials. Examples of prepared concept maps were shown to teachers. Teachers continued to argue during the construction of concept maps. Their continued debates were a learning curve for teachers hence they learnt from each other during the workshop.

The article reports on the concept maps constructed by teachers. These concept maps show how concepts are related. In addition, attention was given to how concepts are arranged hierarchically, cross-linking concepts, and using propositional linkages. A more detailed picture of the concept maps was extracted from a qualitative analysis of the concept maps (Figures 2, 3, 4, 5 and 6). Figures 2, 3, 4, 5 and 6 shows the concept maps of groups 1, 2, 3, 4, and 5. In these figures the original copy as well as the transcribed concept map is illustrated. The results of this study indicate that teachers do not possess the skill in constructing concept maps.

6 DISCUSSION OF GROUP 1 CONCEPT MAP

The teachers indicated the main idea in the concept map, but the concept map lacked clarity because the structure of the map does not make it clear how concepts are related. An attempt was made to organise concepts hierarchically at the top, with sources of energy followed by an example (sun). Although sources of energy are specified, only one source of energy is pointed out.

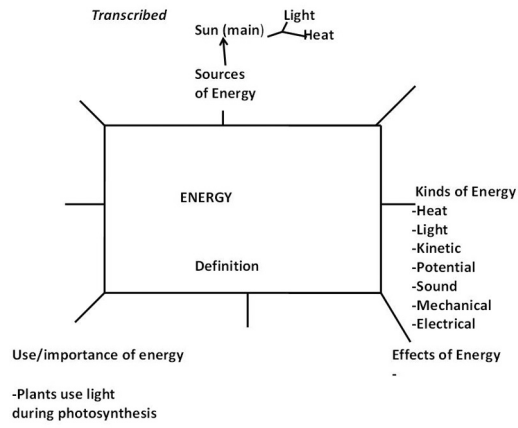
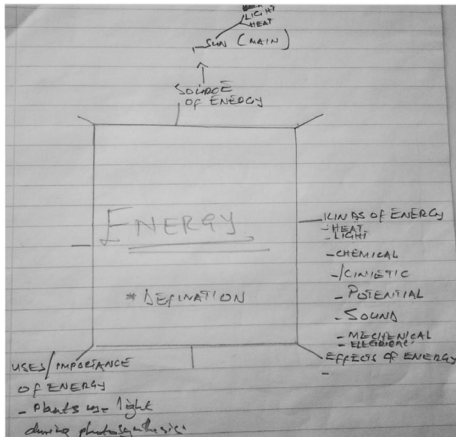


Figure 2: Group 1 concept map

The map (Figure 2) shows that the sun is related to light and heat but it is not clear how they are related. The assumption is that the sun produces light and heat. The map illustrates kinds of energy, and examples thereof include kinetic, heat, light, potential, sound, mechanical and electrical energy.

Furthermore, the teachers included the phrase ‘uses/importance of energy’ and mentioned that ‘plants use light during photosynthesis’. In the centre of the map, the teachers wrote the word ‘definition’ with no concepts linked. The latter is consistent with what transpired in the beginning of the workshop where teachers could not agree on the correct definition energy.

7 DISCUSSION OF GROUP 2 CONCEPT MAP

The teachers who constructed the concept map that is presented as Figure 3 attempted to organise concepts hierarchically. The main idea in the concept map is the concept ‘sun’ (the main source of energy). The supposition made by the author is that the teachers’ concept map sketches the methodology they adopted when introducing the concept of energy. The map shows that the teachers introduced the concept of energy by first talking about the main source of energy (the sun). The map explains how energy from the sun is converted to heat, light and kinetic energy. However, the concepts ‘heat energy’ and ‘light energy’ are repeated four times in different parts of the map, while ‘kinetic energy’ is repeated three times. The map demonstrates insufficient coherence and limited hierarchy of concepts.

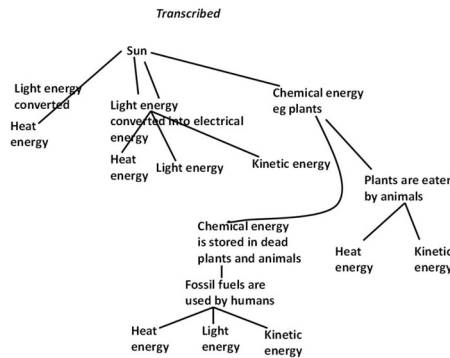
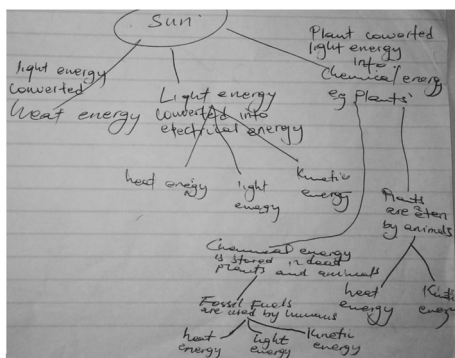


Figure 3: Group 2 concept map

The concept map in Figure 3 illustrates that teachers could not understand that the main idea in this case should be energy. This may have implications in the teaching and learning of the concept energy. Teachers should think carefully before choosing the concepts that can be used to introduce a related concept. Figure 3 was supposed to be a concept map on the concept of energy, but teachers constructed a concept map on the sun. Constructing a concept map requires active involvement in identifying the central idea and relating concepts to each other in a meaningful way (Slotte, Lonka, 1999).

8 DISCUSSION OF GROUP 3 CONCEPT MAP

Observations made during the discussion and construction of this map is that teachers could not agree on the content to include and the structure of the map. At the end of their discussion they included only the examples of energy. In spite being given the example of a concept map, teachers did not take into consideration that the lines they draw should have meaning when drawn between concepts. Their (group 3) discussion of energy concepts yielded a map illustrated in Figure 4.

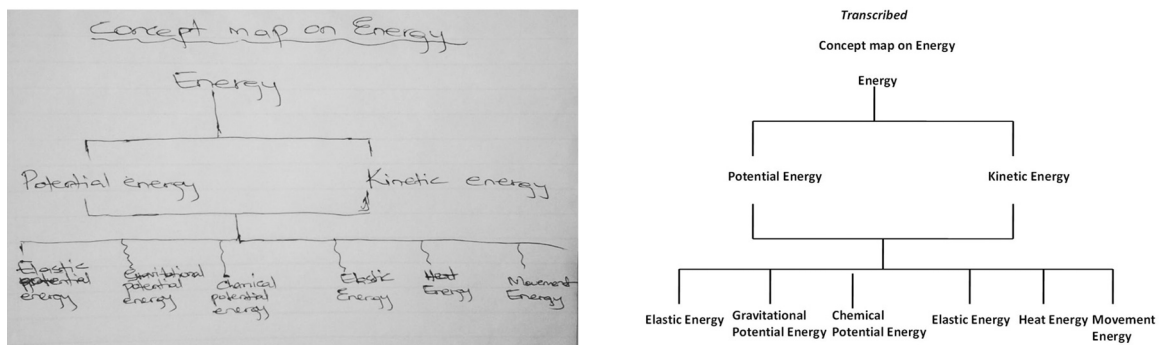


Figure 4: Group 3 concept map

Although there is no propositional linkage between the concept ‘energy’ and the two concepts ‘kinetic energy’ and ‘potential energy’ (Figure 4), the teachers who constructed this map attempted to show the hierarchy between the concepts of energy and kinetic and potential energy. However, ‘kinetic energy’ and ‘potential energy’ should have been connected by a linking word to ‘energy’. The two concepts (kinetic energy and potential energy) are types of energy, but it is not clear from the map. If the linking word was included it would be clear to the reader.

In the next part of the map, six concepts are mentioned. These are elastic potential energy, gravitational potential energy, chemical potential energy, elastic energy, heat energy and movement energy. These concepts are joined to both kinetic and potential energy. Again the map is silent about the relation of these concepts to kinetic and potential energy.

The arrangement of concepts in this concept map (Figure 4) illustrates limited content knowledge of teachers. It is possible that the teachers were not using concept mapping as a teaching strategy in their respective schools. For this reason they could not arrange concepts in a way that is understandable to the reader.

9 DISCUSSION OF GROUP 4 CONCEPT MAP

There is a possibility that teachers who constructed this map (Figure 5) did not remember the effects of energy or they did not know them. This is because some parts of the map were incomplete. Omitting the relevant concepts and examples from the maps is related to the inability to apply them (Slotte, Lonka, 1999). Teachers constructed these maps in groups and the expectation was that they would help each other and construct complete concept maps.

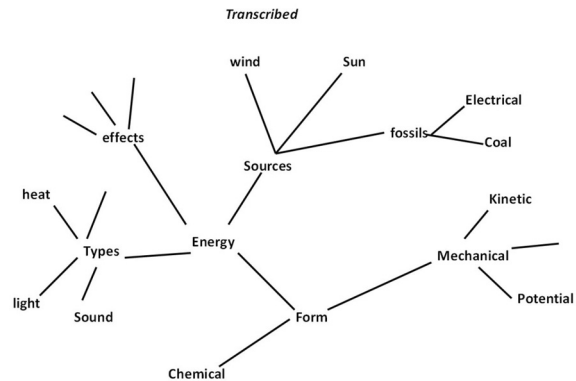
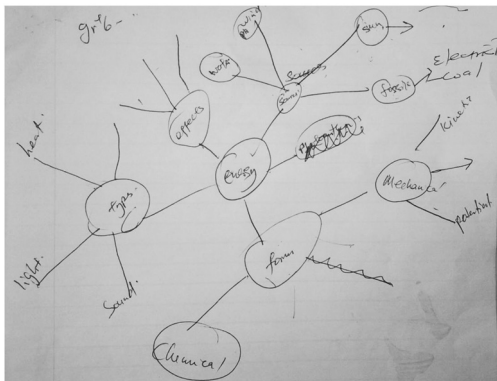


Figure 5: Group 4 concept map

The concept map in Figure 5 was fairly attempted. Nevertheless, it was difficult to locate the main idea in the concept map since the main idea does not stand out clearly. The teachers managed to hierarchically link energy to types, effects, and forms of energy, but failed to complete few parts of the map. The concepts in this map are linked using lines with no linking words. The teachers have drawn a line between concepts like ‘effects’ and ‘energy’ and three lines outwardly from the concept “effects” with no concepts written in the lines.

10 DISCUSSION OF GROUP 5 CONCEPT MAP

Despite similar challenges with other groups of teachers, the concept map in Figure 6 shows that the teachers managed to mention concepts related to energy together with examples, including types of energy, sources of energy, forms of energy as well as uses of energy.

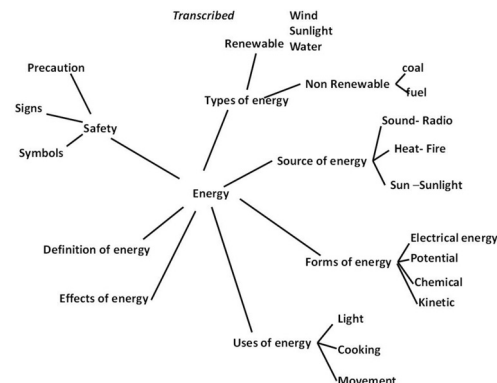
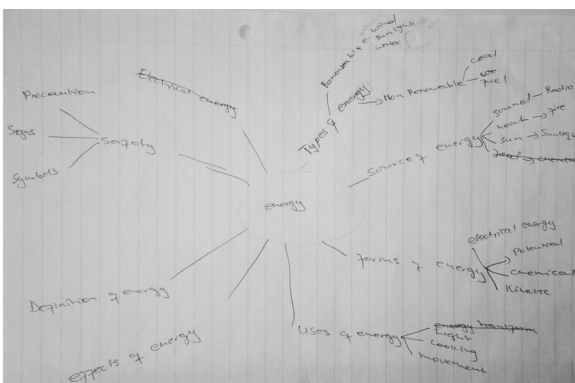


Figure 6: Group 5 concept map

However, they mentioned effects of energy without providing examples. Although, the concept map has been drawn with no cross links and labels, an attempt was made to organise the map hierarchically. The results of this study were particularly influenced by the grouping of teachers. This is because every teacher had their own mental structures. Teachers could not agree on a specific structure. However, repeated practice in the group construction of concept maps may yield better results.

11 CONCLUSION

Although few studies have investigated the impact of group concept mapping, most of the studies investigating concept mapping within a group learning environments (Okebukola, 1992) suggest that collaborative concept mapping can lead to effective discussions concerning concepts, and thus enhance meaningful learning.

The results of this study show that the teachers' concept maps varied substantially in their scope and complexity meaning that there was a varied level of conceptual understanding among the teachers in this study. This is the result of the different cognitive structures teachers have. Consequently, if one asks two experts to develop maps on the same topic, it is likely that these maps will look different because they reflect the cognitive structures of different people (Daley, Torre, 2010). Consistent with Okebukola's 1992 stand point, group concept mapping was found to be a good "spice" for the concept mapping experience. In addition, the group effort was expected to yield improved concept maps. But with more time dedicated to concept mapping, the skill can be improved. Even though the results show that the teachers did not have experience in the construction of concept maps. Effective discussions about concepts related to energy took place. Furthermore, these concept maps can be used in classrooms to spark debates on content and concept relations. For an introduction of a lesson on a topic of energy, the prepared concept maps can be used to facilitate learning and teaching in science classrooms. Learners and teachers can use such concept maps to construct knowledge and prepare new concept maps. Having said that, it was necessary to let teachers have a practical experience on the construction of concept maps. Teachers should also engage learners in the construction of concept maps. Even though there are challenges in the construction of maps, the skill to construct concept maps is important for both teachers and learners.

Some of the concept maps displayed lack of content knowledge. Apart from knowing the skill to construct the concept map, content knowledge is a major concern because it dictates what should be in the map and how it should be arranged. The lack of content knowledge has implications on the teaching and learning of science in schools.

Although the concept mapping technique was discussed with teachers, their concept maps could not match the criterion map indicated in Figure 1, thus it is evident that these teachers are not competent in the construction of concept maps. The concept maps did not conform to the established requirements of concept maps. This is because it may take time (McNeese, Ayoub, 2011) for teachers to acquire the skill.

The results of this study show that teachers face challenges in the construction of concept maps. The concept maps constructed by teachers who participated in this study show that teachers struggled to illustrate how concepts are related to one another. This finding is consistent with Ingec's (2009) conclusion that teachers

have difficulty establishing relationships among concepts. Arranging concepts in a hierarchy, using propositional linkages and cross-linking concepts was a challenge to teachers. The concept maps displayed very few hierarchies and incomplete cross-linking between concepts. None of the concept maps showed linking words between concepts. For this reason, the accuracy of the maps was affected. The accuracy of maps is related to understanding scientific content (Slotte, Lonka, 1999). The results of this study show that the teachers' concept maps are not entirely wrong and that the challenges identified can be used as a starting point to channel appropriate professional training of science teachers to include a focus on understanding of scientific relationships among concepts. Training should include revising and revisiting our teaching methodologies to incorporate the training of teachers in concept mapping.

The purpose of the study on which this article is based was to determine the challenges of science teachers in the construction of concept maps. The author is aware of the many challenges teachers face in the teaching of science. However, this article serves to inform the readers that some of the challenges are embedded in the understanding of relationships between concepts as depicted in the concept maps constructed by teachers.

It is suggested in the article that interventions geared at addressing the challenges teachers face should include the teaching and learning strategies dealing with concept relations. However, more time is needed to incorporate the use of concept mapping as a learning and teaching strategy since it requires adjustment on the part of both learners and teachers. The teachers who participated in this study experienced difficulties in constructing concept maps. This could suggest that teachers regularly need to practise the construction of concept maps.

BIBLIOGRAPHY

AUSTIN, L. B., SHORE, B. M. 1995. Using concept mapping for assessment in physics. *Physics Education*, 30, 1995, 41–45.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: A Cognitive View*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BABBIE, E., MOUTON, J. *The practice of social research*: Oxford University Press Southern Africa; Belmont : Cape Town, 2001.

BYRNE, J., GRACE, M. Using a Concept Mapping Tool with a Photograph Association Technique (CoMPAT) to Elicit Children's Ideas about Microbial Activity, *International Journal of Science Education*, 32, 4, 2010, p. 479–500. Retrieved 25 May 2011 from EBSCOhost.

CLARK, E. V. Meaning: Development. *Encyclopedia of Language & Linguistics*, 2006, p. 577–583.

DALEY, B. J., TORRE, D. M. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Medical Education*, 44(5), 2010, 440–448.

DAWKINS, K., DICKERSON, D., MCKINNEY, S., BUTLER, S. Teaching Density to Middle School Students: Preservice Science Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Practices, *Clearing House*, 82, 1, 2008, p. 21–26. Retrieved 1 July 2011 from EBSCO host.

- DUIT, R., TREAGUST, D. F., MANSFIELD, H. Investigating student understanding as prerequisite to improving teaching and learning in science and mathematics. In D. F. Treagust, R. Duit, B. J. Fraser (Eds). *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*, 1996, p. 17–31. Teachers college : Columbia University.
- HODSON, D. Teaching and learning science, towards a personalized approach. Buckingham. Phil., Miss. : Open University Press, 1998.
- INGEC, S. Analysing Concept Maps as an Assessment Tool in Teaching Physics and Comparison with the Achievement Tests. *International Journal of Science Education*, 31(14), 2009, 1 897–1 915.
- LEMMER, M. Analysis of South African Grade 10 learners' conceptual resources regarding the concept of energy in Physics. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), 2011, 4–17.
- MCMILLAN, J. H., Schumacher, S. Research in Education: A conceptual Introduction. 4th ed. Addison Wesley Longman, Inc : New York, 1997.
- MCNEESE, M. D, AYOUB, P. J. Concept mapping in the analysis and design of cognitive systems: a historical review. (In B. M. Moon, R. R. Hoffman, J. D. Novak, A. J. Canas (Eds). *Applied concept mapping, capturing, analysing and organising knowledge*, p. 3–21. CRC press. London, 2011
- MOON, B. M., HOFFMAN, R. R., ESKRIDGE, T. C., COFFEY, J. W. Skills in concept mapping. (In B. M. Moon, R. R. Hoffman, J. D. Novak, A. J. Canas (Eds). *Applied concept mapping, capturing, analysing and organising knowledge*, p. 3–21. CRC press. London, 2011.
- NOVAK, J. D. Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional science*, 19, 1990, 29–52.
- NOVAK, J. D. Concept mapping: A tool for improving science teaching and learning. In D. F. Treagust, R. Duit, B. J. Fraser (Eds). *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*, p.32–43. Teachers college : Columbia University, 1996.
- NOVAK, J. D., CANAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct them. Florida Institute for Human and Machine Cognition Pensacola FL, 32502. Retrieved 12 July 2011 from <http://www.ihmc.us>. 2006
- NOVAK, J. D., CANAS, A. J. Applying tools and ideas in the corporate world. (In B. M. Moon, R. R. Hoffman, J. D. Novak, A. J. Canas (Eds). *Applied concept mapping, capturing, analysing and organising knowledge*, p. 3–21. CRC press. London, 2011.
- NOVAK, J. D., GOWIN, D. B. *Learning to learn*. Cambridge University Press. : London, 1984.
- ODED, B., STAVANS, A. The effect of “false” schema activation on the construction of meaning. *System*, 22, (4), 1994, 497–507.
- OKEBUKOLA, P. A. Concept mapping with a cooperative learning flavor. *The American Biology teacher*, 54 (4), 1992.
- PIAGET, J. The equilibrium of cognitive structures: The central problem of intellectual development. (New translation of the development of thought ed). Chicago : University of Chicago Press, 1985.

- RUIZ-PRIMO, M. A., SHAVELSON, R. J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of research in science teaching*, 33 (6), 1996, 569–600.
- SCHEIN, E. Kurt Lewin's Change Theory in the field and in the classroom: Notes Toward a Model of Managed Learning, Systems practice, 1995.
- SILVERMAN, D. *Qualitative analysis research: theory, method and practice*. Thousand oaks, CA : Sage, 2004.
- SLOTTE, V., LONKA, K. Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21(5), 1999, 515–531.
- STODDART, T., ABRAMS, R., GASPER, E., CANADAY, D. Concept maps as assessment in science inquiry learning — a report of methodology. *International Journal of Science Education*, 22(12), 2000, 1 221–1 246.
- TREAGUST, D. F., DUIT, R. Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3:297–328, 2008.
- VAN ZELE, E., LENAERTS, J., WIEME, W. Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. *International Journal of Science Education*, 26(9), 2004, 1 043–1 064.
- WATTS, M. Constructivism, reconstructivism and task-orientated problem-solving. In P. J. Fensham (ed.), *The content of science*, p. 39–58. London : Falmer, 1994.
- WHEELDON, J., FAUBERT, J. Framing Experience: Concept Maps, Mind Maps, and Data Collection in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(3), 2009, 68–83. Retrieved 22 August 2011 from EBSCOhost.

Abraham Motlhabane – E-mail: motlhat@unisa.ac.za
 Department of Science and Technology Education (AJH-6-115)
 P.O. Box 292, UNISA 0003, South Africa

Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii

Martin Rusek

Abstrakt

Výzkumné šetření je zaměřeno na postoje žáků středních odborných škol (SOŠ) nechemického zaměření k chemii. Cílem je zjistit a porovnat postoje žáků na začátku a na konci školního roku, tedy po příchodu na střední školu a po skončení výuky chemie. Zadaný dotazník obsahoval tři otázky s otevřenou odpovědí a jednu otázku se škálou 1–5. Z výsledků je možné vyvozovat zpřesnění představ žáků o chemii posun v jejich vnímání užitečnosti chemie pro život. Přesto žáci hodnotí chemii známkou 3. V závěru příspěvku jsou uvedeny možnosti dalších kroků nutných pro optimalizaci výuky chemie ve specifickém prostředí SOŠ nechemického zaměření.

Klíčová slova: postoj žáků k chemii, výuka chemie, střední odborné školy nechemického zaměření, dotazníkové šetření, motivace, motivační prvky.

The Influence of Teaching on Vocational School Students' Attitudes to Chemistry

Abstract

This inquiry is focused on non-chemical vocational schools students' attitudes towards chemistry. The aim is to find out and compare students' attitudes at the beginning and at the end of the school year, i.e. right after their arrival at secondary school and after completing their chemistry education. The questionnaire used included three open questions and one question with a 1–5 scale. The results indicate an improvement in students' conception of chemistry and also a positive shift in their perception of usefulness of chemistry for life. Nevertheless, the students assess chemistry with the school mark 3 (from 1 to 5 with 1 the best). At the end of the paper, possible steps to be taken in the future are mentioned in order to optimise chemistry education in the specific environment of non-chemical vocational schools.

Key words: students' attitudes towards chemistry, chemistry education, non-chemical vocational schools, questionnaire survey, motivation, motivational elements.

1 ÚVOD

K 1. 9. 2012 začaly na základě nových vzdělávacích standardů – rámcových vzdělávacích programů (RVP) – být vyučovány obory středního odborného vzdělávání (SOV) zařazené do čtvrté etapy zavádění RVP SOV (Harmonogram, 2006). Zahájení všech 275 RVP SOV (RVP, 2008) probíhalo postupně podle četnosti daných oborů. Ve čtvrté etapě tak byly zařazeny nejméně často se vyskytující obory, např. 33-56-E/01 Truhlářská a čalounická výroba, 23-69-H/01 Puškař nebo 78-42-M/03 Pedagogické lyceum. První fázi kurikulární reformy v České republice však stále nelze z pohledu zavádění nových standardů považovat za ukončenou. Nově byly přidány další dvě vlny zahrnující celkem 5 RVP SOV. Tyto poslední obory začnou sledovat RVP SOV od 1. 9. 2014 a 1. 9. 2015.

Změny systému středních odborných škol (SOŠ) i změna vzdělávacích standardů však nejsou pouze administrativního charakteru. Současným trendem je zvyšování podílu všeobecně vzdělávacích předmětů v RVP. Na SOŠ je mezi tyto předměty řazena i oblast *Přírodovědné vzdělávání* (PřV), tedy fyzikální, chemické a biologické vzdělávání, a to i pro obory, ve kterých dříve tyto předměty nebyly vyučovány (Rusek, Pumpr, 2009). Z pohledu didaktiky chemie tak RVP SOV vytvářejí novou cílovou skupinu žáků. Tato změna s sebou přináší jistá specifika, na něž je upozorňováno i v odborné literatuře (Škoda, 2005; Rusek, Pumpr, 2009; Rusek, et al., 2010; Zákostelná, Šulcová, 2010; Dytrtová, Sandanusová, 2011; Rusek, 2011).

Předkládaný průzkum navazuje na publikovaný v příspěvek *Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách* (Rusek, 2011). V dotazníkovém šetření je větší pozornost věnována teoretickému ukotvení pojmů *motivace*, *postoj* a *zájem*. V kapitole *Výsledky a diskuse* jsou uvedeny postoje žáků k chemii na konci školního roku (v dalších ročnících už se chemie nevyučuje). Tyto jsou porovnány s odpověďmi žáků ze začátku školního roku. Zjištěná změna postojů žáků pak může posloužit jako zpětná vazba o zájmech žáků, pro ně zajímavých tématech a v neposlední řadě i jejich vnímání stylu výuky.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Důležitou roli ve výuce hraje motivace žáků (Hrabal, et al., 1984; Čáp, Mareš, 2001). Její problematika je velice rozsáhlá a ne zcela uzavřená (Hrabal, et al., 1984). Na podkladě *motivačního zaměření osobnosti* se utvářejí a stabilizují *zájmy* a *hodnoty* člověka (Hrabal, et al., 1984). Vzhledem ke složitosti motivace se pro její označení využívá nejen pojmů *zájem* a *hodnota*, ale i *emoce*, *postoje*, *hodnotové orientace*, *cíle* a *smysl* (Čáp, Mareš, 2001).

