

MASARYK UNIVERSITY
Faculty of Education

**SELECTED ASPECTS OF SCIENCE TEACHERS' CONTINUING PROFESSIONAL
DEVELOPMENT FOCUSED ON INQUIRY – BASED SCIENCE EDUCATION**

Habilitation thesis

(A collection of previously published scholarly works with commentary)

Brno 2019

RNDr. Eva Trnová, PhD.

I declare that this thesis has been composed solely by myself using only the cited literature, information and resources and that it has not been submitted in any previous application for a degree.

The declared authorship of all texts included in the habilitation thesis is meticulously acknowledged and my contribution explained. The written confirmations of author's participation are available in the materials of the habilitation procedure.

In on.....

.....
author's handwritten signature

Contents

I. PART - A COMMENTARY ON THE COLLECTION OF PUBLISHED WORKS	4
1. Structure of Habilitation Thesis.....	4
1.1 Further Information about the Collected Works	7
2. Introduction	12
3. Methodology - Design-based Research.....	15
3.1 Importance of the design based research for teacher education.....	16
3.2 Influence of DBR on practice.....	17
3.3 Characteristic features of DBR.....	18
3.4 DBR Importance.....	21
4. Continuing Professional Development	25
5. Continuing Professional Development and IBSE	31
6. Continuing Professional Development and Curriculum	37
7. Teachers' and students' readiness on IBSE.....	42
8. Continuing Professional Development and Connectivism	47
9. Continuing Professional Development and Creativity.....	51
10. Conclusion.....	55
11. References	56
12. List of Figures	60
II. PART – A Collection of Published Scholarly Works	61
A) Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSME.....	61
B) Systemic teacher continuous professional development as support of teaching practice.....	68
C) Implementation of Inquiry-based Science Education into Science Teachers' Training	77
D) Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání	89
E) Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE.....	167
F) The Current Paradigms of Science Education and Their Expected Impact on Curriculum	174
G) Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie.....	182
H) Implementation of Connectivism in Science Teacher Training.....	322
I) Implementation of creativity in science teacher training	329
J) IBSE and Creativity Development	340

I. PART - A COMMENTARY ON THE COLLECTION OF PUBLISHED WORKS

1. Structure of Habilitation Thesis

The habilitation thesis is composed of ten published works of the applicant, four original research articles published in scholarly journals, four articles published in proceedings and selected chapters of two scholarly book publications (see Table 1 and an overview in following text). The applicant is the only author of two articles, in five articles she is the co-author with a high participation (50% in four, 33% in one). Only one publication is the scholarly work of multiple authors (ten), because this monograph is based on a large research carried out by the team of ten experts. The applicant has involved only the chapters in which she has a high participation.

All of the presented works are focused on selected significant aspects of science teacher education, which are important for science education and teacher continuing professional development. Their cross-cutting dimension demonstrates the interconnection of theory and practice and an effort reflecting the demands of the society, teachers and students in science education. The ultimate goal is a highly qualified teacher and a motivated student coping with the required education outcomes.

Last thirty years, the applicant has been dealing with the issue of science teacher education from different perspectives coming from the demands placed on teachers by society. However, it is not possible to cover all the essential aspects; the selected ones relate to the innovative approach to education, which should help engage young students and support their curiosity in science subjects. This is one of the problems science teachers have faced in recent years. The cause of the mentioned lack of students' interest is the way of science subjects are taught at schools. One of the possible solutions in the current situation is the transformation of the way of teaching/learning. Based on research studies on this topic, one possibility is inquiry-based science education (IBSE) promoting the interest in science subjects and guiding students and teachers to quality educational outcomes. That is the reason why the selected publications in the thesis focus on this aspect of teacher education.

The commentary on an individual scholarly work is always structured to present a broader view of the issue discussed in the publication to justify the selection of the work and to show its importance in finding solutions not only in the Czech Republic but also abroad. Since all the articles are in English, they have been commented on and reviewed by the international community of science education experts (see citation data for each publication). The chapters from monographs are in the Czech language. Nevertheless, they are applied by Czech science experts and also teachers at schools in practice.

The number of included works in the habilitation thesis is relatively high in comparison with similar habilitation theses in the field of education. The reason for so considerable collection of works is that the issue addressed by the applicant (teacher continuing professional development) is very extensive. Teacher continuing professional development covers important aspects, which change according to the requirements of society. The applicant, as the participant in seven international and thirteen national projects, has contributed to the design of an effective system of science teacher continuing professional development. The selection of works reflects her experience gained by involving in international teams, where she was a leader in the education of teachers-participants in the Czech Republic and similarly experience from national projects.

The habilitation thesis includes publications, which deal with the current issues of the continuing professional development of science teachers, especially inquiry-based science education as a way to increase students' interest in science subjects. In addition, topics that affect the design of continuing professional development of science teachers have been included and they are often neglected. One of them is connectivism reflecting the rapid development of ICT and its impact on the education of both students and teachers. It is the impact of connectivism on teacher continuing professional development that is discussed in several commented articles. The creativity of teachers is another topic, which is not enough addressed in designing of teacher continuing professional development. It is also important to include the interconnection of theory and practice, what is reflected in commented works using specific examples. Since design-based research is used as a methodological approach in almost all selected publications, a whole chapter is devoted to it to justify its use. The applicant has tried to express the structure of the habilitation thesis graphically (see Figure 1).

Given, that the habilitation thesis consists mostly of articles, the applicant has considered appropriate to justify the importance of selected aspects of continuing professional development of science teachers through more extensive commentary on each selected aspect and thus to create the functional unit from the selected publications. However, this effort has led to an unusually extensive commentary part of the habilitation thesis.

The following text will briefly introduce the individual scholarly works that make up the habilitation thesis. The percentage author's participation, applicant's contribution and citations of publications are always stated.

Table 1. An overview of the collected published works.