Motiv vyjadřující vztah učícího se jedince k daným předmětům a v nich prováděným činnostem je označován jako *postoj* (Čáp, Mareš, 2001). Teoretickému vymezení postojů a jednotlivým pohledům na ně se aktuálně věnovali např. Švandová a Kubiátko (2012). Odvolávají se na nejpoužívanější definici *postoje* coby mentálního a nervového stavu připravenosti k reagování utvářeného na základě zkušenosti majícího usměrňující vliv na chování (Allport, 1967). Autoři dále používají definici Nakonečného (1998), který *postoj* definuje jako „hodnotící vztah“, tj. zaujetí hodnotícího stanoviska. Dále uvádějí souvislost kladného hodnotícího vztahu, tj. *kladného postoje* (viz Nakonečný, 1998), se získaným motivem projevujícím se vztahem jedince k určité skutečnosti nebo druhu činnosti, tj. *zájmem* (Čáp, Mareš, 2001). Také podle definice Čápa a Mareše (2001) lze tyto pojmy považovat za souznačné.

Naopak Veselský a Hrubíšková (2009) odkazují mj. na Salta a Tzougraki (2004), které ve své práci „vyvozují zájmy ze zjištěných postojů“. *Zájem* tak považují za nadřazený termínu *postoj*. V tomto textu však jsou oba termíny používány v souladu s výše uvedenými zdroji jako souznačné.

V posledních letech publikované práce zaměřené na zájmy českých a slovenských žáků o přírodovědné předměty nebo konkrétně chemii (Škoda, 2001; Škoda, 2005; Höffer, Svoboda, 2005; Bílek, Řádková, 2006; Čížková, Čtrnáčová, 2007; Held, 2007; Bílek, 2008) shodně potvrzují pokles zájmu žáků. Jedná se však o práce zaměřené na postoje žáků na základních školách nebo na gymnáziích. Doposud provedené výzkumy opomíjely prostředí SOŠ – velmi početnou skupinu vytvořenou reformováním středního školství (srov. Rusek, Pumpr, 2009). Až příspěvek *Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách* (Rusek, 2011) je zaměřen na dané prostředí. Autor proto aktuálně navazuje na toto šetření.

S příkloněním k souznačnému vnímání termínů *postoj* a *zájem* byly sestaveny čtyři otázky zaměřené na zjišťování postojů žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii, jejich představy o chemii i jejich celkové hodnocení předmětu.

Jak bylo uvedeno výše, text vychází z teoretických východisek prvního šetření. Pro detailnější představu o edukační realitě je uveden pouze stručný přehled základních rysů výuky chemie jako okrajového předmětu:

- Do prvního ročníku SOŠ nastupuje trvale více než 80 % žáků SŠ (v letech 2010 a 2011 počet žáků v prvních ročnících gymnázia přesáhl 20% hranici).
- Přírodovědné vzdělávání (PřV) je jako všeobecně vzdělávací oblast (tj. okrajová oblast) zařazeno v 75 % RVP SOV.
- Ve většině oborů je PřV okrajovou oblastí s dotací 4 vyučovacími hodinami týdně (chemie je tak vyučována celkově v 1–2 hodinách týdně, což celkově činí 34, popř. 68 vyučovacími hodinami).
- Chemie je vyučována nejčastěji jen v prvním ročníku SOŠ.
- Výuka chemie je ztížena absencí pomůcek či specializovaných učeben a nedostatkem odpovídajících učebnic.
- Školní úspěšnost žáků na SOŠ je nižší než žáků gymnázií.
- Chemie je na SOŠ často vyučována neodborně (u oborů s výučním listem – obory H – neaprobovaně až v 70 %).

Je tedy zřejmé, že žáci SOŠ nechemického zaměření nemají vnější motivaci v podobě nároků oboru či potřeby úspěšného zakončení studia. Více ceněná, vnitřní motivace žáků (Hrabal, et al., 1984) tak hraje ve vyučování důležitou roli. Jakým způsobem se učitelům daří žáky vnitřně motivovat, je možné zjistit právě měřením změny postojů žáků po skončení výuky.

3 VÝZKUMNÝ PROBLÉM

Výzkumné šetření bylo vedeno výzkumnou otázkou:

Jak se mění postoje žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii po ukončení středoškolské výuky chemie?

Pojmem *SOŠ nechemického zaměření* je označován takový obor vzdělání SOV, ve kterém je na vzdělávací oblast *Přírodovědné vzdělávání* (tj. předměty fyzikální, chemické a biologické povahy) věnováno méně než 6 vyučovacích hodin týdně (Rusek, Pumpr, 2009).

Na základě výzkumné otázky je možné definovat následující hypotézy:

H_1 : *Žáci SOŠ mají o chemii jako oboru jasnější představu na konci školního roku, než měli na jeho začátku.*

H_2 : *Žáci SOŠ hodnotí chemii jako obor i školní předmět lépe na konci školního roku než na jeho začátku.*

4 STYL VEDENÍ VÝUKY

Výuku v daných třídách prováděli dva plně kvalifikovaní učitelé s praxí delší než 5 let. Oba byli znalí specifik výuky chemie na střední odborné škole nechemického zaměření. Vyučování bylo vedeno v souladu se zjištěními a doporučeními v příslušné odborné literatuře (Bílek, 2008; Rusek, Pumpr, 2009; Janoušková, et al., 2010; Dytrtová, Sandanusová, 2011; Rusek, Köhlerová, 2012). Důraz byl kladen především na zvyšování motivace žáků prostřednictvím motivačních prvků, komplexních (multikomponentních) úloh, skupinové práce, zdůrazňování souvislostí učiva s praxí známou žákům i aktivizace prostřednictvím akcentu na tvořivost a v neposlední řadě i na zařazení projektové metody.

Pro účely výuky byla využívána učebnice *Základy přírodovědného vzdělávání: chemie* (Pumpr, et al., 2008). Svým rozsahem 48 stran nejvíce odpovídá časovým i obsahovým požadavkům SOŠ. V multimediální části učebnice jsou navíc k dispozici doplňující obrázky, videa i základní a rozšiřující úlohy.

Hodinové dotace pro jednotlivá témata jsou uvedeny v tabulce 1. Údaje jsou převzaty z tematického plánu, který se na obchodní akademii, kde šetření probíhalo, osvědčil. S minimálními změnami je používán již od roku 2010, kdy se začalo vyučovat podle nových RVP SOV.

Tab. 1: Hodinové dotace pro jednotlivá témata učiva chemie na SOŠ

Téma	počet hodin
Úvod do studia chemie – rozlišování látek a směsí a bezpečnost práce s nimi	6
Voda a vzduch	3
Stavba atomu a chemická vazba	4
Chemické prvky	4
Chemické reakce	3
Názvoslovné principy	2
Oxidy	5
Hydroxidy	2
Kyseliny	4
Soli	3
Uhlovodíky	7
Deriváty uhlovodíků	6
Přírodní látky	8
Chemie v životě člověka	3
Krátkodobý školní projekt	8

Postoje žáků na konci školního roku lze považovat za utvořené školou. V jistých mezích je možné je do budoucna ztotožňovat s postoji společnosti k chemii. Žáci SOŠ nechemického zaměření totiž představují mezi svými vrstevníky většinu.

Potvrzení *první hypotézy* je dokladem efektivity výše naznačeného přístupu k výuce a naplněním cílů uvedených v RVP SOV. Jak vyplývá z prvního šetření, většina žáků SOŠ na střední školu přišla jen s rámcovou představou o tom, co je to chemie. Zlepšení v této oblasti potvrzuje přínos zařazení *učiva chemické povahy* do RVP SOV.

Potvrzení či vyvrácení *druhé hypotézy* je podstatné pro optimalizaci přístupu k výuce. Vyvrácení předpokladu o zlepšení postojů by bylo podnětem k hledání důsledku negativního žákovského hodnocení a revizi způsobu výuky. Přetrvávající negativní postoje mohou také znamenat impuls k revizi kurikula na tomto typu škol.

5 METODOLOGIE

5.1 VÝZKUMNÝ VZOREK

Výzkumné šetření bylo provedeno na vzorku žáků 1. ročníku oboru Obchodní akademie (63-41-M/02) a 1. a 2. ročníku oboru Ekonomické lyceum (78-42-M/02) na dvou pražských SOŠ. V první fázi – na začátku školního roku – byl dotazník zadán 195 respondentům v celkem osmi třídách. Ve druhé fázi na konci školního roku tentýž dotazník s drobnými úpravami vyplňovalo 140 stejných žáků v celkem šesti třídách.

Snížený počet respondentů ve druhé fázi byl dán potřebou zjišťovat změnu postojů u konkrétních žáků. Nebylo tak možné rozšiřovat počet respondentů, z organizačních důvodů ani dosáhnout stejného počtu žáků. Pro potřebu kontroly přístupu k výuce byl totiž zvolen vzorek dostupný (viz Gavora, 2000). Zahrnuti byli pouze žáci, kteří byli v daném ročníku vyučováni chemii způsobem respektujícím doposud opomíjené, výše uvedené charakteristiky výuky chemie coby okrajového předmětu.

Vzhledem ke způsobu administrace dotazníků se jedná o výzkum kombinovaný. Kvalitativní charakter vyhodnocování otevřených odpovědí žáků umožňuje hlubší ponor do problematiky, což je oproti extenzivnímu kvalitativnímu dotazníkovému šetření výhodou (Gavora, 2000).

5.2 VÝZKUMNÝ NÁSTROJ A JEHO ADMINISTRACE

Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník. Změny pro jednotlivé fáze šetření spočívaly ve formulaci otázek zaměřených na výuku chemie na ZŠ. Ve druhé fázi se již otázky týkaly výuky chemie na SŠ. Dotazník se skládal ze čtyř otázek, tří otevřených a poslední s odpovědí prostřednictvím známky pro chemii jako předmět.

Výzkumy orientované na měření postojů byly již popsány v prvním díle příspěvku (Rusek, 2011). Z důvodu udržení přehlednosti proto budou uvedeny jen základní průzkumy se vztahem k provedenému šetření. Skladba otázek s odpovědí prostřednictvím Likertovy škály se v dotaznících na měření postojů opakuje. Zařazení témat, tím i otázek, typu *Já jako vědec* nebo *Moje budoucí povolání* (viz Schreiner, Sjøberg, 2005; Hassan, 2008) nemá v podmínkách, kdy žáci již zvolili své zaměření, smysl. Pro podmínky SOŠ jsou vhodné pouze otázky zjišťující postoj k výuce, předmětu obecně nebo k učitelům. Další výzkumy postojů žáků zahrnují následující témata: důvody, proč se žáci předmětu učí, témata, kterým by se žáci chtěli věnovat, pro ně zajímavé aktivity (Kekule, Žák, 2010), otázky zájmu o předmět, po-

stojí k náročnosti nebo významu předmětu (Prokop, et al., 2007). Tyto oblasti je možné použít pro dotazníky přizpůsobené podmínkám SOŠ.

Z časových důvodů i charakteru dotazníku byl zvolen postup založený na otevřených otázkách a na jejich následné kvalitativní analýze.

Formulovány byly tyto dotazníkové položky:

1. *Co je podle Vás chemie a čím se zabývá?*
2. *Co Vás na chemii tady na SŠ nejvíce zaujalo?*
3. *K čemu je chemie běžnému člověku užitečná?*
4. *Oznámkujte chemii známkou 1–5.*

Otázky tak byly zaměřeny na představy žáků o předmětu a oboru chemie, jejich motivaci učit se chemii i jejich postoj k užitečnosti chemie. Dotazníky byly vyplňovány anonymně, respondenti pouze pro kontrolu uváděli svou třídu. Vyplnění trvalo žákům přibližně 15 minut.

5.3 ANALÝZA ZÍSKANÝCH DAT

Získaná data byla analyzována v programu Microsoft Excel. Otázky 1, 2 a 3 byly otevřené. K jejich analýze byl zvolen kvalitativní přístup vyhodnocení (viz Rusek, 2011; Cídllová, et al., 2012). Šetření bylo provedeno nejprve na začátku školního roku (Rusek, 2011). Byly tak zjištěny postoje žáků SOŠ k chemii, se kterými přicházejí na střední školu. Na konci školního roku (květen–červen) byl zadán stejný dotazník zaměřený na postoje žáků k chemii utvořené na základě středoškolské výuky. V obou případech se jednalo o žáky studující ekonomicky zaměřené obory vzdělání ukončené maturitní zkouškou. Na těchto oborech je chemie vyučována v minimální hodinové dotaci, a to zpravidla pouze v prvním ročníku. Tito žáci představují záměrný výběr, konkrétně vzorek dostupný.

Z hlediska nižšího počtu respondentů jde pouze o výzkumné šetření. Volbou dostupného vzorku (viz Gavora, 2000) také dochází k určitému zkreslení výsledků. Dostupný vzorek ovšem umožňuje kontrolu přístupu k výuce, což by v případě většího vzorku z důvodu počtu žáků na školách nutně znamenalo spolupráci s více školami, tím i učiteli. Pro analýzu výsledků byly v obou fázích šetření použity stejné tabulky. Žáci však ve druhé fázi výzkumu odpovídali širěji než na začátku roku. Následně byly porovnány výsledky v jednotlivých otázkách. Pro záznam odpovědí žáků byly použity kategorie z prvního šetření. Každá nová varianta odpovědi vyskytující se více než dvakrát byla jako nová kategorie odpovědi zařazena do tabulky. Kategorie v otázce 1 pro její charakter příliš rozšiřovat nelze. Otázky 2 a 3 ovšem refletovaly učivo probírané v aktuálním školním roce. Odpovědi žáků byly tedy širší a konkrétnější.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky dotazníkového šetření jsou pouze orientační (viz výše). Během vyhodnocování dotazníků mohlo také dojít k opominutí ojedinělých odpovědí a tím ke zkreslení výsledků. Odpovědi se do výsledků promítly, až pokud se opakovaly.

Z výsledků průzkumu je možné vyvozovat následující závěry:

Řešením výzkumného problému: *Jaký je postoj žáků SOŠ nechemického zaměření vůči chemii?* byl potvrzen předpoklad a zjištění z předchozího šetření, že **postoje žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii jsou spíše negativní**. V souladu s průzkumy zájmu žáků o chemii (Škoda, 2001; Bílek, Řádková, 2006; Held, 2007; Bílek, 2008) patří chemie k méně oblíbeným předmětům i na SOŠ nechemického zaměření. Zajímavým materiálem jsou zjištěné oblasti zájmu žáků.

Hypotéza H₁: *Žáci SOŠ mají o chemii jako oboru jasnější představu na konci školního roku, než měli na jeho začátku*, byla ověřována prostřednictvím otázek 1–3.

Otázka 1. Co je podle Vás chemie a čím se zabývá?

Odpovědi žáků na tuto otázku byly nekonzistentní. Na základě zkušenosti z předchozího šetření byly využity kategorie sledující definici chemie podle Vacíka et al. (1999) a Blažka a Fabiniho (1984). Chemie je *přírodní věda o složení a struktuře látek ve vztahu k jejich chování* (Vacík, 1999) a chemie je *přírodní, experimentální věda o látkách, jejich vnitřní struktuře a vlastnostech, o jejich reakcích a jevech, které průběh těchto reakcí doprovázejí* (Blažek, Fabini, 1999).

Příklady odpovědí žáků v jednotlivých kategoriích:

- život, příroda, naše okolí
- vzorce, složení látek
- věda
- prvky, látky, atomy, sloučeniny
- pokusy
- pochody a reakce, děje, procesy
- nesmysl, k ničemu apod.

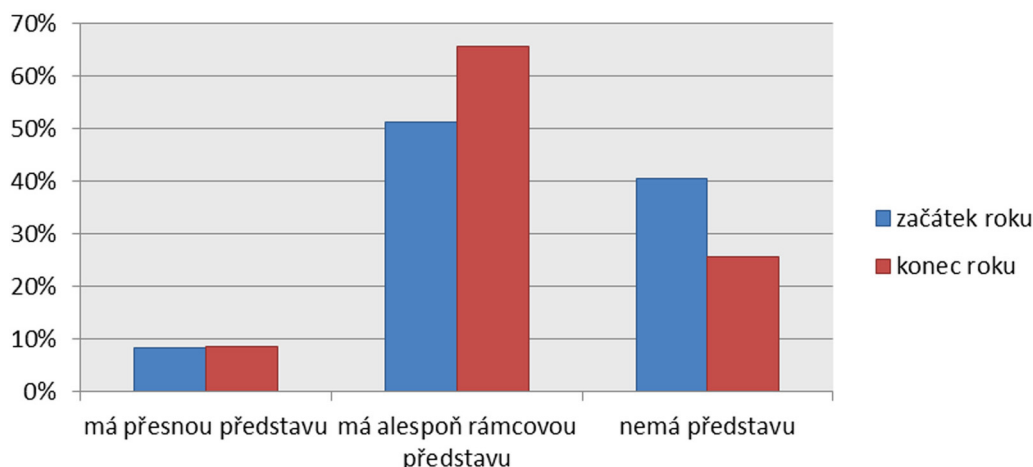
V 59 % odpovědí je uvedeno, že chemie je věda. Souvislost s naším okolím, přírodou či složením látek uvádí přibližně 30 % žáků.

Za žáka, který „*má představu*“ o tom, co je to chemie, autor považuje toho, kdo v odpovědi zahrne čtyři a více z uvedených částí definice. Těchto žáků je 9 %. Žák, který „*má alespoň rámcovou představu*“, v odpovědi uvedl 2–3 části, např. „Chemie je věda o přírodních látkách“. Do této kategorie spadá 66 % odpovědí. Žáci, kteří „*nemají představu*“, uvedli jeden nebo neuvedli žádný z klíčových pojmů definice chemie. V několika dotaznících se odpověď vůbec nevyskytovala. Jako zvláštní kategorie byla ponechána kategorie „nesmysl“, „chemie je k ničemu“ apod. V tomto duchu se vyjádřila 3 % respondentů. Jejich odpovědi v dalších otázkách naznačují, že žáci předmět ani smysl předmětu chemie jakož i její užitečnost nepochopili.

Změna přehledu o oboru chemie je uvedena v obr. 1.

Z výsledků je možné vyčíst jisté zlepšení. V kategorii *mají představu*, nastal jen nepatrný posun. Podstatná změna nastává v přelivu žáků *nemajících představu* do kategorie *má alespoň rámcovou představu*. Jelikož bylo šetření provedeno na konci školního roku, dané zlepšení představ žáků o chemii není způsobeno aktuálností učiva. Jedná se o výsledek naznačující efektivitu zvoleného přístupu k výuce chemie jako okrajového předmětu. K potvrzení by však samozřejmě bylo nutno zvolit větší vzorek respondentů.

Co je podle Vás chemie a čím se zabývá?



Obr. 1: Co je podle Vás chemie a čím se zabývá?

Nejčastější odpovědi vypadaly např. takto: „*Nauka o látkách, vlastnostech látek a použití v průmyslu.*“, „*Chemie je věda zabývající se složením všech látek, těles atd.*“, „*Je to věda, kterou potřebují převážně lékaři. Zabývá se různými látkami v přírodě.*“

Otázka 2. Co Vás na chemii nejvíce zaujalo?

Učivo vnímané žáky jako zajímavé napomáhá utváření pozitivních motivačních přesvědčení, tedy usnadňuje proces učení (Hrabal, et al., 1984). Například v projektu ROSE (Sjøberg, 2002) je pozornost věnována zjišťování témat, o něž mají žáci zájem. Takto zaměřená výuka odpovídá motivačnímu přesvědčení žáků a je tak efektivnější (Boakertsová, 2005).

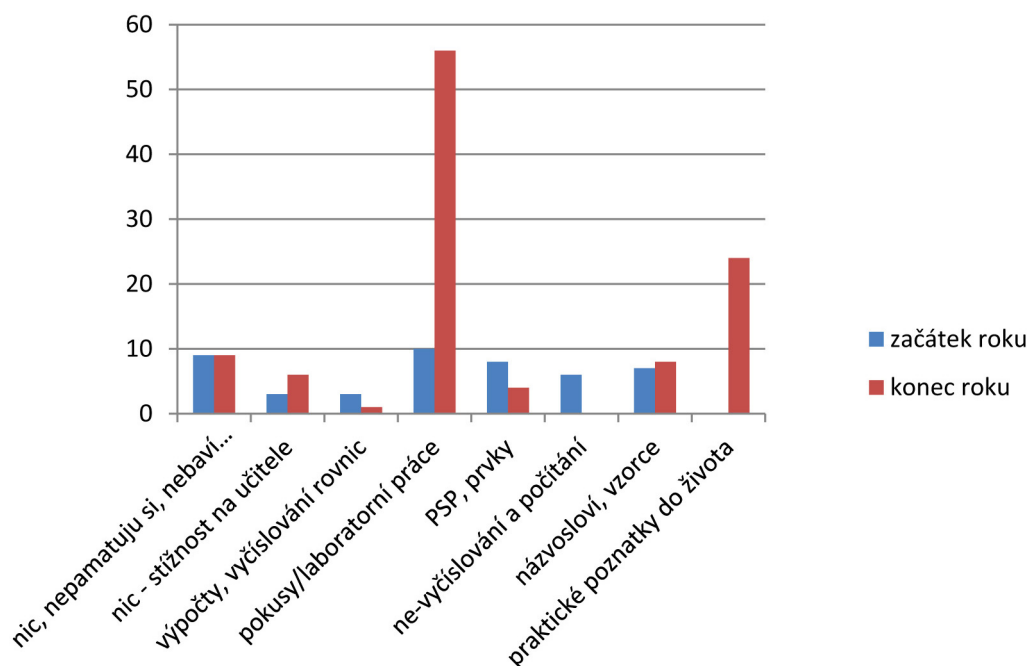
Odpovědi žáků byly původně zaznamenávány do následujících kategorií:

- **nepamatuji si, nebaví mě, nezajímá,**
- **stížnost na učitele,**
- **výpočty,**
- **pokusy, laboratorní práce,**
- **PSP – periodická soustava prvků, prvky,**
- **NE-vyčíslování chemických rovnic a počítání,**
- **čistění stříbra,**
- **názvosloví,**
- **bavilo mě všechno.**

Z důvodu čtenějšího výskytu dalších odpovědí byly doplněny následující kategorie: **procesy v lidském těle; praktické poznatky do života; skupinové práce, alternativní metody výuky.**

Častější výskyt prvních dvou přidaných témat je možné vysvětlit dobou sběru dat. V květnu byla ve všech třídách vyučována biochemie. Zmínka o pozitivním vnímání alternativních výukových metod je v souladu s doplňujícími komentáři, které žáci uváděli u otázky 4.

Co Vás na chemii nejvíce zaujalo?



Obr. 2: Co Vás na chemii nejvíce zaujalo?

Z obr. 2 je patrný zájem žáků o učivo. Pouze 9 % uvedlo, že je nebaví nic nebo že si nic nepamatuji. Počet žáků se tak nezměnil. Za zmínku stojí jeden z komentářů: „Chemii si neumím reálně představit.“ Jde o doklad nedostatečného snížení abstrakce chemie – stavu, který je pravděpodobně platný pro většinu žáků. Z výsledků je dále patrný drobný nárůst v kategorii *nic si nepamatuji*. Objevují se zde stále stížnosti na učitele na základní škole. To bylo potvrzeno i doplňujícími komentáři u čtvrté otázky. Tento fakt je dokladem toho, že postoje žáků ze základní školy jsou trvalejšího charakteru a jejich změna vyžaduje velké úsilí učitele.

Z odpovědí žáků vyplývá atraktivita chemických experimentů, např.: „*Zaujaly mě nejvíce chemické pokusy. . . poté také, co všechno může vzniknout sloučením jednotlivých látek*“. V porovnání s ostatními je také vyzdvihnuta zdůrazňovaná praktická stránka vyučovaných poznatků, např.: „*různé minerály, vitamíny, které je potřeba pro zdraví člověka*“.

Pokles četnosti zmínky o periodické soustavě prvků, prvcích, výpočtech, vyčíslování atd. je možné vysvětlit sníženým důrazem na abstraktní, v běžném životě méně často užitečnou oblast výuky chemie, která byla v hodinách chemie učena pouze v předepsané hodinové dotaci a stanoveném rozsahu bez přílišného důrazu na testování žáků. Toto vysvětlení potvrzuje i absence zmínky o negativním postoji k vyčíslování rovnic nebo výpočtům.

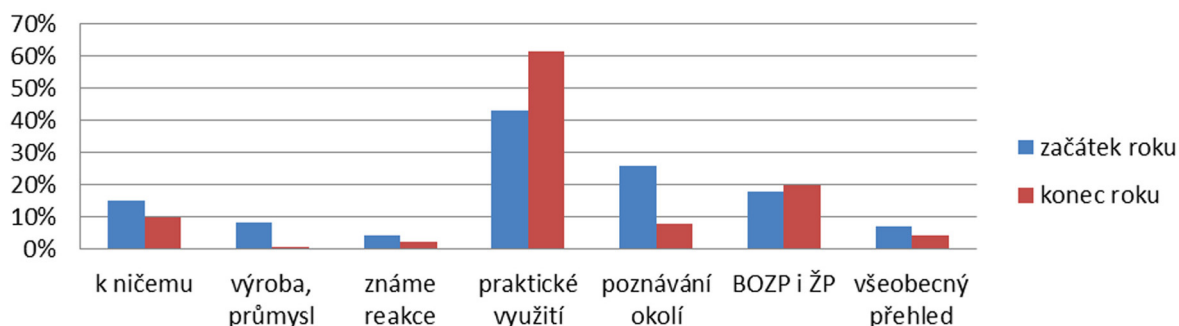
Otázka 3. K čemu je chemie běžnému člověku užitečná?

Pokud žáci jednotlivé prvky kurikula vnímají jako soubor užitečných a zajímavých dovedností, lze dosáhnout zvýšení jejich motivace učit se (Boakertsová, 2005).