	Published Works		Published Works
A	TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ. Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSE. <i>European journal of science and mathematics education</i> [online]. 2014, Special Issue: Papers presented at FISER'14 conference edited by A. Bilsel, M. U. Garip - Frontiers in Mathematics and Science Education Research. Proceedings of the Frontiers and Science Education Research Conference 01-03 May 2014, Famagusta, North Cyprus, Science Education Research Group at Eastern Mediterranean University, pp. 186-191. [cit. 2018-10-15] ISSN 2301-251X.	F	TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ. The Current Paradigms of Science Education and Their Expected Impact on Curriculum. In A. Alevriadou (ed.). <i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i> , 25 July 2015, 7th World Conference on Educational Sciences 2015. Vol. 197. Amsterdam, Nizozemí: Elsevier, 2015. pp. 271-277, ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.135.
B	TRNOVÁ, Eva. Systemic teacher continuous professional development as support of teaching practice. <i>European journal of science and mathematics education</i> [online]. 2014, Special Issue: Papers presented at FISER'14 conference edited by A. Bilsel, M. U. Garip - Frontiers in Mathematics and Science Education Research. Proceedings of the Frontiers and Science Education Research Conference 01-03 May 2014, Famagusta, North Cyprus, Science Education Research Group at Eastern Mediterranean University, pp. 204-211. [cit. 2018-10-15] ISSN 2301-251X.	G	ŘEZNÍČKOVÁ, Dana, Hana ČÍDLOVÁ, Věra ČÍŽKOVÁ, Hana ČTRNÁCTOVÁ, Radka ČUDOVÁ, Martin HANUS, Milan KUBIATKO, Miroslav MARADA, Tomáš MATĚJČEK a Eva TRNOVÁ. Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie. Praha: Nakladatelství P3K, 2013. 288 pp. ISBN 978-80-87343-24-1.
C	TRNA, Josef, Eva TRNOVÁ a Jiří ŠIBOR. Implementation of Inquiry-based Science Education into Science Teachers' Training. <i>Journal of Educational and Instructional Studies in the World</i> , Ankara, Turkey: Gazi University, 2012, vol. 2, no. 4, pp. 199-209. ISSN 2146-7463.	H	TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ. Implementation of Connectivism in Science Teacher Training. <i>Journal of Educational and Instructional Studies in the World</i> , Ankara, Turkey: Gazi University, 2013, vol. 3, no. 1, pp. 191-196. ISSN 2146-7463.
D	TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ. Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání. 1 st ed. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 133 pp. ISBN 978-80-210-7577-1 (MU), ISBN 978-80-7315-252-9 (Paido).	I	TRNOVÁ, Eva a Josef TRNA. Implementation of creativity in science teacher training. <i>International Journal on New Trends in Education and Their Implications</i> , Ankara, Turecko: Gazi Universitesi, 2014, vol. 5, no. 3, pp. 54-63. ISSN 1309-6249.
E	TRNOVÁ, Eva a Josef TRNA. Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE. In Yoong Suan, Lau Ung Hua (eds.). <i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i> , 8 January 2015, The XVI International Organisation for Science and Technology Education Symposium (IOSTE Borneo 2014). Vol. 167. Nizozemí: Elsevier, 2015. pp. 184-189. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2014.12.660.	J	TRNOVÁ, Eva. IBSE and Creativity Development. <i>Science Education International</i> , ICASTE, 2014, vol. 25, no. 1, pp. 8-18. ISSN 2077-2327.

Published collected works presented in Table 1 are color-coded. The original research articles published in scholarly journals are in "white" cells, the articles published in proceedings are in "light grey" cells and scholarly book publications are in "green" cells. Publications in "white" and "light grey" cells were written in English, publications in "green" cells were written in Czech.

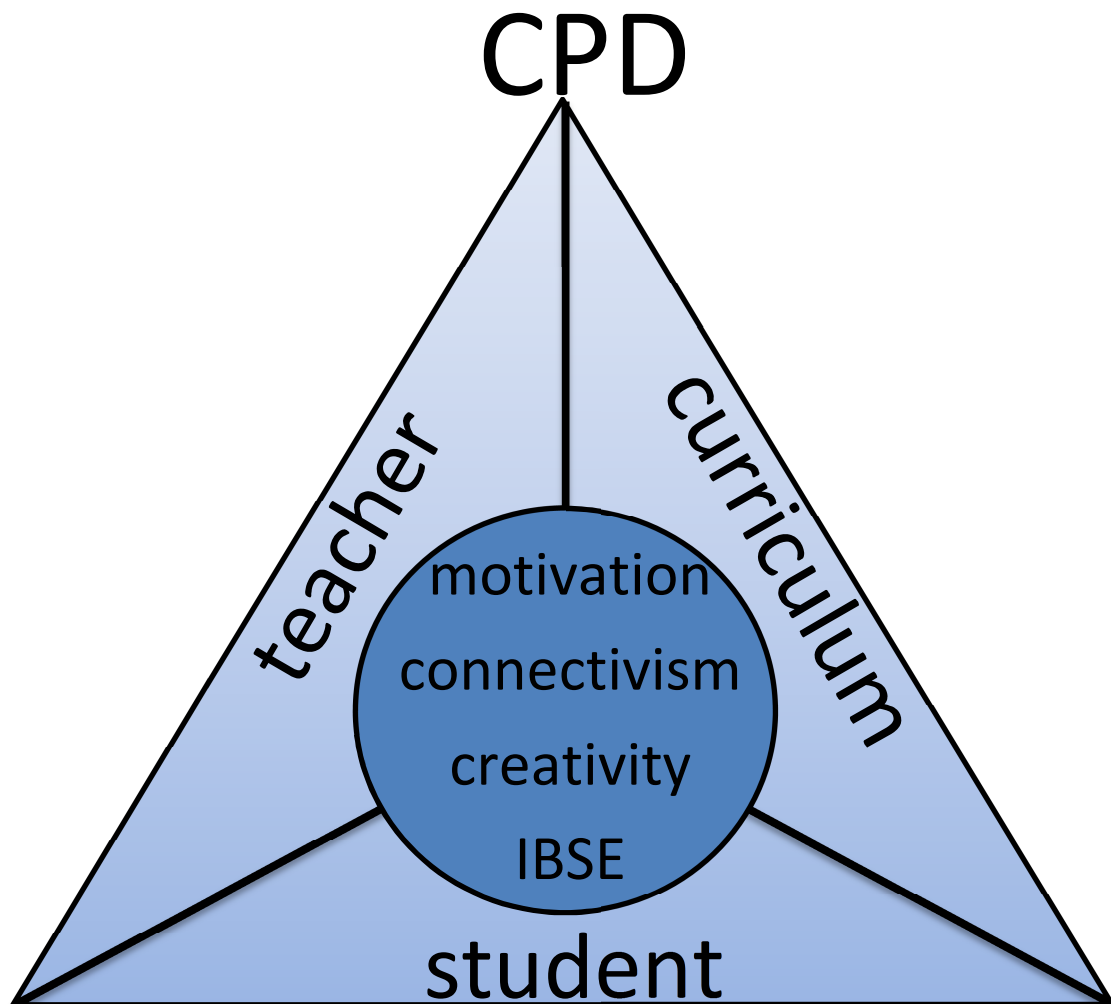


Figure 1. The graphic model of habilitation thesis.

1.1 Further Information about the Collected Works

Publication A

TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ

Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSME

Citations of the publication: total number:5; WoS:5

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant has proposed research design and has implemented design based research (DBR) in practice during

continuing professional development of science teachers. The conclusions of the research and their impact on the development of science teachers are published in the article. The proposed DBR is cited by other authors (see data above).

Author's participation: 50%

Online availability: <http://scimath.net/fiser2014/presentations/Eva%20Trnova.pdf>

Publication B

TRNOVÁ, Eva

Systemic teacher continuous professional development as support of teaching practice.

Citations of the publication: total number:1

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant has proposed a model for the development of science teacher skills needed for the application of inquiry-based science education. This model was verified during continuing professional development of science teachers and it was applied in other educational courses. Research finding and conclusions are presented in this article.