První část šetření byla v této otázce zaměřena na schopnost žáků propojit s praxí učitelem předkládané učivo.

Původní kategorie byly: **k ničemu; výroba a průmysl; znalost reakcí chemických látek; praktické využití v každodenním životě; lepší poznání okolí; bezpečnost a ochrana zdraví; nevím; všeobecný přehled.**

K čemu je chemie běžnému člověku užitečná?



Obr. 3: K čemu je chemie běžnému člověku užitečná?

Z obr. 3 vyplývá, že žáci po skončení výuky chemie chápou praktické využití některých nabytých poznatků. Přestože žáci mimo tuto předem určenou kategorii odpovídali často např. „*jídlo a vaření*“ „*látky v těle*“ „*z čeho se co skládá*“ apod., tyto odpovědi byly pro přehlednost zahrnuty do kategorie *praktické využití chemie*. Z odpovědí žáků: „*Například při nakupování potravin a kosmetiky → praktické využití*“ nebo „*Bez ní bychom neměli většinu věcí (pohonné hmoty, plasty, ...)*“. Ve znalostech žáků je v této kategorii na konci roku výrazný posun z cca 40 % na cca 60 %. S touto změnou souvisí i snížení negativního postoje žáků k užitečnosti chemie. Že je chemie „*k ničemu*“ uvedlo 10 % žáků oproti 15 % na začátku školního roku. V některých odpovědích žáků se ovšem vyskytují protiklady, jako např. tentýž žák odpovídá: „*Většina lidí se bez ní obejde a nepotřebuje ji k běžné praxi*“ a naproti tomu „*K mnoha věcem jako vaření atd.*“. Podobné odpovědi se opakovaly.

Ve výuce zdůrazňovaný vztah chemie a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) se projevil v odpovědích žáků na tuto otázku. Chemie je běžnému člověku užitečná: „*Víme, jak se zachovat při chemických nehodách*“, „*... nakonec zjistíme, že chemii používáme denně a víme, jestli nám může v nějakých věcech ublížit nebo ne*“.

První hypotéza byla potvrzena. Na základě výsledků lze představy žáků o chemii považovat za přesnější. Také v zaujetí žáků jednotlivými oblastmi reflektujícími v jistém smyslu výstupy z předmětu i zhodnocení užitečnosti chemie, zvláště ve smyslu „*posoudit chemické látky z hlediska nebezpečnosti a vlivu na živé organismy*“ (RVP SOV – Obchodní akademie, 2007), byl zjištěn pozitivní posun.

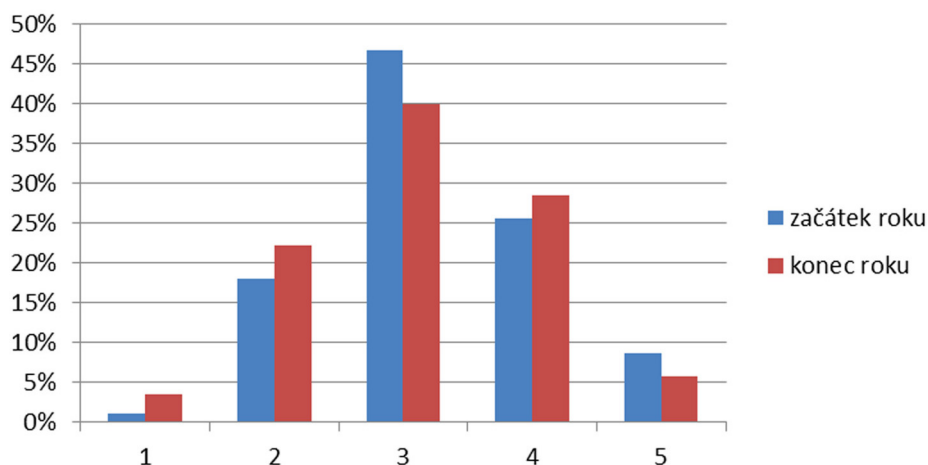
Hypotéza H₂: *Žáci SOŠ hodnotí chemii jako obor i školní předmět lépe na konci školního roku než na jeho začátku*, byla ověřována prostřednictvím čtvrté otázky.

Otázka 4. Označte chemii známkou 1–5 (1 – nejlepší, 5 – nejméně oblíbená).

Průměrná známka, kterou žáci hodnotili chemii, je 3. Oproti šetření na začátku školního roku došlo ke zlepšení průměru z 3,16 na 3,03, což nepředstavuje statisticky významný rozdíl. Výsledky tak odpovídají zjištěním Švandové a Kubiátka (2012), kteří zaznamenali neutrální postoj žáků k chemii. Četnost jednotlivých známek je znázorněna obr. 4. Je zřejmé, že někteří žáci po absolvování chemie na SOŠ mají vyhraněnější názor a hodnotí chemii buďto známkou 2, nebo 4. Pozitivním jevem je nárůst počtu jedniček a snížení pětěk.

Snad nejvíce zarazující je zjištění, že přestože si žák uvědomuje využitelnost chemie pro něj samotného, hodnotí chemii špatnou známkou. Je možné se domnívat, že žáci neklasifikují předmět podle jeho užitečnosti, ale podle jiných faktorů (např. obtížnost, učitel).

Oznámkuje chemii známkou 1–5



Obr. 4: Oznámkuje chemii známkou 1–5

Velmi častým jevem bylo dvojí hodnocení vztažené jednak na základní školu a střední školu (většinou byly známky za chemii na střední škole lepší), jednak na předmět a učitele, např. „3 – pro chemii jako vědu, 1 – pro učitele“ nebo „Myslím, že vzorečky nám do života moc nebudou, ale to, co jste nám vysvětloval vy, tohle nám všem pomůže“. V dotaznících se vyskytly např. tyto komentáře: „Já osobně jsem chemii nikdy neměla ráda, tedy spíš na ZŠ, ale v podání našeho učitele¹ se mi velice líbila. . . “ nebo „Chemii jako samostatný předmět příliš nemusím – 3. Pan profesor – 1.“ Některé z odpovědí potvrzují předpoklad shrnutý Ruskem a Pumprem (2009): „Chemie je důležitá, ale ne na obchodce.“

Druhá hypotéza tak nebyla dostatečně prokázána. Jedná se pouze o nepatrné zlepšení. Výsledky hodnocení předmětu mohly být ovlivněny dobou sběru dat. V období uzavírání známek není možné dotazník zadat. Byl proto zadán až po uzavření známek. Jelikož žáci k chemii přistupují jako k okrajovému předmětu a dobré známky jsou důležité jen pro ty svědomité, průměrné výsledky žáků tomu odpovídají. Je tedy možné, že se v hodnocení předmětu promítla i frustrace žáků z vlastního výsledku. V prostředí, kdy již chemie v dalším ročníku vyučována nebude, je jinou možností posunutí šetření na začátek dalšího školního roku. Vzhledem k tomu, že už by nemuselo dojít k zadávání dotazníku těm týž žákům (třídám) a k letním prázdninám, které aktuální nabyté postoje zkreslují, se zadání dotazníku na konci školního roku jeví jako vhodnější varianta.

7 ZÁVĚR

Postoje žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii změřené na konci školního roku představují postoje, které se pravděpodobně nebudou s časem příliš měnit. (V dalších ročnících už na SOŠ nechemického zaměření žáci absolvují převážně odborné a maturitní předměty.) Jsou to tak postoje, s jakými absolventi nastupují do občanského i pracovního života. Mají tak vliv na vnímání i chování společnosti. Protože žáci SOŠ představují většinu středoškoláků (Vojtěch, Chamoutová, 2011), je možné jejich postoje k chemii po ukončení výuky považovat za postoje zaujímané většinou společnosti.

¹upraveno

Přidání nejčastěji čtyř vyučovacích hodin týdně, tj. celkově cca 130 vyučovacích hodin, na učivo oblasti *Přírodovědného vzdělávání* do RVP SOV je příležitostí vybatvit žáky dalšími kompetencemi potřebnými pro osobní i pracovní život. Na chemii tak zpravidla připadá 68 nebo 34 vyučovacích hodin. Skutečnost, že postojе žáků k chemii (a podle jiných průzkumů i dalším předmětům přírodovědné povahy) jsou negativní, znamená nutnost transformovat zavedený systém výuky. Zdůrazňována je potřeba aktivizace žáků, změna role přijímatelů (abstraktních) informací, které pro ně nemají smysl (Veselský, Hrubíšková, 2009) a to nejen na základní škole, ale i na gymnáziích a SOŠ, přestože se zde jedná pouze o okrajový předmět.

Výsledky provedeného šetření naznačují, že prostřednictvím výuky vedené ve výše popsaném stylu s ohledem na specifika daného edukačního prostředí je možné postojе žáků zlepšit. Zjištěn však byl pouze drobný posun.

Žáci si uvědomují důležitost některých chemických poznatků, přesto hodnotí předmět průměrně známkou 3. Z tohoto poznatku vychází potřeba zjistit postojе žáků k jednotlivým tématům učiva chemie. Negativní postojе žáků mohou spočívat v nezajímavosti učiva, přílišné obtížnosti učiva, absenci praktického využití (smyslu) učiva, stylu výuky, použití nevhodných pomůcek apod. Roli může hrát i postavení okrajového předmětu, jemuž se žáci musí věnovat, přestože v tentýž den píšou test z (důležitějšího) odborného předmětu apod.

Zdůraznění témat, která žáci sami považují za zajímavá, důležitá nebo dokonce potřebná pro svůj život, situaci může zlepšit. Na těchto tématech je pak možné uplatňovat i další principy chemie, avšak již s větším zájmem žáků. Podobný přístup byl volen v projektu ROSE (viz Schreiner, Sjøberg, 2004). Na tuto pilotáž navazující připravovaný dotazník určený k zjišťování postojů žáků k chemii proto bude obsahovat i část výběru konkrétních témat výuky. Mimo příčin postojů jakými jsou vliv učitele, využívané pomůcky či představy ze ZŠ přibudou faktory důležitosti, obtížnosti a užitečnosti konkrétních témat v učivu chemie.

Odhalení zdroje negativních postojů může poskytnout informace umožňující optimalizaci vzdělávacího procesu, vyučovacích forem a metod. Při dalších průzkumech je přitom nadále zapotřebí brát v potaz specifčnost prostředí SOŠ.

V jiných příspěvcích zaměřených na problematiku SOŠ je také zdůrazňována potřeba uplatňování mezipředmětových vztahů jednak v rámci PŘV, jednak mezi odbornými předměty (viz např. Škoda, 2005; Rusek, Köhlerová, 2012). Zvláště u nechemicky zaměřených oborů H se pak s ohledem na studijní předpoklady žáků i zaměření oboru nabízí možnost revize a redukce učiva *Chemického vzdělávání*. V nízké hodinové dotaci výuka vede spíše k instruktivnímu, frontálnímu přístupu. To ovšem koliduje s cíli PŘV definovanými v RVP SOV – implicitně s rozvojem přírodovědné gramotnosti orientované na praktickou i postojovou složku vzdělávání.

Výše zmiňované kroky se týkaly přístupu k výuce v zjištěných podmínkách SOŠ nechemického zaměření. Efektivnost takové výuky je však diskutabilní, a to zvláště v učebních oborech. Jak bylo uvedeno výše, výukou je možné ovlivnit s přírodními vědami spojené životní postojе další početné skupiny populace. Otázkou zůstává, zda lze k rozvoji přírodovědné gramotnosti u těchto žáků dospět zařazením chemie, biologie a fyziky jako samostatných školních předmětů, jejichž cílem je předání na dané podmínky poměrně rozsáhlého učiva.

Snahy přiblížit učivo žákům prostřednictvím jim známých látek vedou k extrému praktikistního zbožiznalství a primitivní „vlastivědy“ (Škoda, Doulik, 2009), tím i de facto k návratu ke stavu před reformou. Autor příspěvku se domnívá, že i zde platí, že *via media aurea est*. Smysl zařazení přírodovědných předmětů do RVP SOV spočívá nejen k vyšší informovanosti žáků o potravinách, čistících prostředcích

a dalších termínech z médií, k čemuž by takto pojaté zbožiznalství vedlo. Žákům jsou předkládány svébytné přírodovědné disciplíny, jejichž smyslem na této úrovni je mj. i rozvíjet přehled žáků, rozvíjet jejich logické i kritické myšlení. Jedná se tak o krok v duchu rozvoje *informační společnosti*, který je zapotřebí podporovat.

LITERATURA

ALLPORT, G. W. Attitudes. In M. Fishbein (ed.) *Readings in attitude theory and measurement*. New York : John Wiley & sons, 1967, p. 3–13.

BÍLEK, M. Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica* [online]. 2008, no. 2. ISSN 1337-0073. Available from Internet:

http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/bilekma1/ukfdch/Acta_Zajem.pdf

BÍLEK, M., ŘÁDKOVÁ, O. Přírodní vědy ve škole – analýza zájmu patnáctiletých žáků ZŠ a gymnázií v České republice. In KOCOURKOVÁ, M. *Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu*, Plzeň, 2006, ZČU, p. 29. ISBN 80-7043-483-X.

BLAŽEK, J., FABINI, J. *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Praha : SPN, 1999. ISBN 80-7235-104-4.

BOAKERTSOVÁ, M. Efektivní vyučování. In *Efektivní učení ve škole*. Praha : Portál, 2005, p. 55–75. ISBN 80-7178-556-3.

CÍDLOVÁ, H., LOVICHOVÁ, A., HÁJKOVÁ, K., BAYEROVÁ, A. Chemistry education at primary and secondary grammar schools in the Czech Republic: Target skills from the point of view of pupils and graduates. In PAWELCIEŚLA, E. Ž., ŽYLEWSKA, A. (ed.) *Chemistry Education in the Light of the Research*. Kraków : Pedagogical University of Kraków, 2012, p. 45–49. ISBN 978-83-7271-764-1.

ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha : Portál, 2001. ISBN 80-7178-463-X.

ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCOVÁ, H. Přírodovědná gramotnost – realita nebo vize? In *Proceedings of the Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*, Bratislava, 2007, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Bratislava, p. 19–22. ISBN 978-80-88707-90-5.

DYTRTOVÁ, R., SANDANUSOVÁ, A. Některé aspekty studia na středních odborných školách. In *Proceedings of the Miesto vzdelávania v súčasnej spoločnosti: paradigma – ideje – realizace*, Praha, 2011, Tribun, Praha. ISBN 978-80-236-0046-5.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2000. ISBN 80-85931-79-6.

Harmonogram. *MŠMT: Školská reforma* [online]. 2006 [cited 05–01–2013]. Available from World Wide Web:

<http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/harmonogram>

HASSAN, G. Attitudes Toward Science among Australian Tertiary and Secondary School Students. *Research in Science & Technological Education*, 2008, 26(2), 129–147. ISSN 1470-1138.

HELD, L. Vzdelávanie podporujúce vedu, výskum a inovácie (Stav prírodovedného vzdelávania v trnavskom regióne ako predpoklad uplatnenia prírodných vied v spoločenskej a výrobnjej praxi). In *Proceedings of the Acta Facultatis Universitatis Tyrnaviensis*, Trnava, 2007, Pdf TU, p. 16–35.

HÖFFER, G., SVOBODA, E. Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. In *Proceedings of the Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky*, Srní, 2005, Západočeská univerzita, Plzeň, p. 52–70. ISBN 80-7043-418-X.

HRABAL, V., MAN, F., PAVELKOVÁ, I. *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha : SPN, 1984.

JANOUŠKOVÁ, S., PUMPR, V., MARŠÁK, J. Motivace žáků ve výuce chemie SOŠ pomocí úloh z běžného života. *Metodický portál RVP.cz* [online]. 2010. ISSN 1802-4785. Available from Internet:

<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/O/4624/MOTIVACE-ZAKU-VE-VYUCE-CHEMIE-SOS-POMOCI-ULOH-Z-BEZNEHO-ZIVOTA.html>

KEKULE, M., ŽÁK, V. Selected Attitudes of Students to Physics at School in the Czech Republic *Scientia in Education*, 2010, 1(1), 51–71. ISSN 1804-7106.

NAKONEČNÝ, M. *Psychologie osobnosti*. Praha : Akademia, 1998. 333 p. ISBN 80-200-0628-1.

PROKOP, P., TUNCER, G., CHUDÁ, J. Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007, 3(4), 287–295. ISSN 1305-8223.

PUMPR, V., ADAMEC, M., BENEŠ, P., SCHEUEROVÁ, V. *Základy přírodovědného vzdělávání: chemie*. Praha : Fortuna, 2008. 48 p. ISBN 978-80-7373-030-7.

Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 63-41-M/02 Obchodní akademie [online]. [Praha] : NÚOV, 2007. Available from World Wide Web:

<http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%206341M02%20Obchodni%20akademie.pdf>

Rámcové vzdělávací programy. *Národní ústav odborného vzdělávání (NÚOV)* [online]. 2008 [cited 06–04–2010]. Available from World Wide Web:

<http://www.nuov.cz/ramcove-vzdelavaciprogramy>

RUSEK, M. Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in Education*, 2011, 2(2), 23–37. ISSN 1804-7106.

RUSEK, M., HAVLOVÁ, M., PUMPR, V. K přírodovědnému vzdělávání na SOŠ. *Biologie–chemie–zeměpis*, 2010, 1, 19–26. ISSN 1210-3349.

RUSEK, M., KÖHLEROVÁ, V. Výuka chemie na SOŠ s ohledem na zaměření jednotlivých oborů. In *Proceedings of the Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*, Smolenice, 2012, TU v Trnavě, Pdf, Trnava, p. 312–316. ISBN 978-80-8082-541-6.

RUSEK, M., PUMPR, V. Výuka chemie na SOŠ nechemického směru. In *Proceedings of the Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX.*, Hradec Králové, 2009, Gaudeamus, p. 200–206. ISBN 978-80-7041-839-0.

SALTA, K., TZOUGRAKI, C. Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, Jul 2004, 88(4), 535–547. ISSN 0036-8326.

SCHREINER, C., SJØBERG, S. How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the projects ROSE (the relevance of science education). *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*, 2005, 6(2), 25–89. ISSN 1609-4913.

SJØBERG, S. Science for the Children? Report from the Science and Scientist – project [online]. [Oslo]: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo, 2002.

ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem : UJEP, 2005. ISBN 80-7044-696-X.

ŠKODA, J. Trendy oblíbenosti chemie během studia na víceletých gymnáziích. In *Proceedings of the Aktuální otázky výuky chemie X*, Hradec Králové, 2001, Gaudeamus, Hradec Králové, p. 235–240. ISBN 978-80-7041-839-0.

ŠKODA, J., DOULÍK, P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 2009, 19(3), p. 24–44. ISSN 1211-4669.

ŠVANDOVÁ, K., KUBIATKO, M. Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in Education*, 2012, 3(2), p. 65–78. ISSN 1804-7106.

VACÍK, J. *Přehled středoškolské chemie*. Praha : SPN, 1999. ISBN 80-7235-108-7.

VESELSKÝ, M., HRUBIŠKOVÁ, H. Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, 2009, (3), 45–64. ISSN 1211-4669.

VOJTĚCH, J., CHAMOUTOVÁ, D. Vývoj vzdělanostní a oborové struktury žáků a studentů ve středním a vyšším odborném vzdělávání v ČR a v krajích ČR a postavení mladých lidí na trhu práce ve srovnání se stavem v Evropské unii [online]. [Praha] : NÚOV, 2011. Available from World Wide Web: http://www.nuov.cz/uploads/Vzdelavani_a_TP/VYVOJ2010_pro_www2.pdf

ZÁKOSTELNÁ, B., ŠULCOVÁ, R. Rámcové vzdělávací programy v přírodovědné oblasti pro gymnaziální a střední odborné vzdělání v České republice. *Chemické rozhledy*, 2010, 11(5), 279–286. ISSN 1335-8391.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování za pomoc se zadáváním dotazníků patří PhDr. Václavu Pumprovi, CSc. Děkuji také prof. RNDr. Pavlu Benešovi, CSc., za průběžnou diskusi a konzultace při psaní tohoto příspěvku.

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení grantového projektu GA UK č. 552313 „Postoje žáků k chemii po ukončení povinné školní docházky“ a v rámci výzkumného záměru 0021620862 Učitelská profese v měnících se požadavcích na vzdělávání.

Mgr. Martin Rusek – E-mail: martin.rusek@pedf.cuni.cz
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie
M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

Výčet všech možných případů: Analýza žákovských prací

Annie Savard, Lucie DeBlois

Abstrakt

Pokud žákům při výuce pravděpodobnosti nabídneme pestrý výběr kontextů, umožníme jim, aby se učili usuzovat v oblasti ‚neurčitost‘, což může přispívat k rozvoji jejich kritického myšlení. Článek předkládá studii o tom, jak žáci čtvrtého ročníku rozvíjejí v kombinatorice strategie vyjmenovávání pomocí kritického myšlení. Žáky vyučoval student učitelství. Analýza práce žáků ukázala, jaké postupy používali. To znamená, že prezentované výsledky pocházejí ze sekundární analýzy. Ukazují, že mají-li se u žáků rozvíjet důmyslnější strategie pravděpodobnostního usuzování, musí jim k tomu být poskytnuto dostatek příležitostí. Studie zároveň ukázala, že kritické myšlení je pro rozvoj takového usuzování na jedné straně nezbytné a na straně druhé se jím též rozvíjí.

Klíčová slova: kritické myšlení, strategie vyjmenovávání, pravděpodobnostní usuzování.

Enumerating All Possible Outcomes: An Analysis of Students' Work

Abstract

A variety of contexts in the learning of probability could provide opportunities for students to reason under uncertainty. This kind of reasoning could support students to develop critical thinking practices. This paper presents a study on how children in a grade four classroom developed strategies about enumeration of combinatorics using critical thinking. A preservice teacher taught those students and the analysis of their work showed the procedures they used. Then, these results emerge from a secondary analysis. The results suggest that students need opportunities to develop increasingly sophisticated methods of reasoning probabilistically. This study also suggests that critical thinking is both necessary to develop these modes of reasoning and is developed through this work.

Key words: critical thinking, enumeration strategies, probabilistic reasoning.

1 INTRODUCTION

Teaching probability in primary school is now a growing part of the curriculum in the United States and in Canada. The importance of this concept is reflected in everyday life, in which many situations require reasoning under uncertainty. Thus, since 2001, theoretical and frequentist probabilities are now taught in grade 1 until grade 6 in the province of Quebec (Ministère de l'Éducation du Québec, 2001), in qualitative and quantitative ways. Furthermore, subjective probability is part of the secondary school level curriculum. Teachers must provide a variety of learning contexts in order for students to develop conceptual understanding of probabilistic concepts. These contexts must also provide opportunities for students to reason under uncertainty and develop critical thinking practices, such as using criteria when assess an information (Lipman, 2003).

2 LEARNING ABOUT PROBABILITY

Learning about theoretical probability involves identifying all the possible cases of an event (sample spaces) and might conduct to develop enumeration processes. Because probabilistic reasoning involves taking into consideration the variability of a compound outcome, combinatorics strategies are part of the complexity to reason under uncertainty. Combinatorics refers here at this idea of grouping items or objects using combinations, permutations or arrangements. A combination is a group of items or events, where the order doesn't matter and will not change the group. In fact order matter with arrangement and permutation, where arrangement involves also repetition of the items or events. As English (2005) points out, although combinatorics plays an important role in probabilistic reasoning, there is little research on children's combinatorial reasoning. That being said, the literature presents very important works on it.

2.1 A FRAMEWORK ABOUT ENUMERATION

To this point, research by Piaget and Inhelder (1974) on the idea of chance shows that students aged 7 to 14 can distinguish between a certain event and a possible event. Nonetheless, among young learners, a difficulty persists in terms of the procedure used to list all possible cases. In order to find out the combination of different coloured objects, at the first level, they do a successive construction of pairs, without links between them. At the second level, they try to use a systematic method in order to list all of them. They start with a colour and list all pairs systematically, by adding one colour to another one, which is juxtaposition. At the third level, the procedure is based on a multiplicative structure. Thus, they have to repeat the same operation a number of times. The system is linked to each pairs and thus creates an intersection: For example, AB, AC and BC are the intersection of A, B and C.

This challenge to list all possible cases makes it more difficult for them to begin quantifying probabilities. With this limitation in mind, Jones & al. (1999) developed a four-level frame of reference for probabilistic reasoning that is not related to children's developmental stages. Jones & al. (1999) described the reasoning of individuals at the first level as one where they adopt a limited perspective with respect to assessing probabilistic situations as subjective. They cannot identify all the pos-

sible results of an event (*sample space*).¹ The reasoning of individuals at Level 2 is described as transitional (*transitional between subjective and naive quantitative reasoning*). Individuals at this level can identify all the possible cases of a single-stage event and sometimes those of a second stage of experimentation. The reasoning of individuals at Level 3 is referred to as informal quantitative (*informal quantitative reasoning*); they use strategies in a more systematic manner to identify the possible results of a first and second stage of experimentation. Finally, the reasoning of individuals at Level 4 is referred to as numerical (*numerical reasoning*); they use strategies systematically to generate the results of an event of an experimentation using numbers to express probabilities.

2.2 COMBINATORICS TASKS AND STUDENTS' THINKING

In a longitudinal study on mathematics investigation toward combinatorics, from first grade to high school and beyond, Maher, Powell and Uptegrove (2011) presented the process of how students learn to justify their solutions to combinatorial problems considered challenging for their age. They identified some strategies employed and justified by grade 3 and 4 students that they reused over a period of time to solve some combinatorial problems. Students used different strategies, such as trial and error, pattern recognition and controlling variables. They refined their representations by reflecting upon the task, discussing in pairs about their ideas and sharing their written and mental strategies (Maher, Sran, Yankelewitz, 2011). Although those students should use critical thinking when making arguments about their strategies, the authors did not discuss critical thinking.