Author's participation: 100%

Online availability: <http://scimath.net/fiser2014/presentations/Eva%20Trnova.pdf>

Publication C

TRNA, Josef, Eva TRNOVÁ a Jiří ŠIBOR

Implementation of Inquiry-based Science Education into Science Teachers' Training

Citations of the publication: total number:37; WoS:4 ERIH+:1 SCOPUS:2

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant has carried out a research, the results of which are published in the article and she has participated in the evaluation of the data. She has identified important factors that may influence the success of the implementation of the inquiry approach in science education. These research findings are cited by other authors (see data above).

Author's participation: 33%

Online availability:

https://www.researchgate.net/profile/Josef_Trna/publication/272786501_IMPLEMENTATION_OF_INQUIRY-BASED_SCIENCE_EDUCATION_IN_SCIENCE_TEACHER_TRAINING/links/54ede6250cf2e2830863a80c/IMPLEMENTATION-OF-INQUIRY-BASED-SCIENCE-EDUCATION-IN-SCIENCE-TEACHER-TRAINING.pdf

Publication D

TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ

Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání

Citations of the publication: total number:1; WoS:1

Publication G

ŘEZNÍČKOVÁ, Dana, Hana CÍDLOVÁ, Věra ČÍŽKOVÁ, Hana ČTRNÁCTOVÁ, Radka ČUDOVÁ, Martin HANUS, Milan KUBIATKO, Miroslav MARADA, Tomáš MATĚJČEK a Eva TRNOVÁ

Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie

Citations of the publication: total number:**3** ERIH+:**1**

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant is the author of the tests using for verification of students' skills needed for inquiry-based science education in the field of chemistry education. She has participated in a research and an evaluation of data in the field of chemistry. She has also collaborated in the theoretical part; she has contributed with her knowledge of the skills, what she has been dealing with for a long time.

Author's participation: 10%

Online availability: no

Publication H

TRNA, Josef a Eva TRNOVÁ

Implementation of Connectivism in Science Teacher Training

Citations of the publication: total number:**3**; WoS:**2**

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant has examined the impact of connectivism on continuing professional development of science teachers. Based on the research, she has presented educational methods that reflect the principles of connectivism.

Author's participation: 50%

Online availability:

https://www.researchgate.net/profile/Josef_Trna/publication/272746638_IMPLEMENTATION_OF_CONNECTIVISM_IN_SCIENCE_TEACHER_TRAINING/links/54ed08060cf27fbfd771f6bd/IMPLEMENTATION-OF-CONNECTIVISM-IN-SCIENCE-TEACHER-TRAINING.pdf

Publication I

TRNOVÁ, Eva a Josef TRNA

Implementation of creativity in science teacher training

Citations of the publication: total number:**12**; WoS:**1** SCOPUS:**2**

Description of qualitative applicant's contribution: Creativity is a neglected aspect in teacher education. The applicant has examined the impact of the style of creativity on continuing professional development of science teachers. In the Czech Republic a similar research was carried out only of students of the Faculty of Education and have not dealt with the impact on the education of both teachers and students. The applicant followed these connections.

Author's participation: 50%

Online availability:

https://www.researchgate.net/profile/Josef_Trna/publication/272746723_IMPLEMENTATION_OF_CREATIVITY_IN_SCIENCE_TEACHER_TRAINING/links/54ed06230cf2465f5330975a/IMPLEMENTATION-OF-CREATIVITY-IN-SCIENCE-TEACHER-TRAINING.pdf

Publication J

TRNOVÁ, Eva

IBSE and Creativity Development

Citations of the publication: total number:**14**; WoS:**1** ERIH+:**1** SCOPUS:**1**

Description of qualitative applicant's contribution: The applicant has dealt with creativity in relation to inquiry-based science education. She has identified factors that support the development of creativity. She has explored the style of creativity among participants in continuing professional development of science teachers and the influence of the style of creativity on the implementation of the inquiry approach to teaching/learning.

Author's participation: 100%

Online availability: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1022897.pdf>

2. Introduction

Education represents one of the fundamental values in our European society. The fast development in research and technologies makes high demands on the educational system, which needs to prepare the young generation to work in the competitive environment in the contemporary globalized world. For the modern, knowledge-based economies to sustain the international competition and prosperity is demanded highly qualified workforce. Based on the opinion of experts, there is not possible to transform the contemporary educational systems without educated teachers (Bybee, & Fuchs, 2006).

There are two essential tasks (among other ones) for experts focused on education. The first of them is to restore educational content to enable teachers to prepare the young generation for its future, which is extremely difficult in the contemporary fast-developing society. The second not less demanding task is to educate teachers to innovate the unsuitable educational strategies and react to the newly created education reality related to the changes in society. To reach the transformation in the teachers' approach to teaching is seen as the main aim of teacher education with the assumption of the successful educational reform (Vanderberghe, 2002).

Since teachers are seen as a key factor affecting the quality of the educational process, it is necessary to prepare them professionally (Darling-Hammond, 2000; Hanusek, Kain, & Rivkin, 2005; Spilková, & Tomková, 2010; Slavík, & Janík, 2012; Lipowsky, & Rzejak, 2015). Many research studies have confirmed the causality between the teacher quality and the school quality (Hattie, 2003; Lipowsky, & Rzejak, 2015). The increase of the quality of the pre-service teacher education and teacher continuing professional development are considered as a key factor to the successful implementation of reforms (Nezvalová, 1995; Hattie, 2003; Barber, & Mourshed, 2007). Within the pre-service teacher education, it would be beneficial to transform the curriculum system to react to the changes and provide students with the essential knowledge, which is the crucial requirement to start their teaching profession. The pre-service teacher education reflects the needs of the society at a specific time; thus, it is not sufficient for the whole professional teacher's life, although the teacher education will be highly effective. That is why teacher continuing professional development, which enables teachers to react to the newly created demands and helps them to make necessary changes, plays such a significant role. Their knowledge with the increase in professional experience does not automatically broaden and deepen. Teachers need to educate themselves regularly to keep and enforce their professional approach for their work (e.g., Brunner, 2006). Education is vital in times of educational reforms. Based on

experience, the author Nezvalová (2008) mentions the failures within looking for new educational goals may be connected with the neglecting of CPD as a whole part of the promoted transformation in the educational system.

From the attention of OECD, it is obvious how much teacher continuing professional education (hereinafter CPD) is significant. Within the OECD's work, there are held international researches focused on the education TALIS (Teaching and Learning International Survey). TALIS provides information on how the educational system works and compare the conditions for education internationally. From 2007 to 2008, international research took place, which aimed at teacher continuing professional development and brought interesting and challenging findings that can help to improve CPD. The importance of CPD is evident also from the TALIS findings, an average of 89% of teachers in lower secondary education participated in CPD (OECD, 2009). Therefore, it is apparent that high-quality CPD may affect much of the teacher community.

Nowadays, there is an effort to improve the quality of CPD, especially after the experience with the underestimation of teacher preparation with the implementation of the School Education Program into schools (Nezvalová, 2008). There has been an increase in the number of providers of education service, which offers seminars, short-term and long-term courses, or educational programs, Lifelong Learning Education. Teachers can choose from the offer based on their interest; however, only a small percentage of the teachers are interested in the courses organized by CPD, which contrary to the findings of TALIS (Nezvalová, 2008; OECD, 2009). The main problem is not only the content of education that does not reflect the interest of teachers but also it is because of its low quality (OECD, 2009).

In the field of science education, teachers are interested in new innovative approaches to support the student motivation to study the science subjects. There are many kinds of research confirming the fact that students lose their interest in studying science subjects. Researches in the Czech Republic show that increasing age of students brings decreasing interest in the studying of science (MEYSCR, 2008). One of the factors leading to this phenomenon is considered an unsuitable outdated method of teaching/learning science in schools (Rocard, 2007). Only 15% of European students are satisfied with the quality of science teaching in schools and nearly 60% state that science teaching/learning is not interesting enough (MEYSCR, 2010). In terms of Science subjects' significance for the development of society, it is crucial to address this missing interest. The Czech Republic is not alone in looking for a solution in this particular case. Many Czech and international research studies (Trnova, 2015; Ješková, et al., 2009; Kires, & Šveda, 2012; Kires, et al., 2016) confirm that the support of interest in Science and Technology should be related to the acceptance of the natural curiosity of students

and their individual educational needs. Based on researches, inquiry-based science education seems to be the most suitable strategy that fulfils the current requirements.

The European Union has an extraordinary focus on the education of science subjects. Since 2008, several EU-funded projects have been initiated in the field of science education within the Seventh Framework Program (FP7/2007-2013). Most of these projects deal with different aspects of scientific inquiry and its implementation in teaching/learning. In general, these projects (S-TEAM, ESTABLISH, Fibonacci, PRIMAS, PROFILES, Pathway, INQUIRE, and SAILS) focus on the professional development of teachers in implementing IBSE in their classrooms, and the promotion of the widespread use of IBSE in the teaching and learning of science and mathematics. Each project has a unique emphasis, such as e. g. the development of IBSE resources and materials (PRIMAS, 20092012) or the provision of authentic materials informed by industry (ESTABLISH, 20102013). The Czech Republic has participated in some of the mentioned projects; the applicant was involved in the team PROFILES¹. Within the PROFILES, she realized CPD of 50 Czech teachers in the field of IBSE.

¹ *PROFILES-Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science*, 7th frame programme EU, 2011-2014, coordinator: prof. C. Bolte, Free University of Berlin, Germany.

3. Methodology - Design-based Research

Design-based research (hereinafter DBR) is the core methodology used in the scholarly works presented in the habilitation thesis, therefore, it is given due attention to its being introduced in the following text. The aim of this chapter is to substantiate the application of this methodological approach in the issue presented in the habilitation thesis based on the knowledge about DBR.

First, however, consideration over the terminology must be made. The English term design-based research does not have a stable Czech equivalent yet. At the beginning of DBR coming in the Czech science environment the Czech term "konstrukční výzkum" (in English literally "construction research") was proposed for discussion (Trna, 2011). It was, subsequently, revived by Ellederova (2017) and proposed to refine "konstrukční výzkum ve vzdělávání" (in English "construction research in education"). Both proposed terms are based on the Czech term "projekt" (in English "project" or "konstrukce" (in English "construction")), which was chosen from various Czech synonyms for the "design" (Trna, 2011). And this is why this term may seem problematic.

In Czech, "design" is used in various meanings. Dictionary of foreign words contains "appearance", "shape" or *design of product shaping unifying functional efficiency and aesthetic appearance*². However, in conjunction with other words, design can take on another meaning dimension. For example, connection "design research" is interpreted as *"research plan; a description of the research procedure; organization and research methods established after the decision on the choice of the research problem"* in dictionary of foreign words³. Therefore, the English term "research design", the way the DBR was named by some authors (e.g. Kennedy-Clark, 2013), may be confused with 'research design' used, for example, by Švaříček and Šed'ová (2007) as the designation for research plan. A suitable Czech equivalent for design-based research would eliminate possible misunderstandings.

Also, in Slovakia, experts are looking for an adequate term for design-based research. Kalaš (2009) proposes "výzkum prostredníctvím vývoje - výskum prostredníctvom vývoja", in English *"research via development"* or, in short, *"výzkum vývojem - výskum vývojom"* in English *"research by development"*. The question is whether this term would be suitable for the Czech educational environment.

² https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/hledat?cizi_slovo=design&typ_hledani=prefix

³ https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/hledat?cizi_slovo=design&typ_hledani=prefix

Due to the fact that the Czech term "*construction research*" has not been generally taken up, the English term "*design-based research*" and its abbreviation "DBR" will be used.

3.1 Importance of the design based research for teacher education

The formation of DBR can be linked to the negative attitude of teachers (practitioners) to the results of educational research, as registered by experience from different parts of the world. In Czech as well as in foreign literature, we can find expressions describing this state as a gap between educational research and practice. Research conducted in Australia and the USA has confirmed that teachers have no confidence in educational research and are indifferent to the knowledge of the educational sciences. Many teachers doubt not only the usefulness of research but also the credibility of researchers. According to teachers, researchers are not interested in practice and do not know the educational reality. This view is reflected in the teachers' low opinion on the knowledge produced by educational research and on the possibilities of their use in practice (Hutterer, 2007).

The sources of this state must be sought in the relationship of two different communities - researchers and teachers (practitioners). The tension in their mutual communication stems from different perspectives on the researched issue, and the ability or willingness to understand to each other. Gavora (2007) proves this fact by the results of the research, which discovered that half of the teachers failed to understand the main idea of the scientific text dealing with educational research. He also states that there is rivalry and tension between these two communities. He speaks about jealousy of lower school teachers who are jealous of the higher social status of their university colleagues and he considers this as reason to be unwilling to cooperate.

Other experts express similar opinions. Korthagen (2001) considers the power-relations between the researcher and the teacher to be one of the reasons for the tension between theory and practice. Both groups feel compromised in their position, researchers as experts and teachers as (quality) practitioners. The insensitive presentation of research findings may also contribute to this situation. These can be communicated or perceived as implicit criticism of existing teacher practice. Researchers defend themselves through the "scientific" nature of their production, while teachers defend themselves through rejection of science (Chvál, et al., 2008). Negative feelings can also be supported by the sequence of words in a steady connection "theory and practice". As Janík intends himself (2005, p. 44), this sequence potentially contains an assumption that the theory is upper to practice.

Korthagen (2001) therefore emphasizes building a more symmetrical, academic-teacher partnership. DBR seems to be one of the possible ways to achieve this state. This research strategy lies in creating a specific product for the needs of educational practice and critically developing the theory on which this product is based. First, DBR removes the objections of teachers-practitioners that research does not deal with the problems that practice wants to address. As teachers participate in research, they accept the obtained data and the conclusions following from them with greater respect and without jeopardizing their position. DBR, therefore, has the potential to increase teachers' general understanding and refinement. DBR integrates both types of knowledge - researcher cognition and the experience of a reflective practitioner (teacher). It can contribute to a supported shift from collecting 'knowledge for teachers' to building up 'teacher knowledge' (Verloop van Driel, & Meijer, 2001).