Some questions thus arise. What knowledge might contribute to the development of students' enumeration strategies? What classroom activities could be devised to support students so they can develop increasingly sophisticated reasoning? Likewise, in what ways do this knowledge and these reasoning strategies support students' development of critical thinking? In this paper, we address those questions.

In our point of view, in order to develop sophisticated reasoning, the situation proposed to the students must challenge them. Indeed, Vergnaud (1990) suggests that there is one kind of situation that is challenging for students: "the one that places the student in a context where the learner doesn't have all the competencies needed, so that he is forced to take time to reflect on it, to explore, to hesitate, to try and drives him to success or failure" (Vergnaud, 1990, p. 136). Specifically to the context of learning combinatorics, this kind of situation should also allow students time to find patterns, be systematic, explain and justify their solutions, modify their ideas and generalize findings (Maher, Yankelewitz, 2011).

It should be emphasized that the conceptual field of probabilistic structures (Savard, 2010) can be delineated by situations that give meaning to probabilities, which can be examined according to three different approaches:² the theoretical approach, the frequential approach and the subjective approach (Briand, 2005; Caron, 2004; Hawkins, Kapadia, 1984; Konold, 1991). Combinatorics is strongly related to

¹We would like to state our opinion about this assertion. The fact that an individual is unable to identify all the possible cases does not mean that s/he has used a qualitative method. It means instead that this individual has not mastered the quantitative method of understanding the task, such as using the order or not.

²These approaches do not represent components of a linear sequence of levels of learning; instead they constitute different approaches toward probabilities, to which we ascribe a character of reference that is, as comprising the set of situations that endow the concept with meaning (Vergnaud, 1990).

this conceptual field. Reasoning about random phenomena needs to be expressed within the framework of specific terminology, such as possible, certain and impossible.

2.3 A CONCEPTUAL FRAMEWORK

Jones et al. (1999) describe schemes involved in the probabilistic structures. These authors framed the students' schemes in terms of the core concepts underlying a probabilistic reasoning process, as viewed in relation to the task situations provided to students. Furthermore, they consider these core concepts as the building blocks of probabilities, which themselves are viewed as constituting multi-faceted concepts (Scholz, 1991). The core concepts fit into the conceptual field of probabilities in the form of schemes, including, for example: sample space (determines all the possible results of an event), experimental probability of an event (determines the probabilities of an event through experimentation, simulation and the use of relative frequency), and theoretical probability of an event (analyses all the possible results through the use of symmetry, numbers and geometrical measures in order to determine the probabilities of an event). Thus, it is possible to support the comprehension of theoretical probabilities through the enumeration of combinations.

To this end, an interpretive model of cognitive activities by DeBlois (2001b, 2003) is used to construe the meaning constructed by a given student. It promotes analysis of the evolution of the students' reasoning at school. It is a model that takes into consideration the student's representation of the situation (Brun, Conne, 1990), the procedures that she employs, and the expectations generated by the didactic contract, an implicit contract between the teacher and the students (Brousseau, 1997). The various modes of linkage between the components of the models can be brought out to trigger insights into ways of developing generalizable structuration of meaning. Such insights can be said to occur whenever students understand why they are able to solve a given problem, thus prompting them to adapt and mobilize their knowledge within a new context. At the same time, partial structuration of knowledge can also be developed. When they develop, students are able to solve some problems, yet remain captive of the problem's surface appearance, or of other components that prevent their knowledge from being adapted. We drew from this model in our exploratory research in order to analyse students' reasoning.

We also drew from works on critical thinking in our research because it seems to us an important point implicitly exposed in a validation situation as defined by Brousseau (1997). A student who has developed critical thinking explicitly uses the knowledge developed in one learning context in a new one. In addition, this student could identify some criteria to explain his choice. Lipman (2003) believes that critical thinking facilitates judgment³ based on criterion and through being self-correcting and sensitive to the context. This theory could help us to analyse the criteria used in the class. The students, according to the context, could determine the preferred criteria. For example, is the usual requirement of taking order into consideration relevant to the proposed situation? Furthermore, in the process of adopting criterion, opportunities for argumentation are created. Contrary to mere explanations, argumentation justifies a point of view by taking into account the epistemic value of arguments — that is, their degree of certainty (Duval, 1991). Critical thinking can become or remain self-corrective depending on the self-assessment of

³Judgment is understood here as the development of opinions, inferences and conclusions, inclusive of problem-solving, decision-making and the examination of new concepts (Lipman, 2003).

one's mental acts and states as it occurs during the construction of enumeration procedures. It has three components (Guilbert, 1990): a set of thinking skills such as comparing or analyzing facts (Paul, Elder, 2001), affective dispositions such as being open-minded and respectful, and knowledge of the content, based on personal experiences and knowledge of the context (Bailin, Case, Coombs, Daniels, 1999). Reasoning is necessary when using critical thinking; however, it is possible to reason without using a critical thinking such as applying an addition to solve a problem without critically think about the problem.

3 RESEARCH METHODOLOGY

This study took place in a larger study, where the focus was on the gap between planning a lesson and enact the same lesson by a pre-service teacher in her field experience (DeBlois, Maleux, 2005). Thus, an exploratory research was performed in collaboration with a preservice teacher in primary education and her supervising teacher in a Grade 4 class (with 10-year-old students). The preservice teacher, the supervising teacher, the school's remedial teacher and the researcher met during the fall semester. These meetings took place before and after the lesson proposed by the preservice teacher. Discussion during the meetings focused on planning and carrying out a lesson with the aim of deepening reflection on teaching practices and student learning. For example, the preservice teacher planned to have a bowl with the names of pupils, had identify a problem to solve and planned to have students working in teams to realise exploration phase, and planned some counter-examples. After the lesson, the preservice teacher reflected on the lesson using the students' works and talks. Discussions were recorded and transcribed. The analysis of the type of adaptation (what was taught is different of what was originally planned by the preservice teacher) from the preservice teacher's perspective was analysed first. We found 4 types of adaptation: projective adaptations, withdrawal adaptations, normative adaptations and avoidance adaptations (L. DeBlois, Maheux, 2005). After this work on the preservice teacher's learning, we wanted to know more about what did her students learn in the lesson on probability, mainly because this lesson seemed challenging for her. Therefore, we analysed the Grade 4 students' activity focusing on probability taught by the preservice teacher and reported by her in the meeting following the lesson. We analysed the transcripts of the discussions, especially the one done after the lesson where the preservice teacher described, based on her memory, the entire process of what happened in the lesson. We analysed transcriptions and students' work using the DeBlois (2003) model.

The proposed lesson centred on probabilistic structures as viewed from a theoretical approach framed in terms of the relationship between the numbers of positive cases out of the number of possible cases of some event. The lesson also used more or less implicitly the concept of equiprobability. The day before the proposed lesson, the preservice teacher used a drawing in order to represent choosing students to be assigned to sport teams. She asked some questions about the probability of drawing a boy or a girl, which allowed students to so some enumeration of possible cases. The task proposed was culled from a textbook and was read aloud by the preservice teacher. It involved enumerating the results of a draw and applying a method serving to rapidly determine all the possible combinations: *“Put 5 blue tokens and five 5 red tokens in a bag. Draw 3 tokens. Which colour could be the tokens you drawn? How many outcomes are possible? Find a way which allows you to deter-*

mine quickly all possible combinations.” In response to those questions, the teacher guide stated that: “*Here are the 4 possible outcomes: BBB, BBR, BRR, RRR.*” So, students were looking about the combinations of coloured tokens, given the fact that even if the task involved 10 tokens, there are only just 2 colours. The task was about finding combinations, and the teacher’s guide was clear that students should show those combinations, but the preservice teacher asked them to find a way to enumerate all possible outcomes without forgetting any of them. She wanted them to use a systematic method. So, she was looking for arrangements, but through the textbook, she asked them to find combinations without discussing the order at first⁴.

To prepare for the draw of 3 tokens, the students were to place 5 red tokens and 5 blue tokens in a container. According to the supervising teacher and the preservice teacher, this task was a challenge for these students, who were not accustomed to representing probabilistic or combinatorics results. In the first phase, this activity was performed in teams of two, using tokens and a sheet. The students began by handling the tokens to perform draws or simulate them. Then, the teams of two were paired up to form teams of four in order to discuss the enumeration procedures used. Finally, the teams of four chose one enumeration procedure and made a poster presenting their results. No extra guidelines were provided to them. After the presentation of posters, the preservice teacher started a discussion by asking some questions about the probability of getting some combinations.

We offer an analysis of the procedures students represented on posters in relation to the work performed during the first phase, since the students’ work in phase one contributed to the results of the second phase. We first identified the procedures used by the students on the posters and posed hypotheses regarding their representation of the situation. What was the task and what they were supposed to do? We analysed the mathematical ideas represented by the students. We analysed them according to their conceptual understanding based on Piaget and Inhelder’s (1974) and Jones et al. (1999) theoretical frameworks about combinatorics or probability. We categorized first the student’s works according to three categories of enumeration procedures defined by Piaget and Inhelder (1974). Our analysis focused on students’ understanding of the concept. Then, we compared the posters with the work done by the students on the first part of the lesson. We used this analysis to discuss the enumeration procedures accordingly to the work of Jones et al. (1999). The discourse reported in the transcription helped us to discuss on critical thinking developed when students presented their poster.

4 THE CHALLENGE OF COUNTING

The presented learning situation proposed the enumeration of the possible combinations of a draw. The learning intentions set by the preservice teacher’s lesson were for students, “to process and categorize information, familiarize themselves with the terminology, and determine the probabilities.” She asked that they would not forget some outcomes. This type of task was likely to shape the students’ varying conceptions, identified by Fischbein and Schnarch (1997) as compound and simple events.

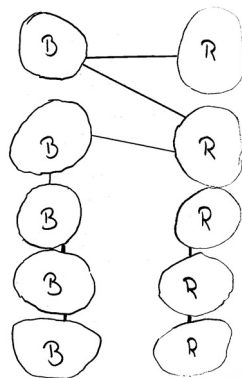
⁴Not discussing the order might lead to not consider the equiprobability to get those combinations. Because there is one way to get 3 tokens of the same colours and three ways to get 3 tokens of 2 different colours, it might mislead students that they have the same probability to get any of the 4 combinations. Due to the fact that the preservice teacher did not address this particular point, we decided to interpret essentially the combinatorial activity.

We are speaking here of conceptions emerging out of a situation in which the students in the study confused the enumeration of combinations with the arrangement of repetitions. Numerous mathematical notions/concepts were drawn on: the terminology (probable, possible and certain); the notions of combination, arrangement and permutation; and enumeration processes.

As the students' posters suggested, the enumeration procedures used varied greatly. Owing to the theoretical approach that was experimented with, the students used three categories of enumeration procedures defined by Piaget and Inhelder (1974), that is: the successive constructions of trios; the juxtaposition of tokens; and the creation of an intersection of sets of tokens.

4.1 SUCCESSIVE CONSTRUCTION OF TRIOS

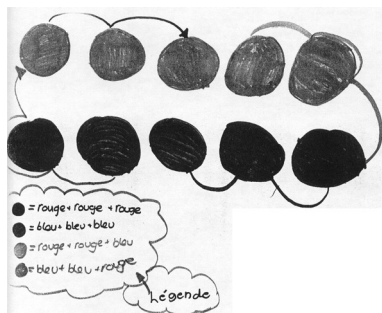
POSTER A



To represent the situation, the students responsible for poster A created a vertical diagram made up of lines and in which the combinations are identified by coloured lines: black (BRR), green (BBR), brown (BBB) and purple (RRR). They drew 5 blue tokens on the left and 5 red tokens on the right. This procedure is a successive construction of trios (Piaget, Inhelder, 1974). Although this answer is correct, it could lead to confusion or omissions in cases involving a larger number of tokens. When consulting the work performed by these students during the first portion of the exercise, we noted that one team of two

students had used this procedure, while the other team had instead written four combinations horizontally and numbered them. We hypothesize that these students had sought to conform to the diagrams already presented in class, thereby complying with the “didactic contract”. This search for conformity could hinder the development of an original enumeration procedure.

POSTER B



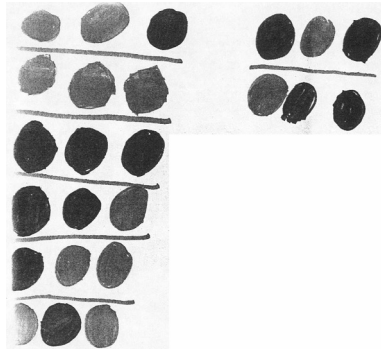
The representation of the situation found in poster B resembles poster A, because these students also drew on the successive construction of trios (Piaget, Inhelder, 1974). The diagram presented is horizontal: 5 red tokens above and 5 blue tokens below. The lines identifying the combinations are also of different colours: black (RRR), orange (RRB), purple (BBB) and green (BBR). These lines have arrows that indicate a direction. A legend indicating the colours and possible combinations is located in the lower left-hand corner of the poster. When

we consulted the work performed by these students during the first portion of the exercise, we noted that one team had enumerated all the possible cases using the arrangement procedure. However, when these students got together with the other team, they decided to present combinations instead. We hypothesize that the procedure used by these four students drew on procedures already seen in other contexts and that the direction provided by the arrows indicated a search for order. The answer is correct but, as in poster A, the procedure used could lead to confusion or omissions in a case where a larger number of tokens were used.

In summary, posters A and B involve similar procedures. They represent diagrams in which coloured lines lead to the formation of combinations. While poster B presents a certain order through the direction of its arrows and by the inclusion of a legend indicating the combinations, the order of poster A is suggested by the arrangement of the tokens. In both cases, an interaction between the trios is suggested: each line leads to the following token, except when tokens are used a second time in each of the examples of poster.

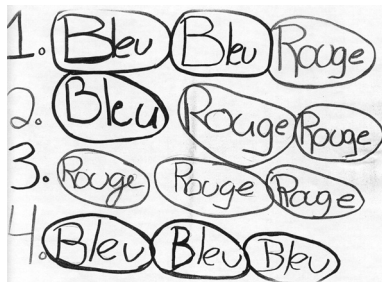
4.2 JUXTAPOSITION OF TOKENS

POSTER C



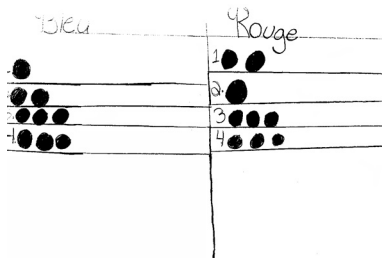
The students responsible for poster C represented the situation in a systematic manner, noting all the arrangements with possible repetitions. At first glance, the presentation displays no order. The first column presents a display of BBR, BBB, RRR, RRB, RBB, BRB. The second presents RBR and BRR. Perhaps they proceeded exclusively by draw. Upon analyzing the arrangements, we noted that the first four are in fact the expected combinations, while the four others are arrangements with possible repetitions. A coloured token juxtaposition procedure has been used along with an interaction of combinations (Piaget, Inhelder, 1974), but the result desired by the preservice teacher regarding a systematic method was not obtained. The presentation of the combinations presented leads to think of the use of symmetry. The work performed by these students during the first portion of their work involves a similar enumeration. In this instance, the combinations are presented in two columns of four, which suggest that after creating a combination, they determined the various possible arrangements of it. A distinction between combination and arrangement with repetitions could prompt the students to use a procedure that is more relevant to the context proposed.

POSTER D



The representation of the situation by the students responsible for poster D reveals a systematic reading of the task. They presented the tokens on four numbered rows, each of which contained a different combination. This procedure of symmetrical juxtaposition of the coloured tokens enabled them to find all the expected results (Piaget, Inhelder, 1974). We hypothesize that this procedure was used without using a procedure presented in the textbook, e.g., a drawing. The work performed by these students in the first portion of their work showed an identical form of enumeration. This poster displays a procedure in which the risks of confusion or omissions are reduced, even when a larger number of tokens is used.

POSTER E



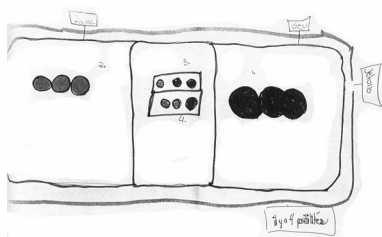
Poster E displays a peculiar way of representing the situation. There is a suggestion of some sort of order because the students started by dividing the sheet into two columns and titling them blue and red. However, these titles do not jibe with the contents of their respective columns. In the first column, they drew 1 blue token on the first line, 2 blue tokens on the second line, 3 red tokens on the third line and 3 blue tokens on the fourth line. In the second column, they drew 2 red tokens on the first line, 1 red token on the second line, 3 red tokens on the third line and 3 blue tokens on the fourth line. Each of the first two lines of the columns corresponds to a token juxtaposition procedure giving a single result: (BRR) and (BBR). The last two lines present a repetition of the results of each of the columns: (RRR) and (BBB). This does not correspond to the desired result because (BBB) and (RRR) are repeated. The students seemed to hesitate between juxtaposition and symmetry (Piaget, Inhelder, 1974). Our examination of the work performed by these students during the first portion of the exercise found that one team had created a similar table without repeating the 3 red tokens and 3 blue tokens in the columns, while the second team had created a two-way table.

In summary, the procedures used by the students responsible for posters C, D and E all drew on procedures based on the juxtaposition of tokens to construct a system that could be used to enumerate the possible cases. The token-juxtaposition enumeration procedure is based on an additive rather than multiplicative structure (Piaget, Inhelder, 1974). These procedures, which are necessary to the development of notions of probability, are based on a draw or a simulation of a draw in which tokens are moved around on the table. In addition, they highlight how an appreciation of the usefulness of enumeration procedures is dependent on the understanding that the students have of the task context. Thus, the students responsible for poster C wrote down arrangements with repetitions rather than combinations.

In summary, the procedures used by the students responsible for posters C, D and E all drew on procedures based on the juxtaposition of tokens to construct a system that could be used to enumerate the possible cases. The token-juxtaposition enumeration procedure is based on an additive rather than multiplicative structure (Piaget, Inhelder, 1974). These procedures, which are necessary to the development of notions of probability, are based on a draw or a simulation of a draw in which tokens are moved around on the table. In addition, they highlight how an appreciation of the usefulness of enumeration procedures is dependent on the understanding that the students have of the task context. Thus, the students responsible for poster C wrote down arrangements with repetitions rather than combinations.

4.3 AN INTERSECTION OF SETS OF TOKENS

POSTER F



The representation of the situation by the students responsible for poster F reveals a different interpretation of the task, because the students drew a diagram containing an intersection (Piaget, Inhelder, 1974). The right-most set contains 3 red tokens; the left-most, 3 blue tokens. The intersection of these sets contains two possible combinations: 1 red token with 2 blue tokens and 2 red tokens with 1 blue token. The combinations are numbered from 1 to 4: (1) the 3 blue tokens, (2) the 3 red tokens, (3 and 4) the combinations of tokens in the intersection. The students used a procedure that was inspired by other diagrams previously seen but in other contexts. Our examination of the work by these students in the first portion of the exercise indicated that both teams had drawn two-way tables: red and blue. However, one team had also drawn a diagram. This enumeration procedure displays the formation of a system constructed using a multiplicative method, with the intersection suggesting multiplicative structure (Piaget, Inhelder, 1974).

5 A CHALLENGE FOR TEACHING

5.1 WHAT KNOWLEDGE MIGHT CONTRIBUTE TO THE DEVELOPMENT OF THE STUDENTS' ENUMERATION STRATEGIES?

The students' posters bring into sharp relief the importance of analyzing enumeration procedures. They make it possible to hypothesize about the type of reasoning involved. We believe that the students who used procedures involving successive construction of combinations (posters A and B) and juxtaposition of tokens (posters C, D and E) should be ranked at the level of transition between subjective and naive quantitative reasoning (Level 2) of Jones et al. (1999). These students are able to enumerate the possible results but when they do so, they rely on additive structure notions such as: addition relationships, union of elements, groupings and complements of a set. According to Piaget and Inhelder (1974), these procedures are static invariants rather than successive interferences or transformations, which are dynamic. The group of students who used a procedure involving an intersection of sets of tokens (poster F) can be identified with informal quantitative reasoning (Level 3) of Jones et al. (1999). These children used a multiplicative structure, a kind needed to construct a fully operative system, thus creating the possibility of constructing the notion of relationship. Thus, associativity, like multiplicative structures, might be a useful knowledge when developing enumeration procedures, which themselves could help foster the development of probabilistic structures.

5.2 HOW CAN THE PROCEDURES BE DEVELOPED IN THE CLASSROOM?

The challenge is to use an enumeration procedure relevant to the task-solving context. The distinction between combination and arrangement has an influence on the procedures used, since these notions are closely related and thus often become a source of confusion. The memorization of certain models could be a useful aid for students, just as it might well prove to be an impediment. When a memorized procedure is relied on, students are deprived of the conditions that would enable them to construct an original procedure of their own. The students must evaluate the procedures critically in order to use those that are not a source of confusion or oversight. Communicate their mathematical ideas is also a way to expose different procedures and think about them.

In the case of enumerating combinations, the students gained knowledge of the terminology on combination and the notions underlying this procedure and were thus able to go on and develop important aspects of probabilistic reasoning. This type of reasoning is the cornerstone of the representation of the situation, because, as Scholz (1991) emphasizes, it is possible to represent one and the same situation according to different approaches of probabilities. However, owing to the stages and characteristics inherent to cognitive development, a range of different processes or modes of thinking necessarily come into play. During those moments of institutionalization that occur in the classroom (Brousseau, 1997), an awareness was generated among students of the mathematical learning that they have achieved (Bruner, 1960, 1987; Piaget, 1974; Lucie DeBlois, 2001a).

5.3 AN ENVIRONMENT TO DEVELOP CRITICAL THINKING PRACTICES

The pooling of deliberations between small groups and the presentation of student solutions may foster the development of critical thinking regarding enumeration procedures. One likely manifestation of this process can be seen when a learner goes back over the instructions and the previously defined criteria and raises questions.

An example of such a manifestation occurred during a discussion with the preservice teacher following the presentation of her students' posters before the entire class. The preservice teacher described what happened: "The girls [a team of 2 girls] said 'we found more than 4 [combinations] and when we were paired with the other team, they told us that we had made a mistake' . . . We [the preservice teacher, speaking for the whole class] went back over what would have been important to specify from the start. Do we take order into consideration or not? We thought about what changes were entailed by our response. Then we did the exercises over again but did not specify whether or not we were taking order into consideration. But several hands were raised by students asking 'do we take order into consideration or not?'. Some students were pushed to think about the importance of order during and after this learning activity. For them, order opened the way to permutations and to enumeration of arrangements with repetition. When instruction provides the opportunity for students to think critically with respect to the task-solving context, the result is to trigger a review of the circumstances and limits of an event with a view to working out a broader view of the proposed problem situation such that order can be used meaningfully. From this perspective, exposing students to a variety of contexts is very likely to be worthwhile in terms of stimulating the emergence of comparisons between procedures.

Furthermore it is important to emphasize the influence of affective dispositions, which, alongside knowledge, are constitutive of critical thinking (Guilbert, 1990). Such affective dispositions appear during the second phase of the activity. Following a two-fold analysis of the pooling of the posters of the $2 + 2$ teams, on the one hand, and of the selection of a procedure for presentation to the class, on the other, could prove a basis for explaining why many students preferred to repeat a previously produced poster than to discuss a new procedure. In that regard, consider posters A, B and E. Our analysis has shown that the procedure used in poster A and B is rather rudimentary and that the procedure used in poster D is more sophisticated. Two students in team A previously used a token juxtaposition procedure rather than a successive construction of trios. However, they decided to present a successive construction of tokens. A search for conformity with known models may have acted as a criterion in the selection of a form of presentation. It is also possible that poster A gives the impression of being sophisticated because there is a diagram.

6 CONCLUSION

In this study, students represented the situation in order to use a relevant strategy according to the context. They had to find a way to represent all possible combinations of a drawing using 3 tokens of two different colors. Five teams of four students were able to do it using additive structures: addition relationships, union of elements, groupings and complements of a set. One team of four students used multiplicative structures: intersection of sets of tokens. These results suggest that the reasoning involved in enumeration procedures is in fact more complex than it

appears at first glance and might involve associativity, as well as multiplicative structures. More complex reasoning was employed in selecting these procedures, which were in fact enumeration strategies. Teaching these procedures themselves may not lead students to use them as a strategy to solve problems according to the context of the situation. Providing situations in which it could be relevant to use them as well as a structure to discuss the choice of strategies could be a way to support students to develop increasingly sophisticated reasoning, a new way of thinking teaching probability.

This type of situation involves the use of critical thinking. In fact, discussions between students when they worked in teams of 2 and later in teams of 4 and plenary discussions allowed them to share their reasoning about strategies employed, and thus, develop their critical thinking by the use of a variety of arguments and by the creation of the criteria to accept or refuse these arguments. It is when students gave themselves a criterion about the order that awareness about probabilistic reasoning occurred. Then, they might determine the probability of an event depending on the order. Critical thinking contributes to probabilistic reasoning and it must be emphasized in classrooms. It seems that critical thinking must be integrated in habitual activities. But how should critical thinking be taught? And how can critical thinking contribute to develop more abstract reasoning about probability? These points need to be highlighted in further work on critical thinking and the didactic of probability.

BIBLIOGRAPHY

BAILIN, S., CASE, R., COOMBS, J. R., DANIELS, L. B. Conceptualizing Critical Thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 1999, 285–302.

BRIAND, J. Une expérience statistique et une première approche des lois du hasard au lycée par une confrontation avec une machine simple. *Recherches en didactique des mathématiques*, 25(2), 2005, 247–281.

BROUSSEAU, G. *Theory of didactical situations in mathematics*. New York : Springer, 1997.

BRUN, J., CONNE, F. Analyses didactiques de protocoles d'observation du déroulement de situations. *Education et Recherches* (3), 1990, 261–285.