3.2 Influence of DBR on practice

The attempt to find a solution in regards to the relationship between theory and practice (or practice and theory) has led to the emergence of a new methodological approach to DBR. The inspiration was the technical disciplines, where the design approach has an important position. The design approach is applied in a wide range of technical and medical areas during product creation processes and during its practical application. Its essence is the orientation on the creation (construction) of a new product, that brings solutions to problems, that they are still only partially solved, and the necessary methodological tools and methods are developing. In pedagogical research, DBR is a relatively new research approach that could effectively bridge the gap between research and practice in formal education.

In the field of education, DBR was used in the early 1990s by Collins and Brown, who are often referred to as its spiritual parents. Their goal was pedagogical research that would lead to the creation of something that works in a real environment. Collins (1990) dealt with science-based innovation in the educational environment. Brown (1992) focused on the process of creating a new educational product (e.g. CPD). In her view, involvement in the process of creating an educational product can, under certain conditions, lead to a deeper understanding of the investigated issue (in our case, for example, adult learning), which cannot be obtained by uninterested observation and analysis of the finished product created by someone else.

In the first decade, interest in DBR has recovered. Several respected pedagogical researchers and special issues of well-known journals have celebrated the potential of DBR to make a significant difference to the quality and utilization of pedagogical

research. A group called Design-Based Research Collective (2003) was formed. According to the members of the group, the aim of the research is to holistically describe the interactions between the product (the bearer of educational innovation) and the participants in the educational process (e.g. students and teachers).

Borko, Liston and Whitcomb (2007) refer to DBR as a new addition to pedagogical research. According to their opinion, an essential feature of this approach is, using rigorous methods should lead to the creation of a specific, proven functional product (e.g. curriculum, textbooks, CPD) while enriching educational theory with the experience of evaluated product implementation at the same time. In other words, DBR is a methodological approach that emphasizes the development of solutions to complex problems in educational practice and the development or validation of theories about educational processes and learning environments.

DBR develops partnerships between researchers and teachers (practitioners). Ideally, cooperation starts from initial problem identification through literature search to intervention design, implementation, evaluation and publication of research findings. Višňovský, Kaščák and Pupala (2012) discussed the relationship between theory and practice in the teaching profession and defined a concept reflecting a practitioner that derives or produces theoretical knowledge based on his/her own practice, thus becoming an automatic safeguard for successful validation of theory through personal experience (Višňovský, et al., 2012, p. 327). This link between science and practice has a dual impact on teachers - developing the teaching profession in contact with students and creating their own professional identity.

3.3 Characteristic features of DBR

Considering the nature of DBR, its various designs are defined in the literature, so characteristics corresponding to the topic of habilitation thesis are presented in the following text.

In period of years 2003-4, the monothematic issues of journals Educational Researcher (2003/1), Educational Psychologist (2004/4), Journal of Learning Sciences (2004/2), and Educational Technology (2005/1) dealt with DBR in detail. There are a lot of additional scientific sources where it is possible to find in-depth information but predominantly in English. The following text presents only basic information necessary for the insight into DBR as a relatively new methodological strategy in pedagogical research.

Over the years, many experts have followed up DBR. As early as 1999, Hoadley founded a small group of DBR scientists called Design-Based Research Collective (DBRC).

According to experts associated in DBRC, the DBR should have the following characteristics (DBRC, 2003):

- a close link between the creation of a practical product and the development of a science-enriching theory;
- cyclicity and iterativity - include design, implementation, analysis, design review and product re-implementation;
- communicability - research results must be communicated not only to the scientific community but also to the community of practitioners;
- holistic description - research results must include a holistic description (or explanation) of the functioning of the innovative product in an authentic school environment;
- scientifically robust description (explanation) - must include, as far as possible, multiple methods (mixed research involving both qualitative and quantitative methods) and multiple criteria for evaluating the success of innovation.

Similarly, Anderson and Shattuck (2012), based on an analysis of different DBR definitions, state that a quality DBR should have the following features: Being situated in a real educational context.

- Being situated in a real educational context.
- Focussing on the design and testing of a significant intervention.
- Use of mixed methods.
- Involving multiple iterations.
- Involving a collaborative partnership between research(s) and practitioner(s).
- Evolution of design-principles.
- Practical impact on practice.

Intervention (in the concept of DBR) means any constructive intervention in educational practice (innovation), for example, new methodology, study material, ICT tools, curriculum modification or other product that arises as part of pedagogical research. Iteration requires further clarification as well. In DBR studies, several terms and time measurements (e.g. year, phase, and cycle) are used to discuss iterations.

Reeves (2006, p. 58) defines three fundamental principles of design-based research:

- addressing complex problems in real contexts in collaboration with practitioners;
- integrating known and hypothetical design principles with technological advances to render plausible solutions to these complex problems; and,
- conducting rigorous and reflective inquiry to test and refine innovative learning environments as well as to define new design principles.

Reeves (2006) also developed a research design proposal that introduces the different phases of DBR (see Figure 2). This is the framework within which activities corresponding to the above characteristics are implemented, as the brief description of the individual phases suggests.

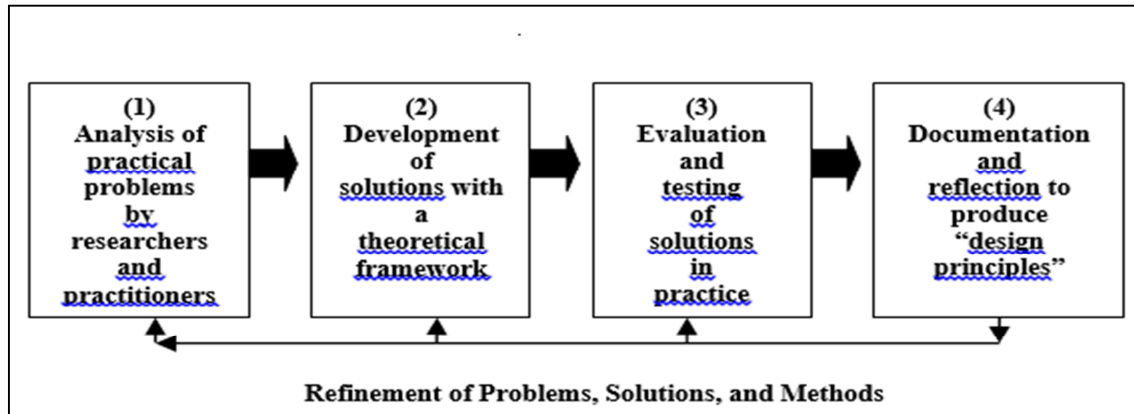


Figure 2. Scheme of design-based research (according to Reeves, 2006).

Presented lists of DBR characteristics overlap and similar characteristics of DBR can be also identified in other professional sources. Therefore, the following features can be considered as characteristic for DBR:

- researcher-practitioner partnerships;
- the link to the real learning environment;
- the production of a specific practical product;
- innovation intervention;
- mixed research involving both qualitative and quantitative methods;
- iteration;
- contribution to theoretical knowledge - theory development.