BRUNER, J. *The Process of Education*. Cambridge : Harvard University Press, 1960.

BRUNER, J. *Making Sense. The Child's Construction of the World*. London : Methuen, 1987.

CARON, F. *Splendeurs et misères de l'enseignement des probabilités au primaire*. Paper presented at the Colloque du Groupe des didacticiens des mathématiques du Québec (GDM) 2002: Continuités et ruptures entre les mathématiques enseignées au primaire et au secondaire, Université du Québec à Trois-Rivières, 2004.

DEBLOIS, L. *4 dizaines et 10 unités font 410, pourquoi?* Trois-Rivières: Editions Bande Didactique, 2001a.

DEBLOIS, L. Un modèle d'interprétation des activités cognitives pour des élèves qui éprouvent des difficultés d'apprentissage en mathématiques. *Actes du colloque*

“*Constructivismes: usages et perspectives en éducation*”, vol. 2 (Cédérom), 2001b, 565–573.

DEBLOIS, L. Interpréter explicitement les productions des élèves: une piste... Retrieved *Éducation et francophonie*, Volume XXXI (2), Document consulté le 16 juillet 2005, 2003.

From <http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/31-2/08-deblois.html>

DEBLOIS, L., Maheux, J.-F. *When Things Don't Go Exactly as Planned: Leveraging from Student Teachers' Insights to Adapted Interventions and Professional Practice*. Paper presented at the The 15 th International Commission of Mathematical Instruction, Aguas De Lindoia, Brésil, 2005.

DUVAL, R. Structure du raisonnement déductif et apprentissage de la démonstration. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1991, 233–261.

ENGLISH, L. D. Combinatorics and the Development of Children's Combinatorial Reasoning. In G. A. Jones (Ed.), *Exploring Probability in School: Challenges for Teaching and Learning* (Vol. Mathematics Education Library, 2005, p. 121–141). New York : Springer.

FISCHBEIN, E., Schnarch, D. The Evolution with Age of Probabilistic, Intuitively Based Misconceptions. *Journal of Research in Mathematics Education*, 28(1), 1997, 96–105.

GUILBERT, L. La pensée critique en science: présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle. *The journal of educational thought*, 24(3), 1990, 195–218.

HAWKINS, A. S., KAPADIA, R. Children's Conceptions of Probability — A Psychological and Pedagogical Review. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 1984, 349–377.

JONES, G. A., THORNTON, C. A., LANGRALL, C. W., TARR, J. E. Understanding Students' Probabilistic Reasoning *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12* (Vol. 1999 Yearbook). Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 1999.

KONOLD, C. Understanding Student's Beliefs about Probability. In E. V. Glasersfeld (Ed.), *Radical Constructivism in Mathematics Education*, p. 139–156, Dordrecht : Kluwer academic publishers, 1991.

LIPMAN, M. *Thinking in Education (Second Edition)*. New York : Cambridge University Press, 2003.

MAHER, C., POWELL, A., UPTEGROVE, E. B. *Combinatorics and Reasoning: Representing, Justifying and Building Isomorphisms*. New York : Springer, 2011.

MAHER, C.,SRAN, M. K., YANKELEWITZ, D. Towers: Schemes, Strategies, and Arguments. In C. Maher, A. Powell, E. B. Uptegrove (Eds.), *Combinatorics and Reasoning: Representing, Justifying and Building Isomorphisms*. (Vol. Mathematics Education Library, p. 27–43. New York : Springer, 2011.

MAHER, C., YANKELEWITZ, D. Representations as Tools for Building Arguments. In C. Maher, A. Powell, E. B. Uptegrove (Eds.), *Combinatorics and Reasoning: Representing, Justifying and Building Isomorphisms*. (Vol. Mathematics Education Library, p. 17–25). New York: Springer, 2011.

Ministère de l'Éducation du Québec. Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement primaire : Gouvernement du Québec, 2001.

PAUL, R., ELDER, L. *Critical Thinking. Tools for Taking Charge of you Learning and your Life*. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2001.

PIAGET, J. *La prise de conscience*. Paris : Presses universitaires de France, 1974.

PIAGET, J., INHELDER, B. *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant, Deuxième édition*. Paris : Presses universitaires de France, 1974.

SAVARD, A. *Simulating the risk without gambling: Can student conceptions generate critical thinking about probability?* Paper presented at the International Conference on Teaching Statistic (ICOTS 8), Ljubljana, Slovenia, 2010, July 5–9.

SCHOLZ, R. W. Psychological Research in Probabilistic Understanding. In R. Kapadia, M. Borovcnik (Eds.), *Chance Encount Probability in Education*. p. 213–256. Dordrecht : Kluwer academic publishers, 1991.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2.3), 1990, 199–170.

Annie Savard – E-mail: annie.savard@mcgill.ca
McGill University, Montreal, Canada

Lucie DeBlois – E-mail: Lucie.Deblois@fse.ulaval.ca
Université Laval, Quebec, Canada

Strategie řešení úloh ve výuce fyziky na středních školách

Marie Snětinová, Zdeňka Koupilová

Abstrakt

Řešení kvantitativních fyzikálních úloh má v českém vzdělávacím systému dlouholetou tradici. Proto jsme se rozhodli zabývat otázkou, jakým způsobem by mohli středoškolští žáci zlepšit své dovednosti v řešení úloh. Hlavním cílem prezentované studie bylo zjistit, jaké metody či kroky při řešení úloh žáci vědomě používají a jaké faktory ovlivňují výběr těchto metod. Vytvořili jsme proto dva dotazníky, které jsme zadali žákům středních škol (ve věku 15–19 let). Jeden dotazník se skládal pouze z otevřených otázek, druhý obsahoval jak otevřené otázky, tak uzavřené otázky se škálou. Oba dotazníky se zabývají strategiemi řešení úloh. Z výsledků průzkumu vyplynulo, že mnoho žáků používá strategie, které mohou vést k vyřešení jednoduchých úloh, ale nejsou optimální k rozvoji dovedností potřebných k řešení fyzikálních úloh. Popsaný průzkum je jednou částí rozsáhlejšího výzkumu, který se zabývá řešením úloh ve výuce fyziky.

Klíčová slova: řešení úloh, strategie, fyzika, střední škola.

Problem Solving Strategies in High School Physics Lectures

Abstract

Solving quantitative physics tasks has a long tradition in Czech education system. Therefore, we study how high school students can improve their problem solving skills in physics lectures. The goal of the first part of the study described in this paper was to find out what methods or steps students claim they use during solving physics tasks and if there are any factors that affect choosing the these methods. Two questionnaires for students concerning use of chosen problem solving strategies were composed — one containing open format questions only and the second with open format questions and rating scale questions. The respondents of the questionnaire survey were high school students (students at the age of 15 to 19), who are attending physics courses during their study. We found that many students use strategies that can be efficient for getting answers of simple problems, but they are not appropriate for developing problem solving skills. The questionnaire survey is a part of more extensive research concerned with problem solving in physics education.

Key words: problem solving, strategy, physics, high school.

1 INTRODUCTION

Solving quantitative physics tasks has a long tradition in Czech education system. It can be demonstrated, for example, by a large number of problems in physics textbooks and problem collections (e.g. Lepil et al., 1995; Nahodil, 2011; Žák, 2011). On the other hand, it is necessary to admit that many students — not only in the Czech Republic — struggle with many difficulties when solving physics tasks (Byun, Ha, Lee, 2008).

Therefore, we decided to realize a questionnaire survey concerned with problem solving strategies at Czech high schools. The main goal of this survey was to discover students' view of solving physics tasks. The questionnaire survey analyzed what methods and strategies students claim that they use during solving physics tasks and if there are any aspects that influence choice of these methods.

The described survey follows the literature search presented in Snetinova (2011) and it is a part of more extensive ongoing research concerned with the problem solving in physics education. One of final aims is to develop detailed methodical materials for teachers and worksheets for students. These materials will help students to increase their abilities to solve physics tasks.

Results of this survey were partly presented at the World Conference on Physics Education in Istanbul in July 2012 and will be published in the proceedings of the conference. In this paper, we present a more detailed description of the study and more extensive discussion of its results.

2 THEORETICAL BACKGROUND

One of the possibilities how to divide physics tasks is classification on quantitative and qualitative tasks. The difference is that in solving quantitative tasks mathematical methods are used. However, solving qualitative as well as quantitative tasks assume qualitative insight into the problem (Svoboda, Kolářová, 2006). According Van Heuvelen (1991), students are often unable to reason qualitatively about physical process and they use primitive formula-centered problem solving methods. In addition, there is a big contrast between expert and novice problem solvers in using different problem solving strategies. Harper (2006) states three important examples of these differences:

- Experts view problem solving as a process, while novices think it is a recall task;
- Experts classify problems based on deep structure, while novices classify based on surface features;
- Experts use nonmathematical representations, like graphs, charts, and diagrams extensively, while novices tend not to.

Ogilvie (2009) divides problem solving strategies into two groups — limiting strategies that “may work well for well-structured, end-of-chapter exercises, but they begin to fail as the problems become more complex” and expansive strategies that “can be readily applied to more ill-structured challenges”. He also adds that “these (expansive) strategies have also been identified as characteristic for expert problem solving approaches”. As problem solving strategies, Ogilvie (2009) means steps that lead to the achievement of a specific goal (e.g. solution of a physics task).

Several studies (e.g. Van Heuvelen, 1993; Bagno, Eylon, 1997; Lederman, 2009) claim that it is possible to mitigate the limiting strategies by using special approaches and students can be taught more appropriate techniques how to solve physics tasks.

3 METHODS

The presented survey was inspired by a research described in Ogilvie (2009). He defined strategies that were used as a foundation for creation of one part of the questionnaire research. The survey proceeds from a literature research (Snetinova, 2011). The survey is only a part of a larger research concerned with solving quantitative physics tasks. The whole research has a qualitative character.

3.1 PARTICIPANTS

Several Czech high school teachers were asked to participate in a questionnaire survey. Teachers who agreed with the participation were instructed how to process the questionnaires with students. The participated schools were from Prague, other bigger as well as smaller cities. Besides five standard state high schools, two private high schools and one technical school were included into the selection.

Respondents of the survey were from Czech high schools (students at the age of 15 to 19), who are attending physics lessons during their study. The number of respondents in particular classes is stated in Table 1.

Table 1: Number of respondents in particular classes and particular questionnaires

Class (students' age)	Number of respondents		In total
	S1	S2	
1. class (15–16)	142	114	256
2. class (16–17)	88	97	185
3. class (17–18)	96	87	183
4. class (18–19)	82	67	149
In total	408	365	773

3.2 TOOLS AND PROCEDURE

We decided to use questionnaire as a data collection method, because it provided us to gain sufficient amount of data in a relatively short time. The survey contains two different students' questionnaires (marked S1 and S2). Both questionnaires were designed similarly on purpose.

The questionnaire S1 (answered by 408 respondents) consisted of nine rating scale questions (see Table 2) that concerned with using problem solving strategies. These strategies, including their description, were created according to Ogilvie (2009) and in cooperation with experts in physics education and with an experienced high school teacher (13 years of practice). They are divided into two categories — limiting strategies (marked L1–L4) and expansive strategies (marked E1–E5). These terms were taken from Ogilvie (2009). Besides the rating scale questions questionnaire S1 contained five open format question (see Table 3).

The second questionnaire S2 (365 respondents) consisted of five open format questions only (see Table 3). Three questions are the same as in S1. Instead of rating scale question the strategies that students use during solving physics tasks were covered by open questions.

Table 2: Description of problem solving strategies in rating scale question of questionnaire S1

Short name of strategy	Description of strategy used in the questionnaire
L1: Listing known and unknown quantities	“After reading the assignment I make a list of known and unknown quantities.”
L2: Rolodex equation matching	“I try to select an equation largely because the equation has the same variables that are listed in the assignment.”
L3: Prior tasks in text or lecture	“I try to find similar task (in textbook, notes or elsewhere).”
L4: Prior experiments in lecture	“I try to remember if we did some experiment similar to the task during lecture.”
E1: Sub-problems	“I try to solve the task step by step and divide it into smaller sub-problems.”
E2: Real situation	“I try to imagine the problem in a real situation.”
E3: Concept first	“First I think about the ideas and physics concepts involved in the problem.”
E4: Rational thought	“First I solve the task in my mind and then I do arithmetic.”
E5: Diagram	“I try to draw some diagram (sketch, chart, ...) to every task.”

Table 3: List of open format questions from both questionnaires

Questionnaire S1	Questionnaire S2
<ol style="list-style-type: none"> 1. What is your biggest problem during problem solving in physics? 2. Is there anything that helps you with solving physics tasks? 3. What is — according to you — the purpose of solving physics tasks? 4. Do you think that you can use these approaches also in other situations? In which ones? 5. Which steps were recommended or shown to you to help you to solve physics problems? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Do you have any proven steps you use during problem solving in physics? What methods do you use if you don't know how to solve the problem at first sight? 2. To what do you pay attention during solving physics tasks? 3. What is — according to you — the purpose of solving physics tasks? 4. Do you think that you can use these approaches even in other situations? In which ones? 5. Which steps were recommended or shown to you to help you solve physics problems?

We chose this design to gain the good image about the students' strategies. Open format questions enabled to more easily investigate, what was the attitude of high school students to the solving of physics tasks and what obstacles, according their opinion, they contended with. The open format question in S2 offered to students an opportunity to describe strategies in their own words. On the basis of our previous experiences with questionnaire surveys, we know that in written questionnaire teenage respondents can have problems with formulation of their own

answers. They tend to answer very shortly and write the first idea only. Moreover, some steps done during problem solving students don't perceive as "a strategy" and that's why they would not mention them in the open format question. Because of these assumptions we put the list of the particular strategies in the rating scale questions in questionnaire S1. Students rated how often they used these strategies regardless if they used them knowingly and saw them as problem solving strategies.

4 FINDINGS

4.1 STUDENTS PROBLEM SOLVING STRATEGIES

One of the main goals of the students' questionnaire survey was to determine which strategies and methods students indicate they use in solving physics problems. Nine strategies were described in the questionnaire S1 (see Table 2) and students marked how often they used these strategies. Results of this part of survey are stated in Figure 1. The labels L1–L4 and E1–E5 indicate whether the strategy is considered to be limiting (L) or expansive (E) (according to Ogilvie, 2009).

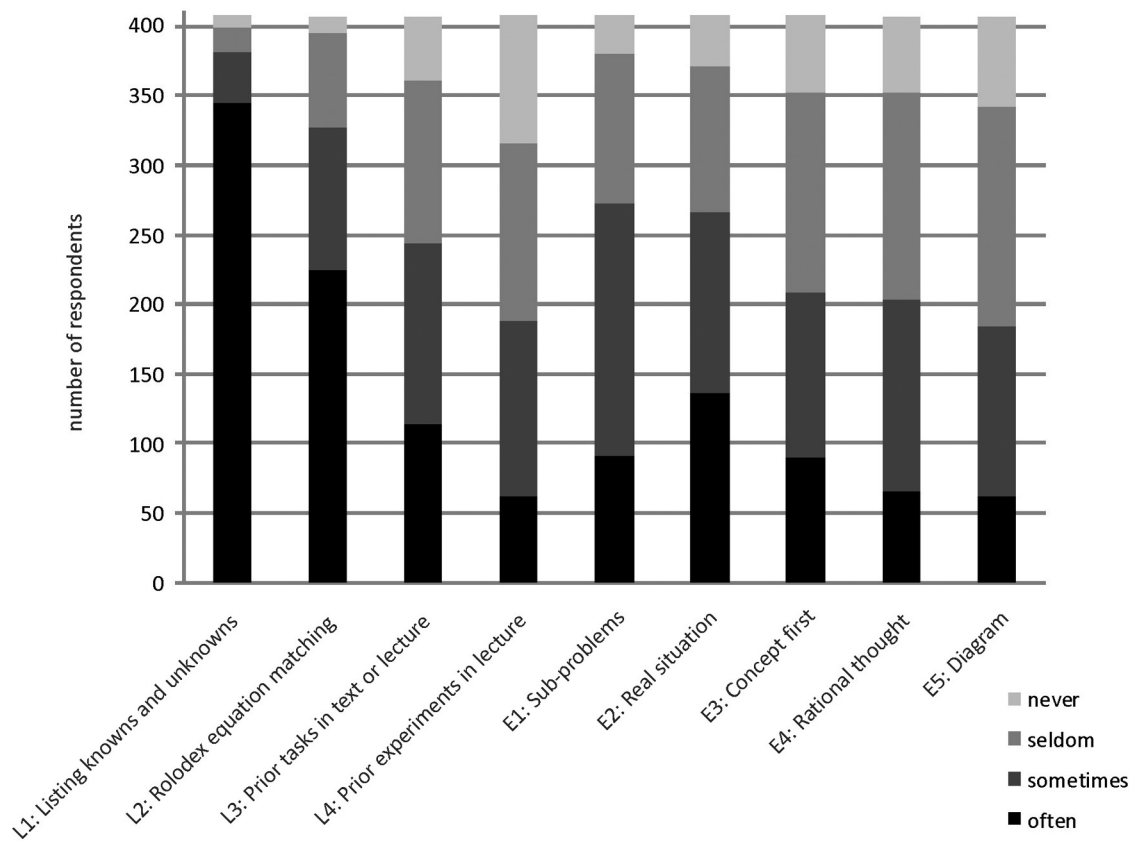


Figure 1: Students' answers to the question: "How often do you use strategies mentioned below?" from the questionnaire S1

The strategies in Figure 1 are arranged according to the sum of answers "often" and "sometimes", limiting strategies are placed first and expansive strategies follow. A closer examination of Figure 1 shows that students very often stated that they used the limiting strategies. It can be also seen that the most often mentioned strategy is L1: *Listing known and unknown quantities*. This is a relatively unsurprising result, because Czech students are taught since primary school to write this list just below

the assignment. The second most often stated strategy is L2: *Rolodex equation matching*. Although this approach can be efficient for getting answers, it is far from optimal for improving problem solving skills and understanding the physics concepts. According to Buffler & Allie (1993), using of this strategy can be caused by “the instructor may mention what principles or concepts are being applied, but generally only writes down the associated equations” approach when illustrating physics concepts by solving particular problems.

One of the least used strategies, in students’ view, is E5: Diagrams. According for example to Leonard, Durfense & Mestre (1996) or Van Heuvelen (1991), using of this strategy differs between beginners (students) and experts (teachers or physicists). Scarl (2003) even claims that “most people think in pictures and find a diagram a help even in problems that have no obvious geometrical part”.

If we focus on using problem-solving strategies in particular classes, no significant difference is evident (see Figure 2). The survey shows that students’ problem-solving methods and strategies are invariable during high school attendance.

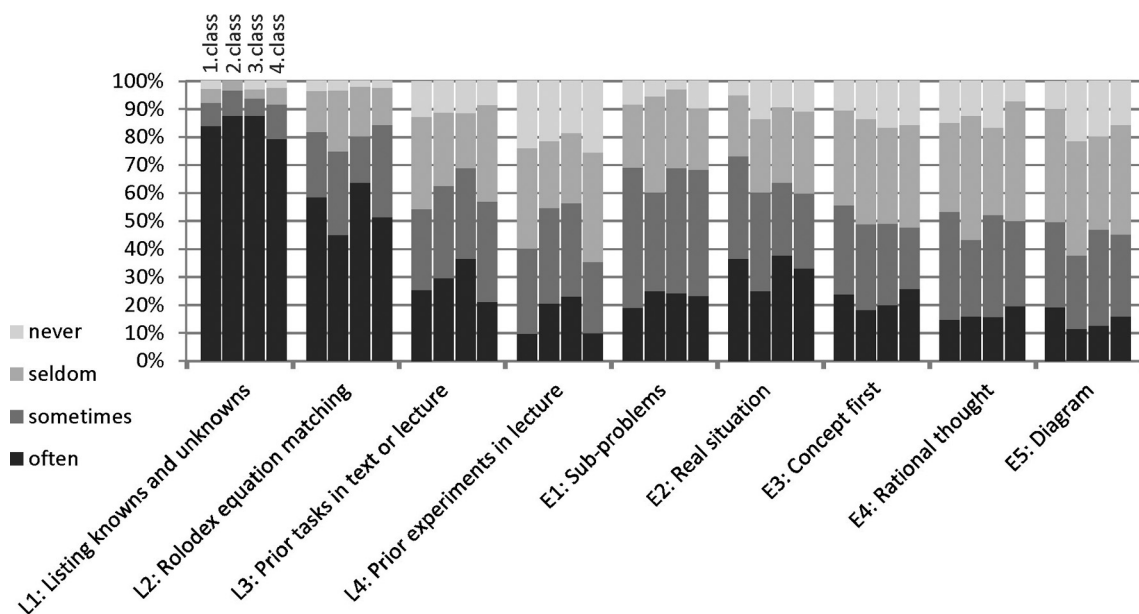


Figure 2: Using problem-solving strategies in particular classes (questionnaire S1)

Students’ answers to the question in questionnaire S2 concerning the problem solving strategies were classified into several categories. These categories were created by researcher on the basis of respondents’ answers. The most frequently mentioned strategies and the number of respondents are stated in Table 4. The strategies are arranged according to the frequency of responses.

It is necessary to remark that our assumption was confirmed and students really often stated only one strategy as an answer. Probably the students wrote the first thing that crossed their mind and they did not have any reason to think about the question more deeply.

It can be seen that the most often stated strategy in the questionnaire S2 is Rolodex equation matching (93 of respondents). On the other hand, many expansive strategies (e.g. E1, E3, E4, *Commentating on the task*, *Classifying important facts*) were stated only by a small number of respondents.

The most frequently mentioned strategy — except the strategies not covered by rating scale questions in questionnaire S1 — is *Thinking about the problem* (29 of respondents). However, this method can partly overlap with other strategies, for

Table 4: Mentioned methods and strategies from the questionnaire S2

Mentioned strategies	Number of responses
Rolodex equation matching (L2)	93
Listing known and unknown quantities (L1)	36
Diagram (E5)	32
Thinking about the problem	29
Cooperation	28
Rereading the assignment several times	25
Trying to combine “everything with everything”	23
Postponement of the task for later	21
Real situation (E2)	19
Prior tasks in text or lecture (L3)	19
Thinking back to formerly learned theory	7
Simplification of the task	5
Concept first (E3)	5
I do at least what I can	5
Sub-problems (E1)	4
Classifying important facts	4
Finding a solution in text or lecture	4
Rational thought (E4)	2
Prior experiments in lecture (L4)	1
Commentating on the task	1
Rule of three	1

example *Concept first* or *Real situation*. This category of students’ response was established for such answers in which students did not state exactly or in more detail how they think about the problem.

4.2 DISCUSSION OF REMAINING OPEN FORMAT QUESTIONS

Conclusions gained from the questionnaire survey are stated below. Each generalized result mentioned below is accompanied by original students’ answers from questionnaire. We believe that all results can be interesting and useful in practice.

1. Students should know why some strategies or methods are required or recommended from them. Many students understand the solving of physics tasks only as one of several way of marking. Therefore, it is important even for teachers themselves to think about the purpose of solving tasks in physics and what skills it develops.

Student: “It was often recommended to me to draw pictures. But what is the purpose of this if I don’t know any idea about the situation and I can’t draw?”

Student: “When I’m solving a task, it helps me to know what the point of doing it is.”

2. Students should have a feeling that they can gain correct solution by their own when solving physics task. Our result correspond with Harper (2006): “Many students believe that when you read a problem, either you know how to solve it, or you don’t. The instructor may appear to know exactly how to solve a problem the moment she lays eyes on it. One way to address this mistaken belief might be to make the process more transparent to the class.”

Student: “In my opinion, the most common approach that is used in explaining some task is: to take a look at the task and immediately know what’s going on. But I can’t use this approach.”

Student: “Our teacher solves the task by herself and she thinks that we understand the steps. But it is not true.”

3. It is important to keep a cool head during solving physics tasks and do not get stressed out. In accordance with the students’ responses, Scarl (2003) claims that it is good to think optimistically. Below are stated several answer to the question “Do you have any proven steps you use during problem solving in physics?”

Student: “Don’t panic!”

Student: “I calm myself down and I think hard about the problem.”

Student: “I try to calm myself down and I reread the assignment.”

4. Other interesting observation is that students do not realize that solving physics tasks is not only about getting or guessing the correct answer.

According to authors’ experiences, it is important for students to be able to formulate their thoughts – either on paper or verbally. Teachers have then an opportunity to consider, if the students’ thoughts are correct and they can draw students’ attention to their shortcomings.

Student: “I try to solve the task by my guess, but teachers mostly want some formulas.”

5 FUTURE PLANS

The presented questionnaire survey is only one part of a more extensive research inquiring into solving quantitative physics tasks. We will continue by creating of methodical materials for high school teachers and worksheets for students that should contribute to development of students’ problem solving skills. In the next year, these materials will be integrated into physics lessons at several Czech high schools. Usability and applicability of the materials will be explored by using case studies.

6 CONCLUSION

The main aim of the presented questionnaire survey was to find out what strategies and methods students claim to use and what their view on problem solving is gen-

erally. The survey showed that the most often mentioned strategies are so-called limiting strategies, that can be efficient for getting answers, but they are not appropriate for developing of problem solving skills. Conclusions gained from the open format questions of the questionnaires were presented in the contribution. These results were completed by several examples of students' answers. We found both, the conclusions as well as the examples of answers, as inspiring for many teachers.

ACKNOWLEDGEMENT

The present work was supported by the Charles University Grant Agency (grant no. 374711). The authors thank the teachers from high schools who assigned the questionnaires to students during their lectures.