Below mentioned findings, resulted from the analysis of 13 specific studies involving DBR (Ellederova, 2017), which confirmed the occurrence of most of the above presented DBR features. Although the first findings on the size of the research set are not related to the above described characteristics of the DBR, they are stated in the text because of their relevance to researchers.

- Research sample group differed in size. The numbers of participants were from tens to several hundred (the most frequent number of participants was around 100).
- A combination of different quantitative and qualitative methods had been used in all analysed researches. The most common number of methods was 3-4 methods. The most frequently used methods of data collection were questionnaire surveys

(9 studies), interviews (8 studies) and observations (7 studies). In addition, video recordings, analysis of students' products, reflective teachers' diaries and documents, didactic tests were used.

- All researches had led to three main results: the production of design principles that bring new knowledge to enrich the field (science); curriculum products that enrich teaching practice both locally and globally, and the professional development of participants.

DBRs conducted by the applicant, which are mentioned in scholarly works presented in habilitation thesis, have the features mentioned above. Thus, it can be assumed that the used DBR research design was methodologically correct. According to the analysis conducted by Ellederova and presented in the table "Overview of Design Based research" in Czech "Přehled konstrukčních výzkumů" (2017, pp. 441-445), the use of DBRs to solve the research goals in the presented issue was also appropriate. According to mentioned analysis, other researchers used DBR to achieve comparable research goals as well.

3.4 DBR Importance

Citation counts have long been used for assessing the quality or impact of scientific research. This path was used by Anderson and Shattuck (2012), who analysed 45 articles (studies, reviews, research reports) with the highest number of DBR citations published between 2002 and 2011. Obtained data shows the continuing interest in DBR and growth of research articles about DBR (see Figure 3). They concluded that DBR methodology is very beneficial for education. Their study is very detailed and covers several areas of DBR implementation, of which only the following will be presented: geographic focus, discipline and curricular focus, use of instructional method/model/strategy.

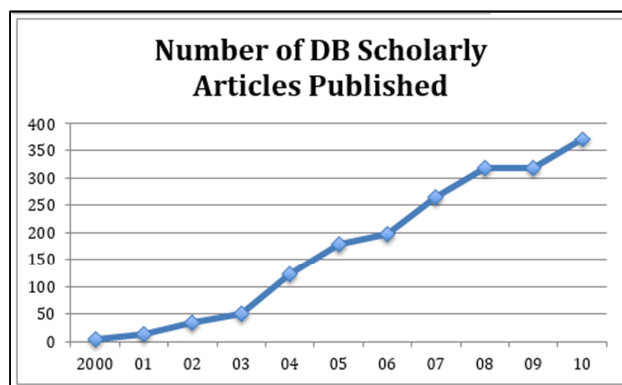


Figure 3. Number of articles using or discussing DBR (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 19).

The graph (Figure 4) presenting the scholarly publication in which the DBR studies were published and their number is very interesting and supporting DBR importance for education development.

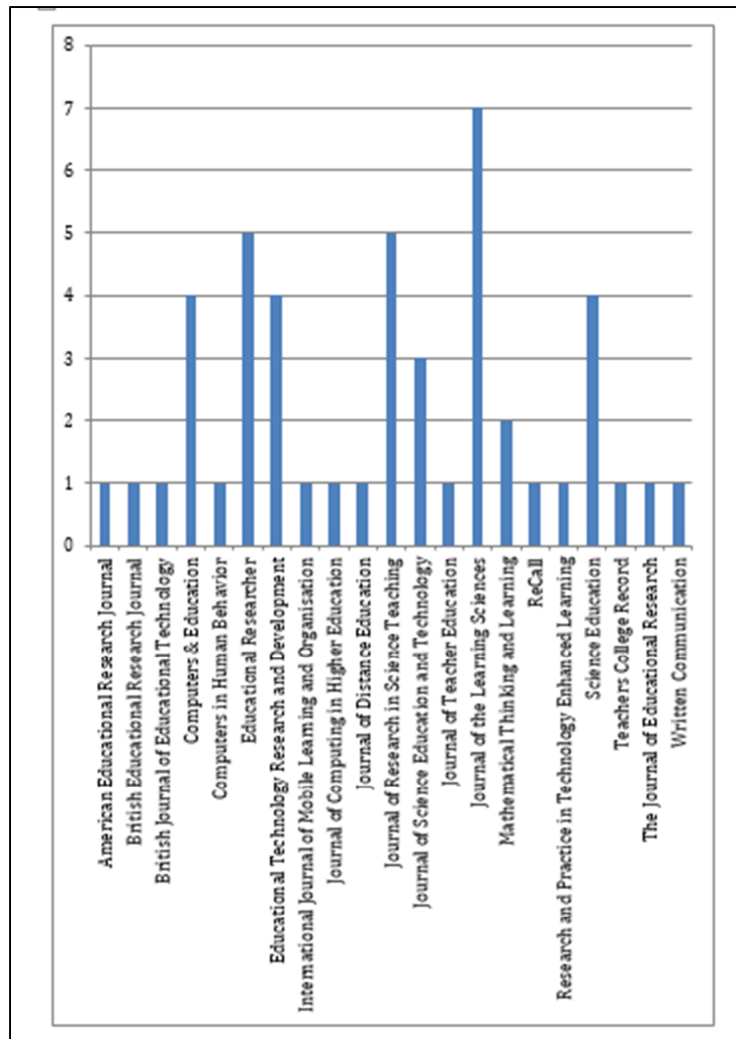


Figure 4. Scholarly publication overview for DBR studies (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 21).

As can be seen from Figure 5, most of the first authors (which served for determining the state) of publications using DBR come from the USA. This is perhaps understandable given the major original development work on DBR and the host country of the major special issues of journal was the USA. And according to Anderson and Shattuck (2012, p. 20), this corresponds to the fact that "the practical nature of this methodology resonates with the pragmatic tradition of American educational philosophy originating with Dewey and James".

Another important area that was pursued in this study was the subject in which DBR was used. If there were multiple subjects, all were included. As the graph in Figure 6 shows, science subjects clearly dominated. This is the basis for justifying the use of DBR in our articles which deal with science.

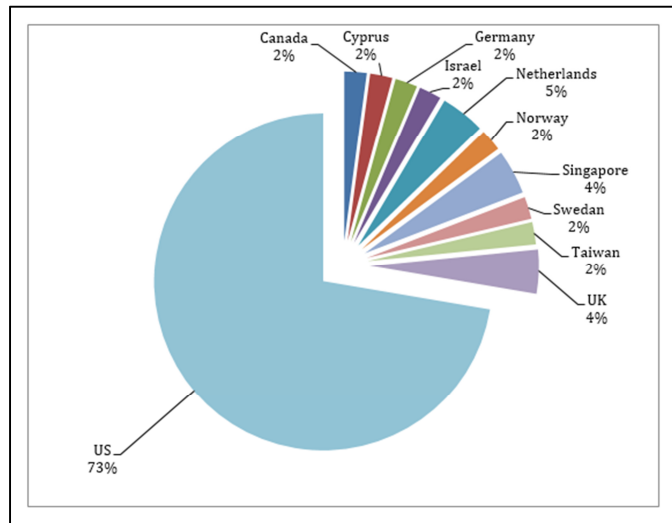


Figure 5. The first-stated authors' country of work (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 20).

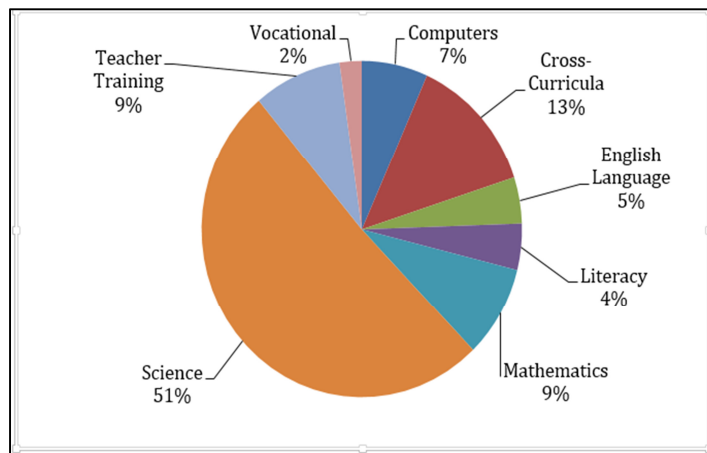


Figure 6. Subject/programme in which DBR studies were undertaken (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 22).

The authors generalized the obtained data. They used a qualitative analysis package to code the 31 abstracts of the empirical studies, with a focus on the results of the intervention. They open-coded the results described in the abstracts into four main groups: potential for improved student learning (seven occurrences); major new understandings about educational outcomes or context (12 occurrences); increased student learning took place (12 occurrences); and improvements in attitude/epistemology/motivation (5 occurrences). Some abstracts results fell into more than one of these categories. See Figure 7 for summary of the data). The presented research results show that DBR has the potential to improve education, teachers' professional development and to expand the knowledge base in the field of pedagogical research.

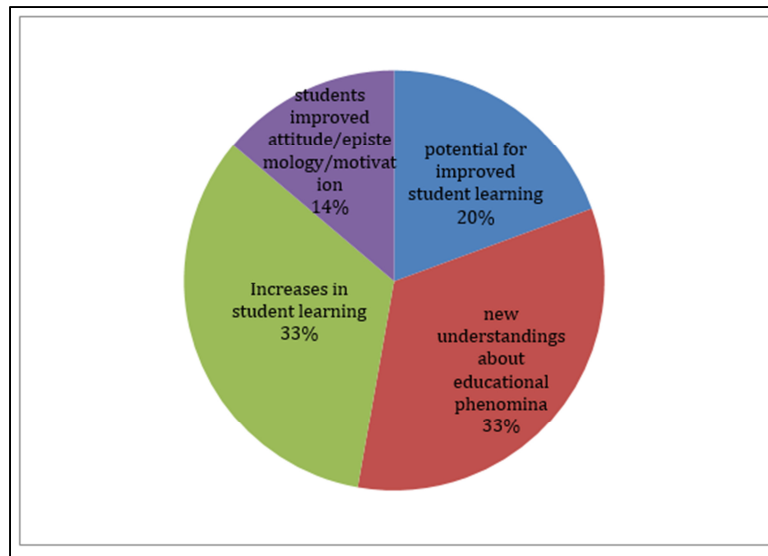


Figure 7. Summary of results described in abstracts undertaken (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 24).

Despite all the above stated strengths, DBR has its weaknesses. DBR is often criticized for having unclear methodology. Oh and Reeves (2013) recommend examining the sustainability, accuracy and generalizability of research results in both local and wider contexts. In a similar vein, Plomp and Nieveen (2013, in Ellederova, 2017) mention "logic replication". They recommend, in order design principles and instruction theories were tested through replications of the findings in a second, third or more cases in various contexts with the purpose of ensuring that the same results were achieved. Once such replications have been made, the results might be accepted for a much larger number of similar contexts, even though further replications have not been performed.

Despite the numerous articles highlighting the benefits, there are also many articles containing criticism. Barab and Squire (2004) published an article in which they had given detailed and constructive criticism of DBR.

From the moment DBR came into being, experts have been trying to solve the problems associated with DBR. In the mid-1990s, Hawkins founded the National Design Experiment Consortium, which focused on improving DBR quality. The aforementioned group of Design-Based Research Collective experts also strives to contribute to the development of DBR methods and increase its credibility among teachers as well as academics - researchers.

In conclusion, it can be stated that DBR has the potential for wider use in addressing the achievement of positive changes in the educational process.

4. Continuing Professional Development

The central theme of the introductory article *Systematic teacher continuous professional development as support of teaching practice* is the quality of CPD and how to increase it. In this article, the researchers indicated the reasons for possible failure in CPD and also the necessity of systematic teacher preparation based on the linking of three essential items of teacher education in the pre-service teacher education, in-service teacher education, and practice, as is presented in the chart (see Figure 8).

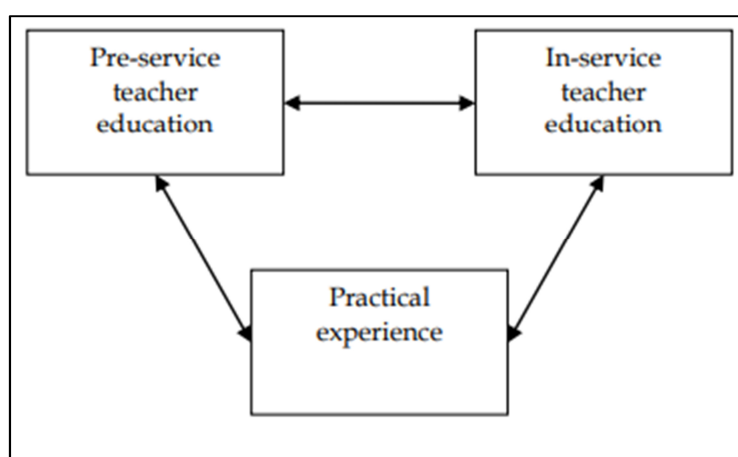


Figure 8. The chart of systemic CPD for teachers.

By offering specific CPD topics in this Habilitation thesis, the applicant points out the significance of the right topic selection, which is crucial for teachers' participation and their interest in CPD. If teachers do not consider the content of CPD being vital and beneficial for their improvement, they will not want to participate in CPD (OECD, 2009; Nezvalová, 2001). The concept of CPD, which is presented by the applicant, summarizes three topics - teacher education in inquiry-based science education, teaching gifted students in science subjects, and the influence of connectivism in science subjects. The selection of topics comes from the need to reflect on teachers' challenges in everyday teaching. The findings about Czech teachers in the study TALIS 2018⁴ confirmed the topicality and necessity to support teacher education in the Czech Republic⁵.