BIBLIOGRAPHY

- BAGNO, E., EYLON, B. S. From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of the domain of electromagnetism. *American Journal of Physics*, 65(8), 1997, p. 726–736.
- BUFFLER, A., ALLIE, S. Towards an active learning environment in physics: developing problem solving skills through cooperative learning. *Proceedings of the Annual Conference of the South African Association of Academic Development* (ed. By C. Boughey, B. Leibowitz), Bellville, 1993, p. 15–29.
- BYUN, T., HA, S., LEE, G. Identifying student difficulty in problem solving process via the framework of the House Model (HM). *Proceedings of the Physics Education Research Conference*, Vol. 1064, Edmonton, Alberta: AIP, 2008, p. 87–90.
- HARPER, K. A. Student Problem-Solving Behaviors. *The Physics Teacher*, 44(4), 2006, p. 250–251.
- LEDERMAN, E. Journey into Problem Solving: A Gift from Polya. *The Physics Teacher*, 47(2), 2009, p. 94–97.
- LEONARD, W. J., DURFENSE, R. J., MESTRE, J. P. Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems. *American Journal of Physics*, 64(12), 1996, p. 1495–1503.
- LEPIL, O., et al. *Fyzika: Sbírka úloh pro střední školy*. Praha : Prometheus, 1995.
- NAHODIL, J. *Sbírka úloh z fyziky kolem nás pro střední školy*. Praha : Prometheus, 2011.
- OGILVIE, C. A. Changes in students' problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems. *Physical Review Special Topics — Physics Education Research*, 5(2), 2009.
- SCARL, D. *How to Solve Problems for Success in Freshman Physics, Engineering and Beyond*, Glen Cove, New York : Dosoris Press, 2003.
- SNETINOVA, M. Quantitative physics tasks. *WDS'11 Proceedings of Contributed Papers: Part III — Physics* (ed. by J. Safrankova & J. Pavlu), Prague : Matfyzpress, 2011, p. 61–65.

SVOBODA, E., Kolářová, R. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. Praha : Karolinum, 2006.

VAN HEUVELEN, A. Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *American Journal of Physics*, 59(10), 1991, p. 891–897.

ŽÁK, V. *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha : Prometheus, 2011.

Mgr. Marie Snětinová – E-mail: marie.snetinova@mff.cuni.cz

RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D.

Univerzita Karlova v Praze, MFF

Katedra didaktiky fyziky, Czech Republic

Čitateľská gramotnosť žiakov ZŠ vo svetle úspešnosti riešenia komplexných úloh

Zuzana Vasilová, Miroslav Prokša

Abstrakt

Článok sa venuje čitateľskej gramotnosti a jej rozvíjaniu prostredníctvom komplexných učebných úloh vo vyučovaní chémie. Nami vytvorenými komplexnými úlohami s chemickou tematikou zameranými na rozvoj čitateľskej gramotnosti, sme sa v predvýskume pokúsili vyhľadať cesty k pochopeniu, ako sa prejavuje úroveň jednotlivých kompetencií čitateľskej gramotnosti pri riešení tohto typu úloh. V rámci výskumu boli sledované a javovou analýzou popísané nedostatky pri prejavovaní zvládnutia troch základných skupín kompetencií čitateľskej gramotnosti: získavanie informácií, spracovanie informácií a zhodnotenie textu.

Kľúčová slova: PISA, čitateľská gramotnosť v prírodných vedách, chemické komplexné úlohy, kompetencie čitateľskej gramotnosti.

Reading Literacy of Primary School Students in the Light of the Success of Solving Complex Tasks

Abstract

This article deals with reading literacy and its development in complex learning tasks with science theme. We have created complex chemical tasks and we used these tasks in the chemistry lessons. Tasks were solved by students of a primary school and we tried to describe possible reasons of wrong answers regarding the competencies of reading literacy. Three groups of competencies were studied: information gathering, information processing and evaluation of the text.

Key words: PISA, reading literacy in science, complex chemical tasks, competencies of reading literacy.

1 ÚVOD

Výsledky poslednej štúdie PISA poukazujú na fakt, že slovenskí žiaci nedosahujú v čitateľskej a prírodovednej gramotnosti ani priemer krajín OECD (Heldová, 2011). Už z výsledkov z roku 2003, kedy sa Slovensko prvýkrát zúčastnilo testovania PISA vidieť, že úroveň čitateľskej gramotnosti našich žiakov je nízka, čo znižuje šance na trhu práce a pravdepodobnosť ďalšieho vzdelávania (Heldová, 2006).

PISA sa svojimi výsledkami nesnaží poukázať na množstvo vedomostí, ktoré sa žiaci naučili ale práve na to, ako ich vedia využiť v reálnom živote. Čitateľská gramotnosť podľa OECD zahŕňa ovládanie čitateľských zručností a schopnosť využiť ich pri riešení úloh v rozličných situáciách, s ktorými sa stretávajú počas celého svojho života (Heldová, 2006; OECD, 2007).

Je teda jasné, že čitateľská gramotnosť súvisí so všetkými vednými odbormi, keďže hľadanie, spracovanie a následne využitie informácií je podstatou každej činnosti. Každý z nás sa neustále stretáva s novými a novými informáciami a bez toho, aby ich vedel využiť, nemá šancu v tejto spoločnosti fungovať. Zmysluplné čítanie všetkých druhov textov je nevyhnutnou súčasťou čitateľskej gramotnosti (Zmach, et al., 2007). Cieľom prírodovedného vzdelávania by malo byť aj to, aby študenti boli schopní pochopiť každodenné novinky týkajúce sa vedeckých tém s rovnakou ľahkosťou, ako chápu politické, ekonomické či právne otázky. Každý, kto je toho schopný, je prírodovedne gramotný (Trefil, O'Brien-Trefil, 2009).

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ VÝSKUMU

2.1 KOMPLEXNÉ ÚLOHY

Vzhľadom na vyššie uvedené fakty, sme sa vo svojej výskumnej orientácii rozhodli svoju pozornosť zamerať na metódy a prostriedky, ktoré by pomohli rozvíjať čitateľskú gramotnosť v prírodných vedách, s akcentom na chémiu. Ako vhodný a vo vyučovaní využiteľný prostriedok sme zvolili špecifický typ učebných úloh, tzv. komplexné úlohy. V českej didaktike sa používa označenie multikomponentné úlohy (Černocký, et al., 2011). Charakteristickou črtou komplexných úloh je dlhší úvodný text, ktorý môže mať rôzny charakter, či už je to článok z novín, etiketa, informačný leták, v podstate by to mal byť text, s akým sa žiaci stretávajú v bežnom živote s formou, či už súvislého alebo menej kompaktného textu, ktorý môže obsahovať rôzne tabuľky, grafy, obrázky, . . . Pri riešení otázok resp. čiastkových úloh, ktoré nasledujú po úvodnom texte a bývajú rozličného typu, je úlohou žiakov prečítať a pochopiť tento text a pomocou neho nájsť odpovede na čiastkové úlohy. Pri riešení týchto úloh žiaci uplatňujú zručností čitateľskej gramotnosti. V súčasnosti je čitateľská gramotnosť považovaná za kľúčovú kompetenciu, ktorá ovplyvňuje nielen úroveň čítania, ale aj úroveň a možnosti vzdelávania žiakov i dospelých vo všetkých vyučovacích predmetoch a rozličných oblastiach ďalšieho vzdelávania (Koršňáková, Kováčová, Heldová, 2010). Domnievame sa, že čitateľská gramotnosť je nutný predpoklad k rozvíjaniu prírodovednej gramotnosti, teda využívania prírodovedných poznatkov.

Prečo sme si za prostriedok na rozvoj čitateľskej gramotnosti vo vyučovaní prírodných vied zvolili práve komplexné úlohy?

Pri práci s týmito úlohami počas nášho výskumu, ktorá pozostávala z vyhľadania komplexných úloh z dostupných zdrojov, oboznámenia sa s nimi, tvorby vlastných komplexných úloh, ich aplikácií a optimalizácii, sme spoznali mnohé výhody ale aj niektoré nevýhody týchto úloh. Najprv sa pokúsime zhrnúť výhody:

- sú ľahko využiteľné vo vyučovaní vzhľadom na ich jednoduchú aplikáciu, učiteľ nemusí ovládať žiadne špeciálne zručnosti ani absolvovať školenie, aby ich mohol na hodinách použiť;
- pri správnom zaradení do vhodného ročníka a témy nie sú časovo náročné, keďže ich riešenie trvá v priemere 5 až 10 minút;
- nie je nevyhnutné, aby bol učiteľ prítomný pri ich aplikácii, môžu sa teda dať aj ako domáca úloha;
- podporujú u žiakov záujem o prírodovedné témy, keďže ich základom sú poväčšine texty z bežného života opisujúce konkrétnu problematiku súvisiacu so životom;
- majú medzipredmetový charakter, pri ich riešení žiaci uplatňujú poznatky z viacerých predmetov, pričom si môžu ľahko uvedomiť rôzne prepojenia.

Hlavná nevýhoda použitia týchto úloh sa týka ich hodnotenia, ktoré vyžaduje špecifický prístup učiteľa, čo sa odrazí hlavne v čase vynaloženom na ich opravu. Keďže mnoho z čiastkových úloh komplexných úloh vyžaduje od žiakov otvorenú odpoveď, ktorú žiak sformuluje vlastnými slovami, učiteľ musí pri ich hodnotení častokrát zväziť aj individuálny prístup každého žiaka, ktorý sa môže odraziť na forme jeho odpovede.

2.2 ČITATEĽSKÁ GRAMOTNOSŤ

V našej práci sa venujeme rozvíjaniu čitateľskej gramotnosti v rámci prírodných vied, konkrétne na hodinách chémie. Pri definícii čitateľskej gramotnosti sme vychádzali z OECD, ktorá ju chápe ako porozumenie a používanie písaných textov, uvažovanie o nich a zaangažovanosť čitateľa do čítania za účelom dosahovania osobných cieľov, rozvíjania vlastných vedomostí a schopností a podieľania sa na živote spoločnosti (Heldová, 2011). Podľa OECD je hodnotenie čitateľskej gramotnosti založené na troch základných aspektoch: **texty** predstavujú rozličné druhy písaných materiálov, ktoré žiaci čítajú, **činnosti**, to sú kognitívne postupy čitateľa pri práci s textom a **situácie**, ktoré predstavujú zamýšľané využitie textu z pohľadu jeho autora (Koršňáková, Kováčová, Heldová, 2010). Vychádzajúc z tejto definície sme sa v našom výskume sústredili na hlbšiu analýzu činností – kompetencií, ktoré definuje OECD ako:

- činnosti spojené s porozumením na dosiahnutie úplného porozumenia písaným textom (Heldová, 2006);
- kognitívne postupy čitateľa pri práci s textom (Koršňáková, Kováčová, Heldová, 2010);
- mentálne stratégie, ktoré používa žiak pri práci s textom (Heldová, 2011).

V tabuľke 1 uvádzame činnosti čitateľskej gramotnosti, ktoré sú rozdelené na 3 základné skupiny zahŕňajúce v sebe niekoľko konkrétnych činností.

Tab. 1: Charakteristika činností čitateľskej gramotnosti

Čitateľská gramotnosť	
<i>kompetencia</i>	<i>prehľad niektorých činností</i>
získavanie informácií	– nájdenie informácie v texte, tabuľke, grafe, ...
	– zoradenie informácií
	– posúdenie významnosti informácie
	– sústredenie sa na hodnoverné informácie
	– zistenie vzťahu medzi časťami informácie
	– zameranie na nápadné a protichodné informácie
spracovanie informácií	– porozumenie textu
	– interpretácia a integrácia
	– porozumie vzťahom
	– vysvetlenie významu slova, frázy
	– porovnávanie, danie do protikladu, triedenie
	– zistenie hlavnej témy, zámeru autora
	– integrovanie niekoľkých častí
zhodnotenie textu	– uvažovanie o obsahu a forme tvrdenia
	– posúdenie tvrdenia
	– zhodnotenie a vyslovenie hypotéz
	– urobenie spojenia alebo porovnania
	– podanie vysvetlenia, vyhodnotenie črty textu
	– sústredenie sa na menej obvyklé vedomosti

3 CIELE PRÁCE A VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Vzhľadom na široký záber každého z aspektov a v súvislosti s faktom, že v posledných rokoch sa vo vzdelávaní kladie čoraz väčší dôraz na rozvíjanie kompetencií, sme sa v našom výskume rozhodli zamerať svoju pozornosť na činnosti, ktoré využíva žiak pri práci s textom. Rozvoj čitateľskej gramotnosti je tiež predpoklad pre dosiahnutie istej úrovne prírodovednej a matematickej gramotnosti, ktoré v sebe zahŕňajú aj využitie získaných informácií (Koršňáková, Kováčová, 2007).

Keďže čitateľská gramotnosť je v našich školách skôr sústredená na čítanie textov z humanitných vied, napríklad literatúry či histórie, s čím súvisí aj získavanie a spracovávanie informácií z týchto odborov, považujeme za potrebné obrátiť pozornosť skôr na oblasť prírodných vied. Naším cieľom sa stalo vytvorenie komplexných úloh s chemickou tematikou, použitie ktorých by žiakom dopomohlo k rozvíjaniu čitateľskej i prírodovednej gramotnosti aj na hodinách chémie. Vzhľadom na skúsenosti z aplikácie komplexných úloh na hodinách chémie sme spozorovali, že tieto úlohy sú pre žiakov nevžitú a s takýmto typom úloh sa stretli len okrajovo, často majú problémy s ich riešením. Preto sme považovali za zaujímavé venovať našu pozornosť síce prvotnému ale hlbšiemu preniknutiu do pohľadu žiakov na jednotlivé položky takýchto úloh vzhľadom na kompetencie čitateľskej gramotnosti. V rámci nášho predvýskumu sme sa sústredili na popísanie problémov, ktoré sa u žiakov prejavujú pri riešení takýchto úloh. Vzhľadom na náš cieľ, ktorým je vytvorenie určitého diagnostického prostriedku vo forme komplexných úloh zameraných na rozvoj čitateľskej i prírodovednej gramotnosti v rámci chémie na našich školách, sme považovali za nevyhnutné, čo najlepšie spoznať vnímanie žiakov z pohľadu riešenia komplexných úloh zameraných na rozvoj čitateľskej gramotnosti v rámci prírodných vied. Domnievame sa, že detailnejšie spoznanie, toho ako žiaci vnímajú čitateľskú

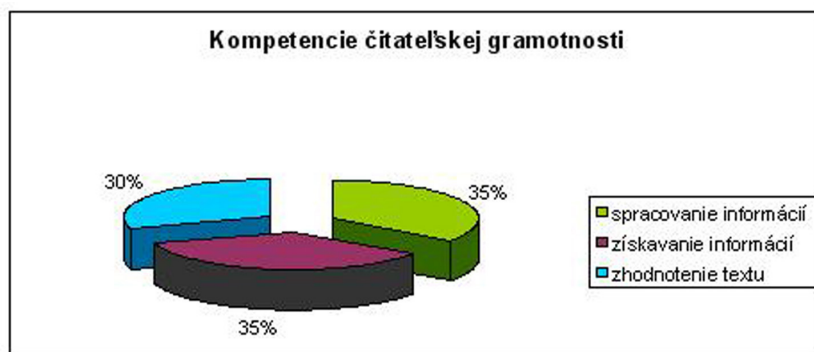
gramotnosť v rámci prírodných vied nám následne pomôže vhodnejšie, presnejšie a cielenejšie vytvoriť komplexné úlohy zamerané na rozvoj prírodovednej gramotnosti. Vychádzajúc z týchto záverov sme si v rámci nášho predvýskumu sformulovali výskumnú otázku nasledovne:

Aké problémy v rámci čitateľskej gramotnosti sa u žiakov druhého stupňa základnej školy prejavujú pri riešení komplexných úloh s chemickou tematikou zameraných na rozvoj čitateľskej gramotnosti?

4 METODIKA A REALIZÁCIA VÝSKUMU

Vzhľadom na charakter a cieľ nášho predvýskumu, sme použili dostupnú výskumnú vzorku pozostávajúcu z 132 žiakov jednej základnej školy, pričom pre každý ročník (počnúc šiestym a končiac deviatym) sme vybrali vzorku 33 žiakov z dvoch tried v šiestom, siedmom a ôsmom ročníku resp. troch rôznych tried v deviatom ročníku. Žiaci postupne na hodinách chémie v priebehu februára až júna 2012 riešili 9 nami vytvorených úloh komplexného charakteru zameraných na rozvoj čitateľskej a prírodovednej gramotnosti. Úlohy boli tematicky zamerané rôznorodo. Ako úvodný text obsahovali rôzne články z časopisov (Čistenie vody, Kyslé dažde, Červené víno, Pitná voda), návody na použitie (Hasiace prístroje, Prečo pôdne rozbery) či texty z kníh (Benzín, Morská kozmetika). Väčšina textov sa týkala tém, ktoré sú dnes často diskutované a týkajú sa aj vo svete aktuálnej problematiky. Vychádzajúc z priemernej relatívnej úspešnosti riešenia jednotlivých čiastkových úloh každej úlohy sme identifikovali tie, ktoré boli pre žiakov problematické. Následne sme sa pomocou kvalitatívnej analýzy pokúsili tieto čiastkové úlohy a žiacke riešenia analyzovať, porovnať v rámci jednotlivých ročníkov a javovo popísať prejavujúce sa problémy. Keďže náš predvýskum predstavoval len akýsi prvotný pohľad na to, ako žiaci vnímajú komplexné úlohy, považujeme vzorku za dostatočnú a pri analýze získaných údajov sme sa zamerali na kvalitatívny rozbor jednotlivých úloh vzhľadom na ich riešenia žiakmi, pričom sme sa najprv zamerali na činnosti – kompetencie čitateľskej gramotnosti. Hodnoty predstavujúce priemernú úspešnosť riešenia jednotlivých čiastkových úloh nám v prvom rade umožnili rýchlu orientáciu a identifikáciu podozrivých úloh potrebnú pre potreby nášho predvýskumu.

Nami vytvorené úlohy obsahovali vždy minimálne 7 a maximálne 14 čiastkových úloh rôzneho typu, pričom boli zostavené tak, aby pri ich riešení v rámci každej úlohy žiaci využívali rôzne činnosti čitateľskej gramotnosti či prírodovednej gramotnosti. Uvádzame časť analýzy týkajúcej sa príslušných kompetencií čitateľskej gramotnosti. Na obrázku 1 uvádzame pomer jednotlivých činností vzhľadom na počet čiastkových úloh, v ktorých sa od žiakov vyžadovala spôsobilosť ich preukázať.



Obr. 1: Zastúpenie jednotlivých kompetencií čitateľskej gramotnosti v deviatich nami vytvorených úlohách

Vo výsledkoch a diskusii výskumu, z ktorých časť uvádzame v ďalšej časti príspevku, sme sa zamerali na bližší popis niektorých prejavovaných nedostatkov v rámci riešenia týchto úloh v rámci troch skupín kompetencií čitateľskej gramotnosti vzhľadom na schopnosť žiakov spracovávať a interpretovať texty s chemickou tematikou.

Kvôli lepšiemu pochopeniu celej problematiky uvádzame ukážku jednej vo výskume použitej komplexnej úlohy pracovne nazvanej BENZÍN:

KONIEC OLOVNATÝM BENZÍNOM

Keď sa pozrieme do minulosti vývoja motorov a palív, nájdeme štyri hlavné opatrenia na zníženie znečisťovania životného prostredia. Sú nimi katalyzátor, filter sadzí, bezsírnatý benzín a bezolovnatý benzín.

Posledne menovaný uzrel svetlo sveta v roku 1985. Pred zavedením bezolovnatého benzínu vypúšťali motorové vozidlá do ovzdušia približne 120 000 ton jedovatej olova a výrazne zaťažovali naše pľúca. Od tohto dátumu bola výroba olovnateho benzínu výrazne obmedzovaná a pre staršie automobily sa začali vyrábať špeciálne aditíva, nahradzujúce olovo. Radikálne opatrenia znížili množstvo olova, pochádzajúceho z výfukov na súčasných približne 20 000 ton.

Koncom roku 1994 sa Slovensko zaradilo medzi päť štátov Európy, v ktorých olovnaté benzíny tvoria len malý podiel celkovej spotreby benzínov na motorové vozidlá.

Jedna tona olovnateho benzínu obsahuje 200 gramov olova, ktoré je pre ľudský organizmus veľmi škodlivé. Do benzínov sa však miešajú aj organické zlúčeniny s obsahom chlóru a brómu, ktoré pôsobia ako „vynášače“ olova z motora. Počas spaľovania benzínu vznikajú z týchto zlúčenín jedovaté látky, ktoré prispievajú aj k stenčovaniu ochranej ozónovej vrstvy Zeme.

Jedna tona olovnateho benzínu Špeciál obsahuje 68 gramov chlóru a 77 gramov brómu vo forme dihalogénetánov.

Úplná náhrada olovnateho benzínu Super (96 oktánov) benzínom UNI super-95 (95 oktánov), nárast výroby UNI benzínu 91 na úkor olovnateho benzínu Špeciál (91 oktánov) a rast spotreby benzínu NATURAL-95 priaznivo ovplyvnili spotrebu bezolovnatých benzínov.

Zdroj: http://www.benzin.sk/index.php?selected_id=97&article_id=76
Umwelt Chemie: Chémia pre základné školy, upravené

ČIASTKOVÁ ÚLOHA 1

Ktoré olovnaté benzíny sa v texte spomínajú? Vysvetlite, ako sa dosahuje zníženie spotreby týchto benzínov.

ODPOVEĎ:

VYSVETLENIE:

ČIASTKOVÁ ÚLOHA 2

Prečo sú olovnaté benzíny škodlivé?

V tabuľke zakrúžkuj „Áno“ alebo „Nie“.

Dôvod škodlivosti olovnatých benzínov	Áno alebo Nie
jedovaté olovo zafažuje naše pľúca	Áno / Nie
tzv. vynášače olova prispievajú k stenčovaniu ozónovej vrstvy	Áno / Nie
olovo podporuje horľavosť benzínu a tým aj riziko výbuchu	Áno / Nie
aditíva pridávané do benzínu spôsobujú vznik ozónovej vrstvy	Áno / Nie
chlór a bróm, vznikajúce pri spaľovaní benzínu nám spôsobujú ťažkosti s dýchaním	Áno / Nie

ČIASTKOVÁ ÚLOHA 3

V texte sa spomína, že do benzínov sa primiešavajú aj organické zlúčeniny. Ktoré tvrdenia o týchto zlúčeninách sú správne?

Je toto správne tvrdenie o organických zlúčeninách pridávaných do benzínov?	Áno alebo Nie
do jednej tony olovnateho benzínu sa pridáva 200 g organických zlúčenín	Áno / Nie
pri spaľovaní benzínu sa menia na jedovaté látky negatívne pôsobiace na ozónovú vrstvu	Áno / Nie
obsahujú vo svojich molekulách viazané aj atómy chlóru a brómu	Áno / Nie
priaznivo ovplyvňujú spotrebu bezolovnatých benzínov	Áno / Nie
ich molekuly obsahujú aj atómy uhlíka a vodíka	Áno / Nie
v niektorých benzínoch sa nachádzajú vo forme dihalogénétánov	Áno / Nie

ČIASTKOVÁ ÚLOHA 4

Pokiaľ ste sa pohybovali v priestore čerpacej stanice a pozorne sa rozhliadali okolo seba, určite ste si všimli, že sú tam značky, ktoré zakazujú manipuláciu s otvoreným ohňom v tomto priestore. Prečo sa ale v rámci čerpacích staníc nesmie manipulovať s otvoreným ohňom?

- A Kombinácia plynov uvoľňovaných z dymu a palív je extrémne nebezpečná a už v malých množstvách spôsobuje rakovinu pľúc.
- B Dym spôsobuje znižovanie oktánového čísla benzínu a tým aj zhoršenie jeho kvality.
- C Plyny, ktoré sa uvoľňujú pri čerpaní pohonných hmôt sú horľavé a výbušné.
- D Dym uvoľnený pri horení obsahuje plyny, ktoré spôsobujú rozklad hadíc čerpacích zariadení a hrozí zvýšené nebezpečenstvo úniku pohonných hmôt.

V každej z analyzovaných úloh sme z hľadiska kompetencií čitateľskej gramotnosti priradili konkrétnu činnosť, ktorá sa od žiakov pri jej riešení vyžadovala. V tabuľke 2 uvádzame charakteristiku čiastkových úloh k úlohe Benzín.

Tab. 2: Charakteristika čiastkových úloh úlohy Benzín z hľadiska kompetencií čitateľskej gramotnosti

Benzín	čiastková úloha 1	odpoveď	získavanie informácií	vyhľadanie konkrétnej informácie medzi ľahko zameniteľnými informáciami
		vysvetlenie	získavanie informácií	vyhľadanie informácie v hutnom texte potrebnú na odôvodnenie názoru
	čiastková úloha 2	1. podotázka	získavanie informácií	nájdenie konkrétnej informácie
		2. podotázka	spracovanie informácií	interpretácia – pochopiť prepojenie informácií a na základe prepojenia posúdiť tvrdenie
		3. podotázka	zhodnotenie textu	posúdenie obsahu – posúdiť správnosť tvrdenia s využitím vlastných znalostí a skôr nadobudnutých vedomostí
		4. podotázka	spracovanie informácií	interpretácia – dať do súvislosti informácie uvedené v rôznych častiach textu
		5. podotázka	spracovanie informácií	posúdenie pravdivosti informácie vzniknutej prepojením viacerých informácií z textu
	čiastková úloha 3	1. podotázka	získavanie informácií	vyhľadanie informácie priamo uvedenej v texte
		2. podotázka	získavanie informácií	nájdenie zodpovedajúcej informácie v texte
		3. podotázka	spracovanie informácií	interpretácia – pochopenie informácie uvedenej v texte
		4. podotázka	spracovanie informácií	celkové porozumenie – pochopiť podstatu textu
		5. podotázka	zhodnotenie textu	posúdenie obsahu – využitie skôr nadobudnutých vedomostí pri posudzovaní správnosti tvrdenia súvisiaceho s textom
		6. podotázka	zhodnotenie textu	posúdenie obsahu – zhodnotenie tvrdenia na základe prepojenia informácií v texte
	čiastková úloha 4		přírodovědná gramotnosť	

PG – prírodovedná gramotnosť, úloha pri riešení vyžadovala preukázanie zvládnutia kompetencie prírodovednej gramotnosti, keďže tá nie je predmetom tohto článku, v tabuľke ju neuvádzame

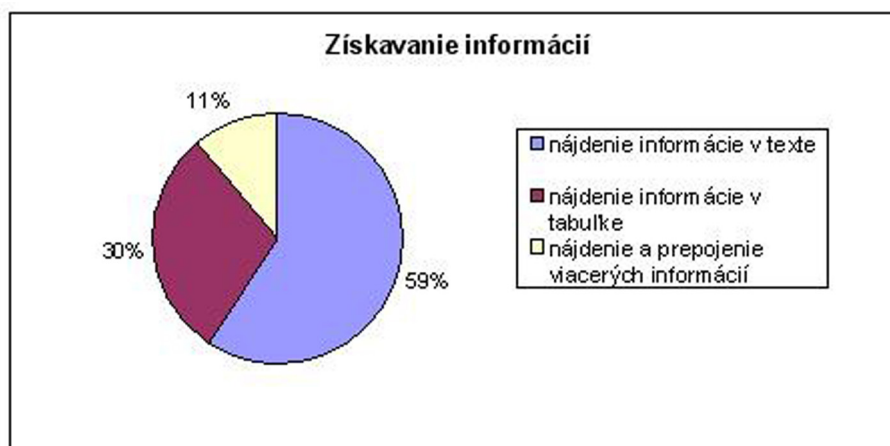
5 VÝSLEDKY A DISKUSIA

5.1 ZÍSKAVANIE INFORMÁCIÍ

Kompetencia – získavanie informácií – v sebe zahŕňa činnosti spojené s hľadaním konkrétnych informácií vyjadrených či už priamo alebo nepriamo v tabuľke, texte či obrázku. Po analýze jednotlivých čiastkových úloh nami vytvorených úloh sme vytvorili tri základné skupiny činností patriacej do tejto skupiny kompetencií:

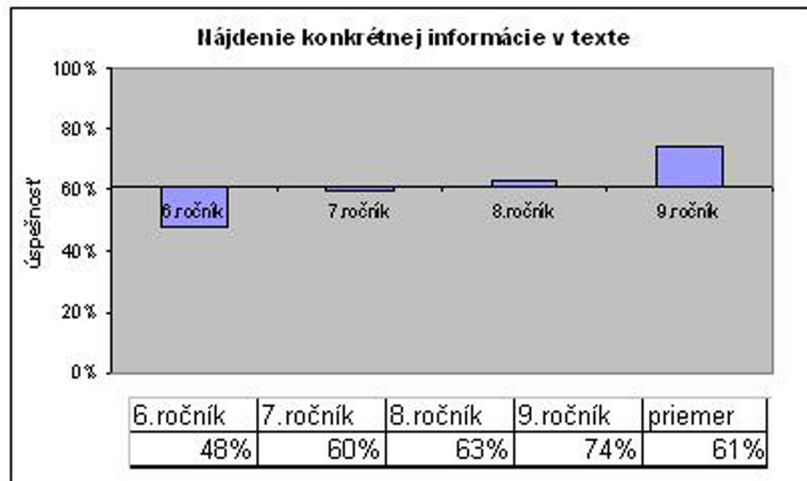
- **nájdenie konkrétnej informácie v texte** – táto skupina zahŕňa v sebe činnosti ako vyhľadanie informácie priamo či nepriamo uvedenej v texte, vyhľadanie ľahko zameniteľnej informácie, nájdenie informácie definujúcej konkrétny pojem odborného charakteru, hľadanie informácie, ktorá sa dá použiť na odôvodnenie názoru či hľadanie informácií na základe zadaných kritérií;
- **nájdenie informácie v tabuľke** – s touto skupinou sú spojené činnosti nájdenie informácie alebo viacerých informácií v tabuľke podľa určitého kritéria či nájdenie a prepojenie informácie v tabuľke s grafickým znakom;
- **nájdenie a prepojenie informácií** – činnosti v ktorých sa vyžaduje schopnosť nájsť a prepojiť viacero informácií v texte a na základe ich spojenia nájsť odpoveď na otázku.

Každá z čiastkových úloh zameraných na kompetenciu získavania informácií bola zameraná na preukázanie niektorej z činností patriacich do jednej z týchto troch skupín. Na obrázku 2 uvádzame, v akom pomere sa čiastkové úlohy dotýkali jednej z vyššie spomínaných skupín.



Obr. 2: Zastúpenie troch základných skupín činností kompetencie získavanie informácií v čiastkových úlohách

Pri skupine kompetencií **nájdenie konkrétnej informácie v texte** boli čiastkové úlohy zamerané na vyhľadávanie informácií, ktoré boli v texte uvedené väčšinou priamo. Priemerná úspešnosť riešenia takýchto čiastkových úloh, nezávisle od typu, bola 61 %. Pri porovnaní jednotlivých ročníkov boli najúspešnejší žiaci deviatego ročníka a blízko okolo priemeru sa pohybovali aj žiaci siedmeho a ôsmeho ročníka (obr. 3). Šiestaci sa umiestnili 13 % pod priemerom, čo súhlasí aj s našimi predpokladmi, keďže u nižších ročníkov by mala byť celkovo schopnosť pracovať s textom, v našom prípade odborne zameraným textom s prírodovednou – chemickou tematikou, najmenej rozvinutá. Z celkového pohľadu na kompetenciu získavanie informácií,



Obr. 3: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie nájdenie konkrétnej informácie v texte v jednotlivých ročníkoch v percentách

považujeme túto skupinu za najľahšiu, teda žiaci by ju mali mať rozvinutú na najvyššej úrovni, keďže vyhľadávať informácie si musia v podstate skoro stále, či už ide o humanitne alebo prírodovedne zameranie. Dosiahnutú úspešnosť však považujeme za pomerne nízku, čo môže súvisieť práve so spôsobom výučby na našich školách. Celkovo dopadli žiaci najhoršie v čiastkovej úlohe, ktorá vyžadovala vyhľadanie komplexnej informácie, teda v odpovedi mali uviesť niekoľko pojmov, ktoré v texte nasledovali za sebou. Žiaci sa väčšinou uspokojili s čiastočnou odpoveďou a len 26 % zo všetkých žiakov uviedlo komplexnú odpoveď. Podobne sa ich spokojnosť s čiastočnou odpoveďou prejavila v čiastkovej úlohe, kde mali na základe dvoch rôznych kritérií identifikovať dve informácie v texte. Opäť väčšina žiakov uviedla len čiastočnú odpoveď, neboli schopní identifikovať obe časti odpovede. Celkovo len 38 % žiakov malo túto čiastkovú úlohu vyriešenú úplne správne. Môžeme konštatovať, že na rozdiel od čiastkových úloh, ktoré vyžadujú nájdenie len jednej informácie, žiaci pri hľadaní komplexných informácií zaostávajú.

Až 13 % pod priemerom boli v tejto kategórii žiaci šiesteho ročníka, ktorí dosiahli úspešnosť riešenia 48 %. Nízka úspešnosť riešenia sa u týchto žiakov prejavila v čiastkových úlohách vyžadujúcich:

- vyhľadať ľahko zameniteľnú informáciu (24 %-ná úspešnosť riešenia),
- vyhľadať a vybrať správnu časť informácie definujúcej konkrétny pojem v texte (33 %-ná úspešnosť riešenia),
- vyhľadať informáciu potrebnú na odôvodnenie názoru (33 %-ná úspešnosť riešenia),
- vyhľadať informáciu definujúcu podstatu v texte spomínaného procesu (12 %-ná úspešnosť riešenia),
- na základe dvoch rôznych kritérií identifikovať príslušné informácie v texte (21 %-ná úspešnosť riešenia).

Domnievame sa, že títo žiaci ešte vzhľadom na svoj vek a skúsenosti majú ťažkosti pri rozlišovaní medzi viacerými informáciami, tiež ešte nemajú skúsenosti s posudzovaním hodnoty informácií, zamieňajú si podobné informácie, či informácie týkajúce sa toho istého pojmu. Taktiež sa prejavujú problémy s vyhľadávaním

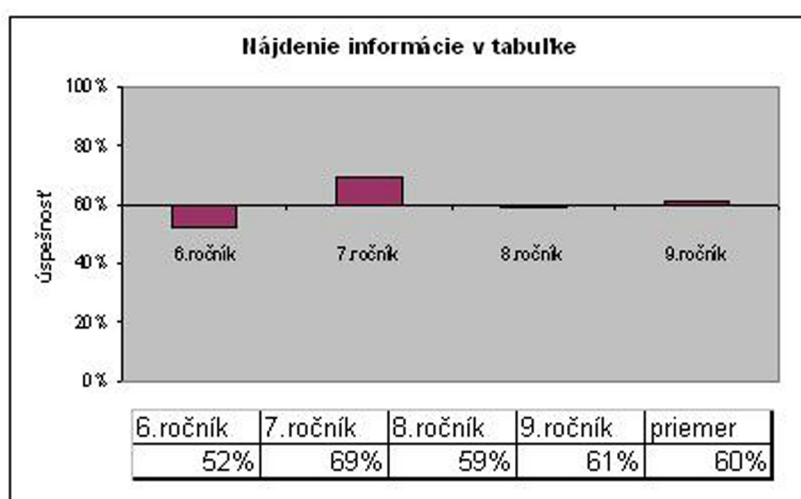
informácií, ktoré definujú nejaký odborný pojem či proces alebo sa týkajú konkrétneho odôvodnenia určitého názoru. Predpokladáme, že tieto nedostatky sú spôsobené hlavne tým, že títo žiaci sa ešte veľmi nestretli s odbornými textami a nie sú teda zvyknutí vyhľadávať a spracovávať informácie odborného charakteru.

Žiaci siedmeho ročníka prejavili v tejto kategórii nedostatky pri hľadaní komplexnej informácie, síce priamo uvedenej v texte (6 %-ná úspešnosť riešenia), ale vyžadujúcej odpoveď zahrňajúcu viacero pojmov, respektíve zloženú z niekoľkých výrazov. V tomto prípade žiaci väčšinou uvádzali neúplnú informáciu a uspokojili sa len s jednou jej časťou. Podobne mali problémy s čiastkovou úlohou vyžadujúcou na základe dvoch rôznych kritérií identifikovať príslušné informácie v texte (15 %-ná úspešnosť riešenia). V oboch prípadoch dosiahli úspešnosť riešenia dokonca nižšiu ako žiaci šiesteho ročníka a najnižšiu zo všetkých ročníkov. Domnievame sa, že by to mohlo byť spôsobené tým, že žiaci sú zvyknutí uspokojiť sa s čiastočnou informáciou.

Žiaci ôsmeho ročníka mali v rámci tejto skupiny kompetencií najväčšie problémy s nájdením informácie definujúcej podstatu chemického procesu charakterizovaného v texte (28 %-ná úspešnosť riešenia).

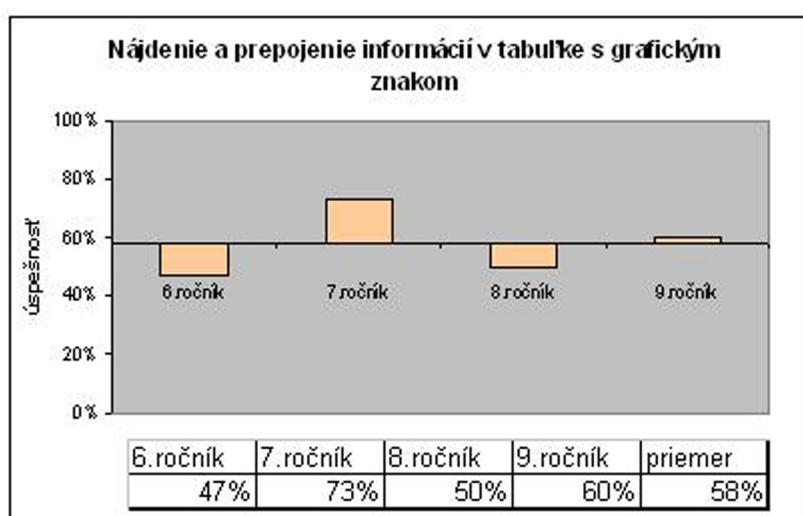
Deviatci dosiahli v tejto skupine kompetencií vo väčšine otázok úspešnosť nad 50 %. Pod touto hranicou sa dostali jedine v čiastkovej úlohe, kde mali preukázať schopnosť nájsť komplexnú informáciu. Tu sa ich úspešnosť pohybovala len na hranici 33 %. Inak sa ale potvrdilo, že žiaci deviatego ročníka majú najviac skúsenosti so spracovávaním odborných textov a sú u nich najviac rozvinuté kompetencie čitateľskej gramotnosti.

Druhá skupina kompetencií **nájdenie informácie v tabuľke** bola zameraná na prácu s tabuľkou, ktorá predstavuje špecificky spôsob podania informácií. Tabuľka sa nachádzala v úvodnom texte dvoch úloh, pričom na prácu s informáciami v nej bolo zameraných niekoľko čiastkových úloh. Priemerná úspešnosť riešenia takýchto čiastkových úloh bola 60 %, pričom najúspešnejší pri riešení takýchto čiastkových úloh boli tentoraz žiaci siedmeho ročníka (obr. 4). Domnievame sa, že tento fakt súvisí v prvom rade s tým, že práca s tabuľkou sa vyžadovala v úlohe Hasiace prístroje, ktorá je svojou témou najbližšie žiakom siedmeho ročníka. Keďže téma bola sprístupnená len krátko pred testovaním, bolo pre nich ľahšie pracovať s ňou, keďže svoju pozornosť nemuseli v takej miere venovať oboznámeniu sa s témou, ako žiaci vyšších ročníkov.



Obr. 4: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie nájdenie informácie v tabuľke v jednotlivých ročníkoch v percentách

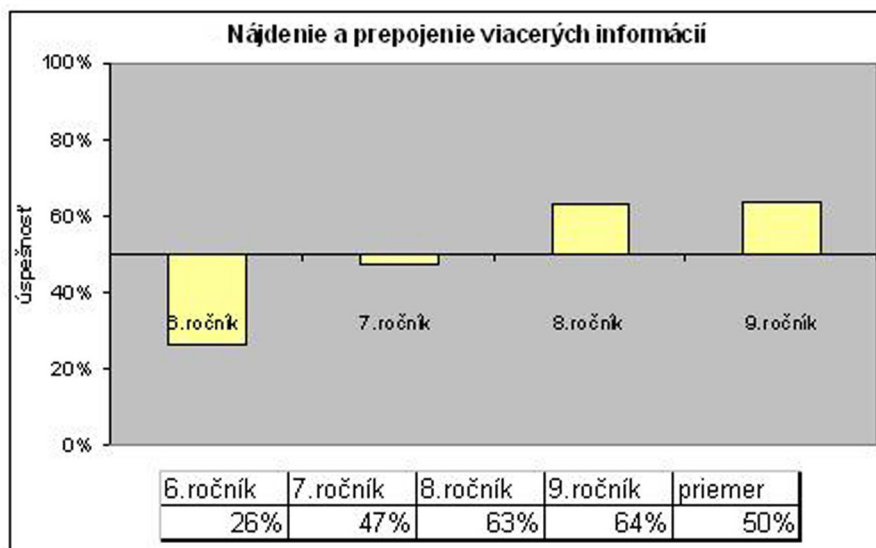
Prvým typom čiastkových úloh z tejto skupiny kompetencií boli úlohy zamerané na vyhľadanie konkrétnej informácie zloženej z jedného pojmu v tabuľke. Tu preukázali žiaci pomerne vysokú úspešnosť až 79 %. Keď už ale šlo o nájdenie informácie, ktorá sa skladala z viacerých pojmov, resp. správna odpoveď v sebe zahrňovala dva a viac navzájom nezávislých výrazov v podobe informácií, boli žiaci už oveľa menej úspešní – dosiahli v priemere 58 %-nú úspešnosť riešenia. Môžeme konštatovať, že podobne ako pri hľadaní informácií v texte, tak aj v tabuľke majú žiaci nedostatky pri uvádzaní informácie zloženej z viacerých výrazov. Ďalší typ čiastkových úloh v rámci tejto skupiny vyžadoval od žiakov nájdenie a prepojenie informácií v tabuľke s grafickým znakom. Najvyššiu úspešnosť dosiahli žiaci siedmeho ročníka, domnievame sa, že z dôvodu blízkeho kontaktu s témou, ako sme už skôr uviedli (obr. 5). Ťažkosť s riešením takýchto čiastkových úloh v ostatných ročníkoch mohli súvisieť práve s pochopením grafického znaku a uvedomením si súvislosti s informáciou v tabuľke. Je zrejmé, že žiaci sa s kombinovaním viacerých typov foriem podania informácií nestretávajú často.



Obr. 5: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie nájdenie a prepojenie informácie v tabuľke s grafickým znakom v jednotlivých ročníkoch v percentách

Do poslednej skupiny činnosti v rámci kompetencie získavanie informácií sme zaradili čiastkové úlohy zamerané na **nájdenie a prepojenie viacerých informácií**. Úspešnosť riešenia v tejto skupine čiastkových úloh uvádzame na obrázku 6.

Ako môžeme vidieť, v tejto skupine dosiahli žiaci najnižšiu priemernú úspešnosť riešenia – 50 %, pričom žiaci šiesteho ročníka sa umiestnili dosť hlboko pod priemerom. Domnievame sa, že to bolo spôsobené práve tým, že text úloh je pre šiestakov ešte po odbornej stránke dosť náročný, čo sa prejavilo práve pri hľadaní takýchto informácií. Vzhľadom na to, že žiaci pravdepodobne nepochopili význam textu, robilo im problémy aj prepojiť podľa určitého kritéria zadaného v čiastkovej úlohe tieto informácie. Ako vidieť z grafu, úspešnosť riešenia sa s pribúdajúcim ročníkom postupne zvyšuje, čo môže súvisieť práve s vyššou ‚odbornosťou‘ žiakov.



Obr. 6: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie nájdanie a prepojenie informácií v jednotlivých ročníkoch v percentách

5.2 SPRACOVANIE INFORMÁCIÍ

Druhou základnou kompetenciou čitateľskej gramotnosti je spracovanie informácií. Táto kompetencia v sebe zahŕňa činnosti spojené s porozumením textu, vysvetlením významu rôznych častí textu, porovnávaním informácií, sústredením sa na časti textu s cieľom pochopiť a správne interpretovať text a informácie. Pri analýze čiastkových úloh v použitých úlohách sme v rámci tejto kompetencie vytvorili dve základné skupiny činností:

- **interpretácia** – zahŕňa v sebe činnosti ako porozumenie textu, usporiadanie informácií v texte, porovnávanie informácií, vyvodzovanie záverov (Heldová, 2006),
- **celkové porozumenie** – s touto skupinou sa spájajú činnosti zamerané na odhalenie hlavnej myšlienky textu, pochopenia funkcie uvedených informácií, či rozoznanie cieľa uvedeného textu – informácie.

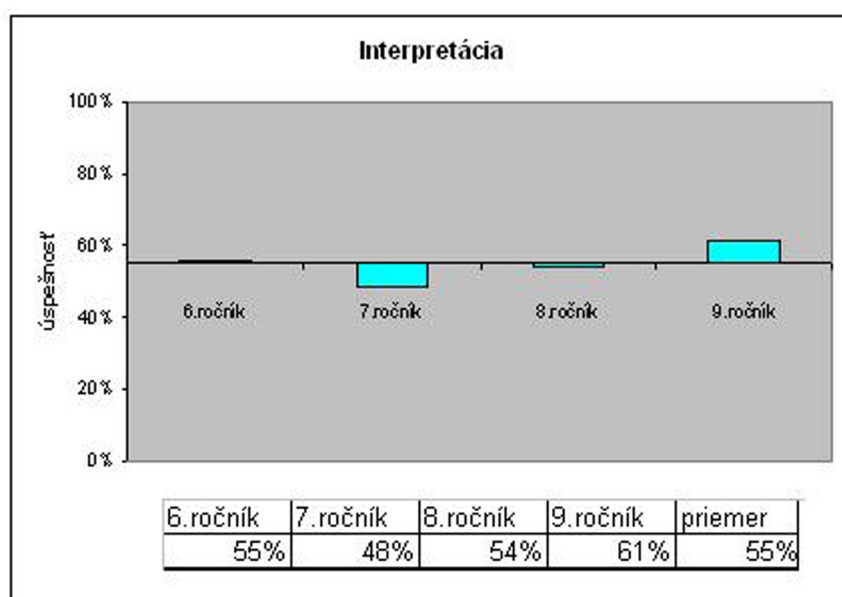
Každá z čiastkových úloh v rámci kompetencie spracovanie informácií bola zameraná na preukázanie niektorej z činností patriacich do jednej z týchto dvoch skupín. Na obrázku 7 uvádzame, v akom pomere sa v úlohách vyskytovali čiastkové úlohy, ktoré sme pre činnosti, ktorých preukázanie vyžadovali, zaradili do jednej z vyššie spomínaných skupín.



Obr. 7: Zastúpenie dvoch základných skupín činností kompetencie spracovanie informácií

Pri skupine kompetencií zameraných na správnu **interpretáciu textu**, dosiahli žiaci priemernú úspešnosť riešenia 55 %. Najlepší boli pri riešení žiaci deviatego ročníka a najhorší žiaci siedmeho ročníka (obr. 8). Pod priemerom sa nachádzali aj ôsmaci a šiestaci dosiahli priemernú úspešnosť. Celkovo žiakom najväčšie problémy robili čiastkové úlohy vyžadujúce:

- na základe pochopenia hlavnej myšlienky textu využiť viaceré vhodné informácie z textu pri odôvodnení tvrdenia (25 %-ná úspešnosť riešenia),
- na základe určenia spoločného znaku pochopiť význam informácií uvedených v tabuľke (30 %-ná úspešnosť riešenia),
- pochopenie informácie nepriamo uvedenej v texte (39 %-ná úspešnosť riešenia).



Obr. 8: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie interpretácia textu v jednotlivých ročníkoch v percentách

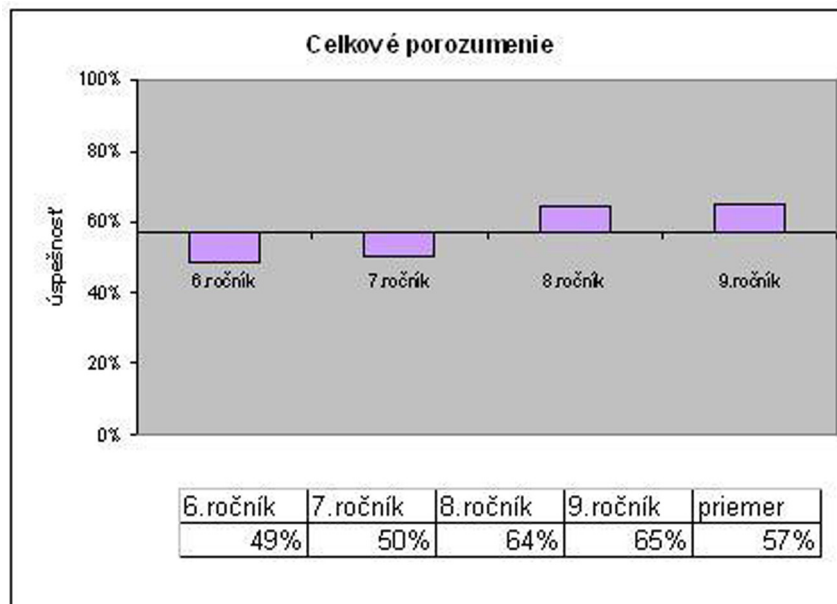
Žiaci mali najviac problémov opäť s čiastkovou úlohou, kde sa od nich vyžadovalo porozumenie a využitie viacerých informácií naraz. Tak ako pri kompetencii získavanie informácií, žiaci neuvádzali kompletnú odpoveď ale väčšinou sa uspokojili len s jednou jej časťou. Dá sa síce predpokladať, že čiastkovú úlohu pochopili aj správne interpretovali, ibaže ju nedotiahli do konca.

Žiaci šiesteho ročníka mali v rámci tejto skupiny kompetencií ešte ťažkosti s čiastkovými úlohami, ktoré vyžadovali pochopenie informácie nepriamo uvedenej v texte. Domnievame sa, že títo žiaci zatiaľ ešte nemali veľmi možnosť stretnúť sa s takýmto typom informácií, vyžadujúcim určitú dedukciu a pochopenie na základe nájdených spoločných nepriamo určených znakov. Okrem toho sa ich nedostatky prejavili aj v čiastkových úlohách, ktoré sa zameriavali na pospájanie viacerých informácií v rôznych častiach textu, či posúdenie pravdivosti takto získaných informácií. Taktiež najnižšiu, len 6 %-nú úspešnosť mali žiaci v čiastkovej úlohe, kde na základe spoločného znaku mali pochopiť význam informácií uvedených v tabuľke. Myslíme si, že najväčší problém im v tomto prípade robilo nájdenie spoločnej črty medzi výrazmi, na základe ktorých by boli následne schopní identifikovať správne informácie. Prekvapivo boli v tejto čiastkovej úlohe slabí aj deviataci.

U siedmakov sa okrem spomínaných všeobecných chýb prejavili výraznejšie nedostatky pri hľadaní súvislosti medzi detailmi v texte (33 %-ná úspešnosť riešenia) v čiastkovej úlohe, kde sa od nich vyžadovalo prepojenie dvoch pojmov z rôznych častí textu. Tiež spolu s ôsmakmi mali problémy pri čiastkovej úlohe, kde mali na základe porovnania informácií v texte pochopiť časť textu, pričom oproti ostatným dvom ročníkom v tomto výrazne zaostali.

Žiaci ôsmeho ročníka mali navyše ešte oproti ostatným ročníkom výrazne nedostatky pri dávaní do súvislosti konkrétne opakujúce sa výrazy v texte, dosiahli v takejto čiastkovej úlohe len 34 %-nú úspešnosť riešenia.

V rámci skupiny kompetencií zahŕňajúcej **celkové porozumenie textu** mali žiaci priemernú úspešnosť riešenia 57 %, teda len o niečo vyššiu ako pri interpretácií. Najúspešnejší boli pri riešení žiaci deviatego ročníka a najmenej úspešní žiaci šiesteho ročníka. Ako môžeme vidieť z obr. 9, úspešnosť šiesteho a siedmeho ročníka je pod hranicou priemeru, pričom sa líši len nepatrne a podobne úspešnosť ôsmeho a deviatego ročníka je nad priemerom a tiež sa len malinko líši. Môžeme konštatovať, že dva mladšie ročníky a dva staršie ročníky majú v oblasti tejto kompetencie veľmi podobné výkony.



Obr. 9: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie celkové porozumenie textu v jednotlivých ročníkoch v percentách

Súhrne prejavili žiaci v rámci tejto skupiny kompetencií najväčšie nedostatky pri čiastkových úlohách zameraných na vyjadrenie a pochopenie hlavnej myšlienky textu vylúčením inej menej podstatnej témy (dosiahli 36 %-nú úspešnosť). Najviac problémov mali hlavne dva nižšie ročníky, ktoré v rámci takýchto čiastkových úloh nedosiahli ani 25 %-nú úspešnosť. Zrejme to súvisí s tým, že žiaci nižších ale ani vyšších ročníkov nie sú naučení sami určovať hlavnú myšlienku textu. Stále sa objavujú problémy s vybraním tej dôležitejšej informácie, resp. s pochopením, na čo je vlastne text zameraný.

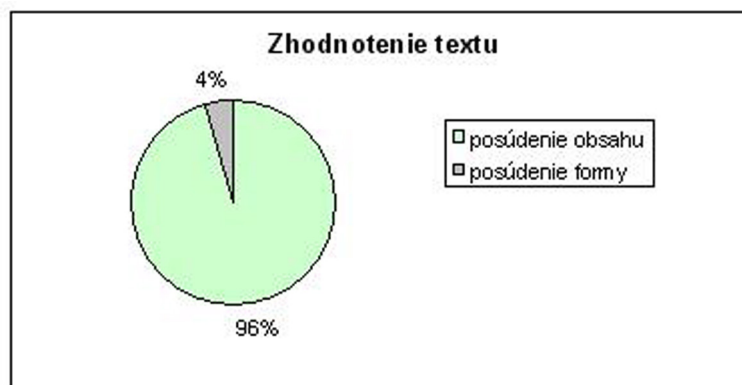
5.3 ZHODNOTENIE TEXTU

Poslednou, treťou kompetenciou čitateľskej gramotnosti je zhodnotenie textu. Táto kompetencia v sebe zahŕňa dve hlavné skupiny činností zamerané na uvažovanie

o obsahu a forme textu a jeho hodnotenie. Vzhľadom na to, môžeme hovoriť o dvoch základných skupinách činnosti, prejavenie ktorých mali žiaci preukázať pri riešení nami vytvorených úloh:

- **posúdenie obsahu textu** – zahŕňa v sebe činnosti spojené s posudzovaním tvrdení z textu a ich porovnaním s vlastnými poznatkami, s informáciami, ktoré má z iných zdrojov, zhodnotenie rôznych častí textu a informácií, ich dostatočnosti a dôveryhodnosti,
- **posúdenie formy textu** – sústreďuje sa na činnosti spojené s uvažovaním nad použitou formou vzhľadom na cieľ autora, s ktorým text písal, rozlíšenie rôznych druhov informácií, napr. odlišenie faktov od názorov či rozpoznanie analógií, rečníckych otázok, použitých grafických znakov, grafov, tabuliek, obrázkov.

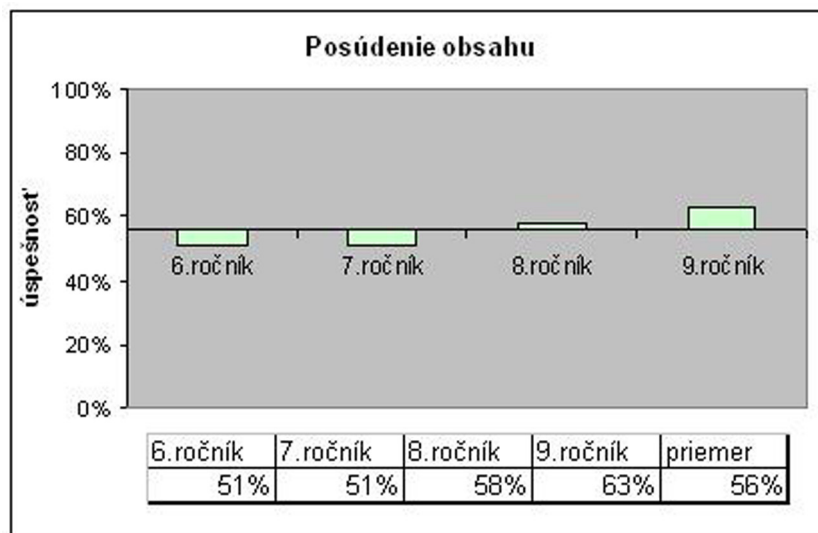
Ako vidieť z obrázka 10, väčšina čiastkových úloh, v ktorých sa od žiakov vyžadovalo preukázanie ovládania kompetencie zhodnotenie textu, bola zameraná na posúdenie obsahu textu. Vzhľadom na nízky počet čiastkových úloh, ktoré boli zamerané na posúdenie formy textu, nezaobráame sa ich analýzou, keďže sa z ich malého počtu nedajú vyvodiť žiadne závery.



Obr. 10: Zastúpenie dvoch základných skupín činností kompetencie získavanie informácií v čiastkových úlohách

Pri skupine kompetencií zahŕňajúcich posúdenie obsahu textu bola väčšina čiastkových úloh zameraná na zhodnotenie a posúdenie ponúkaných informácií vzhľadom na vlastné vedomosti a skúsenosti, či na základe prepojení textu a pochopenia zámeru autora. Priemerná úspešnosť riešenia bola 56 % a ako vidieť na obr. 11, žiaci nižších ročníkov sú pod priemerom a žiaci vyšších dosiahli úspešnosť nad priemer. Najväčšie ťažkosti mali v tomto prípade žiaci práve s tými čiastkovými úlohami, ktoré vyžadovali zhodnotenie informácií vzhľadom na vlastné skúsenosti a vedomosti. Väčšina týchto čiastkových úloh už požaduje od žiakov aj preukázanie určitej úrovne prírodovednej gramotnosti, keďže žiaci majú využívať osvojené vedomosti z prírodovedných vied na ohodnotenie informácií.

Okrem toho žiaci šiesteho ročníka prejavili výrazné nedostatky pri hľadaní súvislosti medzi časťami textu smerujúcich k pochopeniu zámeru autora (9 %-ná úspešnosť). Taktiež mali problémy s pochopením, že medzi všetkými informáciami v texte nemusí byť konkrétne spojenie, a pomocou tohto faktu následne správne posúdiť dané tvrdenia. Podobne zle dopadli pri čiastkovej úlohe, ktorá vyžadovala posúdenie informácie okrajovo súvisiacej s textom ale neprítomnej v texte. Usudzujeme, že žiaci nižších ročníkov ešte nemajú veľa skúsenosti spájať informácie, ktoré nemajú priamo dané, s informáciami, ktoré majú pred sebou.



Obr. 11: Úspešnosť riešenia čiastkových úloh vyžadujúcich prejavenie kompetencie posúdenie obsahu textu v jednotlivých ročníkoch v percentách

6 ZÁVER

Pri realizovanom predvýskume sme sa pokúsili spoznať a popísať problémy žiakov pri riešení komplexných úloh z chémie zameraných na rozvoj čitateľskej gramotnosti v odborných textoch z prírodných vied. Sústredili sme sa na prejavovanie kompetencií čitateľskej gramotnosti, ktorú považujeme za nevyhnutný predpoklad pre rozvíjanie prírodovednej gramotnosti. Domnievame sa, že žiaci na druhom stupni základnej školy by sa aj na hodinách chémie a iných prírodovedných predmetoch mali častejšie stretávať s úlohami takého typu, ktoré ich vedú k rozvíjaniu čitateľskej gramotnosti v rámci čítania odborných aj laických textov z prírodných vied. Vzhľadom na popísané problémy žiakov pri riešení čiastkových úloh v súvislosti s čitateľskou gramotnosťou odporúčame v jednotlivých ročníkoch nasledujúce zameranie čiastkových úloh ako predpoklad pre rozvoj prírodovednej gramotnosti:

- šiesty ročník – úlohy zamerané na vyhľadanie informácie definujúcej podstatu určitého procesu, vyhľadanie informácie na základe dvoch a viacerých kritérií, vyhľadanie ľahko zameniteľnej informácie, pochopenie a správnu interpretáciu odbornej informácie uvedenej v tabuľke, rozpoznanie hlavnej myšlienky textu, pochopenie informácie nepriamo uvedenej v texte, posúdenie informácie v texte, či informácie súvisiacej s textom a témou, nájdenie súvislosti medzi časťami textu;
- siedmy ročník – úlohy na hľadanie komplexnej informácie, na identifikovanie informácie na základe viacerých kritérií, hľadanie súvislosti medzi informáciami v texte, pochopenie nepriamo uvedenej informácie, zhodnotenie informácií s vlastnými vedomosťami;
- ôsmy ročník – nájdenie informácie definujúcej podstatu niečoho, pochopenie textu na základe porovnania informácií, hľadanie súvislosti medzi opakujúcimi sa výrazmi v texte;
- deviaty ročník – nájdenie komplexnej informácie, správne pochopenie hlavnej myšlienky, zhodnotenie tvrdenia vzhľadom na vlastné skúsenosti.

Môžeme teda konštatovať, že v súvislosti s čítaním a spracovávaním textov odborného charakteru z prírodných vied, konkrétne zameraných na chémiu, majú naši žiaci problémy. Myslíme si, že tieto ťažkosti môžu mať dopad na rozvoj prírodovednej gramotnosti, a preto je dôležité zamerať sa aj na to, aby žiaci rozvíjali svoje schopnosti v rámci čitateľskej gramotnosti v čítaní chemických a prírodovedných textov. Bez schopnosti čítať sú žiaci obmedzení v hĺbke a šírke prírodovedných poznatkov, ktoré môžu dosiahnuť a teda aj prírodovednej gramotnosti (Fang, Wei, 2010).

Domnievame sa, že dobrý potenciál v tomto smere predstavujú práve spomínané komplexné úlohy, a preto si myslíme, že je potrebné zamerať sa aj na vytvorenie takýchto úloh z chémie a iných prírodovedných predmetov a vypracovať metodické príručky pre ich použitie.

LITERATÚRA

ČERNOCKÝ, B., HEDVÁBNÁ, H., HERINK, J., JANOUŠKOVÁ, S., KUBIŠTOVÁ, I., MARŠÁK, J., PUMPR, V., SVOBODOVÁ, J. *Prírodovedná gramotnosť ve výuce príručka pro učitele se souborem úloh*. Praha : NÚV, 2011, 68 s. ISBN 978-80-86856-84-1.

FANG, Z., WEI, Y. Improving middle school students' science literacy through reading infusion. 2010, In *Journal of Educational Research*, roč. 103, č. 4, s. 262–273.

HELDOVÁ, D. *PISA – čitateľská gramotnosť Úlohy 2009*. Bratislava : NÚCEM, 2011. 46 s. ISBN 978-970261-6-5.

HELDOVÁ, D. *PISA – ČÍTANIE Úlohy 2000*. Bratislava : ŠPÚ, 2006. 43 s. ISBN 80-85756-97-8.

KORŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J. *Národná správa OECD PISA SK 2006*. 2007, Bratislava : ŠPÚ, 56 s. ISBN 978-80-89225-37-8.

KORŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J., HELDOVÁ, D. *Národná správa OECD PISA Sk 2009*. 2010, Bratislava : NÚCEM, 60 s. ISBN 978-80-970261-4-1.

OECD: *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. OECD 2007, Paríž. ISBN 9264026398.

TREFIL, J., O'BREIN-TREFIL, W. The Science students need to know. 2009, In *Educational Leadership- Teaching for the 21st century*, roč. 67, č. 1, s. 28–33.

ZMACH, C. C., et al. Infusing reading into science learning. 2007, In *Educational Leadership*, roč. 64, č. 4, s. 62–66.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s podporou grantu VEGA č. 1/0417/12 MŠ SR a grantu UK/468/2012.

Mgr. Zuzana Vasilová – E-mail: vasilova@fns.uniba.sk
prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD. – E-mail: proksa@fns.uniba.sk
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

Doktorské studium v didaktice chemie po 20 letech opět v Hradci Králové

Martin Bílek

Abstrakt

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové znovu získala akreditaci doktorského studijního oboru Didaktika chemie, a stala se tak třetím pracovištěm v ČR, které tento obor nabízí. Jsou shrnuty vědecko-výzkumné a odborné aktivity Katedry chemie, která je za obor zodpovědná. Dále jsou zmíněny kurzy pro doktorandy a jejich další povinnosti.

Klíčová slova: didaktika chemie, doktorské studium, obsah studia.

Doctoral Studies in Chemistry Education after 20 Years Again in Hradec Králové

Abstract

The Faculty of Sciences, University of Hradec Králová, received accreditation for doctoral studies in Chemistry Education, and thus became the third place in the Czech Republic which offers this field of study. Scientific and professional activities of the Department of Chemistry are presented as this department is responsible for the PhD studies. Courses for PhD students as well as their other duties are mentioned.

Key words: chemistry education, doctoral studies, courses of chemistry education.

Potvrzením dlouhodobé tradice vědecko-výzkumné činnosti v didaktice chemie a přípravy učitelů chemie na Katedře chemie Přírodovědecké (původně Pedagogické) fakulty Univerzity Hradec Králové (PřF UHK) se stala na jaře letošního roku akreditace doktorského studijního programu/oboru Chemie/Didaktika chemie. Akreditovaný doktorský studijní obor Didaktika chemie navazuje na stávající magisterské studijní obory Učitelství chemie pro střední školy a Učitelství chemie pro 2. stupeň základní školy, akreditované buď pod studijním programem Chemie, nebo pod studijními programy Učitelství pro střední školy a Učitelství pro základní školy a také na obory chemické, jejichž absolventi získali pedagogickou kvalifikaci v rámci doplňujícího pedagogického studia nebo učitelství odborných předmětů.

Didaktika chemie je obor, který představuje soudobý jednotící pohled na proces výchovy a vzdělávání v chemii, který zahrnuje metodiku, didaktiku či teorii vyučování jako svébytné dílčí komponenty (obecná didaktika chemie, didaktika anorganické chemie, didaktika organické chemie apod.). Vzhledem k intenzivnímu vývoji v oblasti přírodních, lékařských, technických, zemědělských a dalších věd nabývá tento obor na významu kvůli potřebám neustálé inovace přírodovědného (chemického) vzdělávání na základních, středních i vysokých školách, včetně těch vzdělávajících budoucí učitele. Bez kvalitně připravených učitelů jednotlivých typů škol nelze očekávat zlepšení v této oblasti. Didaktika chemie zahrnuje řadu tematických okruhů, např. transformaci vědeckých poznatků do procesu výuky chemie, výzkum a vývoj školních chemických experimentů, aplikace ICT v chemickém vzdělávání, ekologické a toxikologické aspekty výuky chemie apod. (Bílek, 2003). K významným aktivitám náleží i mimoškolní činnost či péče o talenty. Z uvedených příkladů je zřejmé, že další odborná a vědecká příprava učitele chemie je náročnou a odpovědnou záležitostí. Absolvent oboru učitelství chemie nemůže být ponechán pouze živelnému vývoji, vycházejícímu z empirických zkušeností, které přináší pedagogická praxe, ale je třeba tuto oblast rozvíjet na základě výsledků výzkumných aktivit adekvátně vzdělaných odborníků.

Na univerzitách přírodovědného a pedagogického zaměření v České republice v posledních deseti letech existovaly pouze dvě pracoviště s tímto doktorským studijním oborem, a to Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze (Katedra učitelství a didaktiky chemie) a Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci (Oddělení didaktiky chemie Katedry anorganické chemie), s nimiž je garantující Katedra chemie PřF UHK v úzkém kontaktu a předpokládá se úzká spolupráce při realizaci studia. Bude tak zajištěna koordinace a spolupráce všech tří pracovišť např. možností rozšíření nabídky volitelných předmětů pro individuální plány doktorandů, organizací společných přednášek, workshopů, projektů a dalších aktivit.

Záměrem nově akreditovaného doktorského studijního oboru je navázat na dlouhodobou vědecko-výzkumnou a odbornou činnost Katedry chemie PřF (do roku 2010 PdF) UHK v oblasti didaktiky chemie, kterou dokládá široká mezinárodní spolupráce zejména při organizování pravidelné mezinárodní konference a semináře o výuce chemie v Hradci Králové (22 ročníků od roku 1991) a v rámci bohatých kontaktů v programu LLP/Erasmus (desítka smluv orientovaných na učitelství chemie a na didaktiku chemie).

Nově ustavené Oddělení didaktiky chemie Katedry chemie PřF UHK v posledních deseti letech hostilo v rámci stáží doktorandy oboru didaktika chemie (teorie vyučování chemie) z České republiky, ze Slovenska, z Polska, z Německa a ze Slovinska a v roce 2009 uspořádalo 6. Mezinárodní seminář studentů doktorských studijních oborů zaměřených na chemické vzdělávání (pravidelně pořádaný od roku 2004 střídavě v České republice a na Slovensku s účastníky – doktorandy z ČR, Sloven-

ska a Polska). V rámci konferencí, seminářů, případně samostatných přednášek na Katedře chemie PřF UHK vystoupila řada renomovaných zahraničních odborníků z oblasti didaktiky chemie (např. prof. Dr. Peter Pfeifer, Prof. Dr. Katrin Sommer a Prof. Dr. Andreas Kometz z Německa, Prof. Dr. Onno de Jong z Holandska, prof. Dr. Aleksander Sztejnberg a prof. Dr. Ryszard Gmoch z Polska, prof. Ninel Jevgenjevna Kuzněncova a prof. Maria Sergejevna Pak z Ruska, prof. Dr. Agnaldo Arroio a prof. Dr. Yuri Orlik z Brazílie, prof. Dr. Vincentas Lamanauskas z Litvy, prof. Dr. Janis Gedrovics z Lotyšska, prof. RNDr. Otto Tomeček, Ph.D., Dr.h.c., prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc., a prof. RNDr. Peter Silný, CSc. ze Slovenska aj.). S mnohými z nich členové Oddělení didaktiky chemie dlouhodobě spolupracovali a spolupracují na výzkumných projektech.

Další skutečností, relevantní pro opětovné získání akreditace, je i zájem studentů, kteří v minulosti absolvovali obor učitelství chemie na UHK, o doktorské studium na jiných univerzitách přírodovědného, technického a pedagogického zaměření, a to jak v doktorských studijních oborech chemicko-didaktických, tak chemických. V posledních 10 letech úspěšně dokončily doktorské studium na jiných vysokých školách více než dvě desítky studentů, kteří získali titul Ph.D.

Co se týká obsahu doktorského studia, tak student musí absolvovat tři povinné předměty, a to Metody vědecké práce, Metodologie pedagogického a oborově-didaktického výzkumu a Soudobé trendy v didaktice chemie. Poslední jmenovaný předmět je souborem specializujících kurzů zaměřených na jednotlivé subdisciplíny didaktiky chemie, jimiž jsou obecná didaktika chemie, didaktika obecné a anorganické chemie, didaktika organické a bioorganické chemie, didaktika fyzikální chemie, didaktika analytické chemie, didaktika biochemie a didaktika chemické technologie. Student si volí jednu ze subdisciplín jako povinný předmět dle zaměření svého disertačního projektu. Předměty jsou koncipovány jako pokročilé disciplíny s prohlubujícím a rozšiřujícím obsahem navazujícím na podobně orientované předměty absolvované v magisterském studiu. Jejich obsah je zaměřen na nejnovější trendy didaktiky chemie a na výsledky oborově-didaktického výzkumu v uvedených oblastech a jejich aplikace v pedagogické praxi na všech úrovních školských systémů. Zvláštní pozornost je věnována komparaci pojetí a struktury uvedených subdisciplín didaktiky chemie v zahraničí, a to jak v sousedních zemích (Německo, Polsko, Slovensko a Rakousko), tak v zemích s bohatou chemicko-didaktickou tradicí (USA, Velká Británie, Francie, Slovinsko, Rusko aj.). Aktuální trendy didaktiky chemie, které se promítají do jednotlivých výše uvedených subdisciplín didaktiky chemie, tvoří zejména následující oblasti, formulované zejména s oporou v posledním vydání „Handbook of Research on Science Education“ (Abel, Lederman, 2007) a v „Misconceptions in Chemistry. Addressing Perceptions in Chemical Education“ (Barke, Hazari, Yitbarek, 2009):

- badatelsky orientovaná výuka přírodovědných předmětů/chemie (IBSE – Inquiry Based Science/Chemistry Education),
- prekoncepce a miskoncepce žáků ve výuce chemie,
- sociální aspekty chemického vzdělávání (např. genderová problematika, socio-ekonomické aspekty chemického vzdělávání, kulturně-jazykové aspekty chemického vzdělávání, komunikace v chemickém vzdělávání apod.),
- žáci se speciálními potřebami a talentovaní žáci v chemickém vzdělávání,
- filozofie přírodních věd (Nature of Science) v chemickém vzdělávání,

- environmentální aspekty chemického vzdělávání (např. „green chemistry“, trvale udržitelný rozvoj),
- orientace přípravy učitelů chemie na pedagogické/didaktické znalosti obsahu (PCK – Pedagogical Content Knowledge),
- e-learning v chemickém vzdělávání (např. LMS, vzdálené a virtuální laboratoře),
- vazby chemického vzdělávání na každodenní život a svět práce.

Na povinné předměty navazují podle specifikace disertačního projektu doktora dva bloky povinně-volitelných předmětů, první se zaměřením na didaktiku chemie a druhý na chemii. Součástí studijního plánu doktora je i povinná zkouška z cizího jazyka, uskutečnění studijního pobytu na zahraniční nebo tuzemské vysoké škole, publikace výsledků práce v recenzovaných domácích a zahraničních časopisech a jejich prezentace na seminářích a konferencích v ČR i v zahraničí.

Doktorské studium v didaktice chemie se na Oddělení didaktiky chemie Katedry chemie PřF UHK vrací po dvaceti letech a mělo by nalézt důstojné místo mezi doktorskými studijními obory podobného zaměření. V současné době vypisuje PřF UHK pro tento nově akreditovaný obor přijímací řízení ke studiu v akademickém roce 2013–2014. Podrobnosti o studijním oboru a požadavcích na uchazeče je možné získat u garanta oboru a předsedy oborové rady prof. PhDr. Martina Bílka, Ph.D., na e-mailové adrese martin.bilek@uhk.cz nebo na [www stránkách Univerzity Hradec Králové](http://www.uhk.cz) <http://www.uhk.cz>.

LITERATURA

Bílek, M. *Didaktika chemie: výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové : M&V, 2003, 145 s. ISBN 90-903024-5-9.

Abell, S. K., Lederman, N. G. *Handbook of Research on Science Education*. New York : Routledge Taylor & Francis Group, 2007, 1 323 p. ISBN 978-0-8058-4714-7.

Barke, H.-D., Hazari, A., Yitbarek, S. *Misconceptions in Chemistry. Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2009, 324 p. ISBN 3-540-29459-7.

Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D. – E-mail: martin.bilek@uhk.cz

Oddělení didaktiky chemie Katedry chemie

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, Česká republika

Scientia in educatione

*Vědecký recenzovaný časopis pro oborové didaktiky
přírodovědných předmětů a matematiky
Scientific Journal for Science and Mathematics Educational Research*

Vydává Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta
<http://www.scied.cz>

Vedoucí redaktorka (UK v Praze)

doc. RNDr. Naďa Vondrová (Stehlíková), Ph.D.

Redakce (UK v Praze)

prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Členové redakční rady

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

doc. Ph.Dr. Alena Hošpesová, Ph.D. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

RNDr. Alena Kopáčková, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci)

Ph.Dr. Magdalena Krátká, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

PaedDr. Svatava Kubicová, CSc. (Ostravská univerzita v Ostravě)

prof. RNDr. Ladislav Kvasz, Dr. (Univerzita Karlova v Praze)

prof. RNDr. Danuše Nezvalová, CSc. (Univerzita Palackého v Olomouci)

prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Vladimír Přívratský, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Jarmila Robová, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

doc. RNDr. Josef Trna, CSc. (Masarykova univerzita v Brně)

Zahraníční členové redakční rady

prof. RNDr. Ján Pišút, Dr.Sc. (Univerzita Komenského v Bratislavě, SR)

prof. Dr. Gorazd Planinšič, Ph.D. (Univerza v Ljubljani, Slovinsko)

dr hab. prof. UR Ewa Swoboda (Uniwersytet Rzeszowski, Polsko)

Adresa redakce

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (Naďa Vondrová)

M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz

Pokyny pro autory jsou uvedeny na <http://www.scied.cz>.

Sazbu v systému L^AT_EX zpracoval Miloš Brejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.
Logo navrhl Ivan Špirk.