TALIS 2018 reported the opinions and attitudes of teachers and principals to professional development in the international context. Researchers involved in the project addressed the efficiency of education implementation in education focused on gifted students. They found out that only one-third of Czech teachers had discussed the education of gifted students as an issue during their teacher education; it was the lowest

⁴ Národní zpráva <https://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/TALIS/Narodni-zpravy/Mezinarodni-setreni-TALIS-2018-Narodni-zprava>

⁵ Overall report https://read.oecd-ilibrary.org/education/talis-2018-results-volume-i_1d0bc92a-en#page1

rate in all participated countries in TALIS 2018. In contrast, the average result in all participated countries was 58%. Nevertheless, teachers were interested in teaching methods for gifted children teaching. The interest of the teacher was also evident in the considerable teachers' participation in seminars focused on the education of gifted children. The applicant organized these seminars in the South Moravian Region. It was gratifying that 45% of beginning teachers had heard about this topic before the data collection. The faculties of education in the Czech Republic have already responded to the need to prepare future teachers for teaching gifted students. However, the number of involved students and teachers has been still the lowest in all the participated countries so far. Indicated in the article, is a way to improve the current situation based on high-quality CPD.

The topic of connectivism is new for Czech teachers. Even though educators pay close attention to the education of students and teachers in information and communication technologies (ICT), there is still a varying perspective. Students, who are members of Net generation, display specific character traits to which it is essential to respond in the classroom. The connectivism approach was employed in the presented CPD, and it is briefly described in this part since it is not the main topic in the commented article. Regarding the fact, there are two articles about connectivism in the habilitation thesis; in other comments, connectivism is analyzed in detail.

The theme of inquiry-based science education seems new for Czech teachers; however, it is similarly significant. It is a strategy leaving the traditional transmissive teaching and moving to the teaching style focused on students (learner-centered approach), which is not common in Czech schools. As already mentioned above, inquiry-based science education as a teaching style is highly recommended in science subjects to increase the interest of students, and also to upgrade the level of scientific literacy and skill development in the 21st century (Bybee, & Fuchs, 2006, Rocard, 2007; Osborne, & Dillon, 2008).

Within teacher education aimed at inquiry-based science teaching, the applicant confirmed the necessity of a systematic approach in the teacher professional development associated with inquiry-based science education. Also, she listed and tested strategies authentic for inquiry-based science education in practice. Based on the knowledge from her research, she examined a model (see Table 2 in the article *Systematic teacher continuous professional development as support of teaching practice*) which connects all phases of acquiring professional skills (Talyzinová, 1988; Švec, 1998) with the phases of inquiring according to Banichi and Bell (2008). This research of the applicant is also her main contribution to the area of CPD and inquiry-based science education. To adopt complete professional skills related to inquiry-based science

education is necessary to pass long-term training and also to interconnect the practical experience and CPD. The PROFILES, researchers working on creating inquiry-based modules in all participated countries, confirmed the applicant's model as functional.

One of the possible failures of CPD and its implementation in the teaching practice is that it is time-demanding also challenging to form relevant content. However, in terms of information transmission, even a short-term CPD seminar is sufficient. According to research studies, teachers refuse the theoretical background related to CPD (Nezvalová, 2001; OECD, 2009) and also some experts criticize seminars (workrooms, workshops) or intense courses that may be overwhelmed by information (Garet, et al., 2001, s. 920).

The central paradox is that Czech teachers state the review of literature sources and short-term theoretical seminars as the most common form of their education (OECD, 2009). However, to adopt new professional skills, it is needed the active involvement of teachers, which requires teachers' time. It is not possible to reject the theoretical basis of CPD but to link it with practice.

Researchers point out one aspect related to the failure of CPD implementation in practice, which is the approach of teachers and their beliefs. A teacher's experience from his or her compulsory schooling has an impact on teaching, and he or she does not believe in something that has never experienced. Another potential failure is the transformation process, when the CPD findings to apply in teaching practice. It is difficult to eliminate the distrust and negative beliefs. Especially short-term seminars do not have the potential to make any significant changes in teacher negative beliefs. The applicant of the thesis recommends active teacher participation and try to get inspired by examples of good practice. In terms of planning how to implement CPD, it is recommended to consider the risk of possible negative approaches from teachers and find a way how to eliminate it.

To conclude the mentioned above, all essential character traits and factors, which are supposed to be respected to implement CPD successfully, are indicated in the article. Also, there is presented a model for systematic education in inquiry-based science education based on the applicant own experience and research findings. This CPD model has been verified in the Czech Republic and also international level.

The concept of teacher education in science subjects in inquiry-based science education in the article *Systematic teacher continuous professional development as support of teaching practice* is more explained and concretized in an article called *Implementation of Inquiry-based science education in science teacher training*. The authors (including the applicant) of the article refer to the most significant aspects of teacher education during the implementation of inquiry-based science education; they present the practical experience and a verified model of skills development in inquiry-

based science education. The theoretical framework of inquiry-based science education is based on the primary principles of this learning form, as well as other recommendations.

Inquiry-based science education is not a new concept, even though it may seem unknown. At the beginning of the 20th century, the American educational reformer Dewey said that the implementation of inquiry techniques in regular school lessons would be hugely beneficial for students because enacting inquiry activities in science classrooms was helpful for student learning as it placed a strong emphasis on the learners' development of scientific thinking (Dewey, 1938). Inquiry-based science education has been developing since the 1960s in terms of a movement called Discovery learning that came out as a reaction to the transmissive teaching style (Nezvalová, 2008; Bruner, 1961). The popularity of inquiry-based science education has been culminating in the world last twenty years with a decreasing interest in science subjects, contrary to the social need of scientifically educated individuals who want to respond to new scientific discoveries. Contemporary society needs scientists, which states in the European Commission's report called *Europe needs more scientists. Increasing human resources for science and technology in Europe* (European Commission, 2004).

The interest in educating students to become scientifically literate and also in motivating potential scientists is evident in financial support of projects focused on this issue. For example, in 2008-2014, twenty European projects carried out within the Seventh Framework Program, the researchers were focused on scientific-based education from different perspectives, nevertheless, always taking it as a part of teacher education of science subjects the projects' overview published on this website⁶. In one of the projects PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science), there were completed research studies and described activities in a mentioned articles as the author was a member in the Czech team which participated in the project, and also in a position being a project guarantor of teacher education in the Czech Republic.

In the frame projects Horizon 2020 the attention to science education is also dedicated. There exists a concern that the success in the strategy Europe 2020 could undermine the lack of scientists; thus, it is essential to support the interest of children, young people, and adults in Science and Engineering subjects, Technologies, and Mathematics called STEM (Science-Technology-Engineering-Math). To note this is not an unreasoning concern, a Figure 9 (taken from Policy Brief Science Education⁷)

⁶ https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_public_engagement/fp7-science-education-contracts-2007-2010_en.pdf

⁷ http://www.sisnetwork.eu/media/sisnet/Policy_Brief_Science_Education.pdf

demonstrates the current lack of scientists in the area of STEM in four European countries.

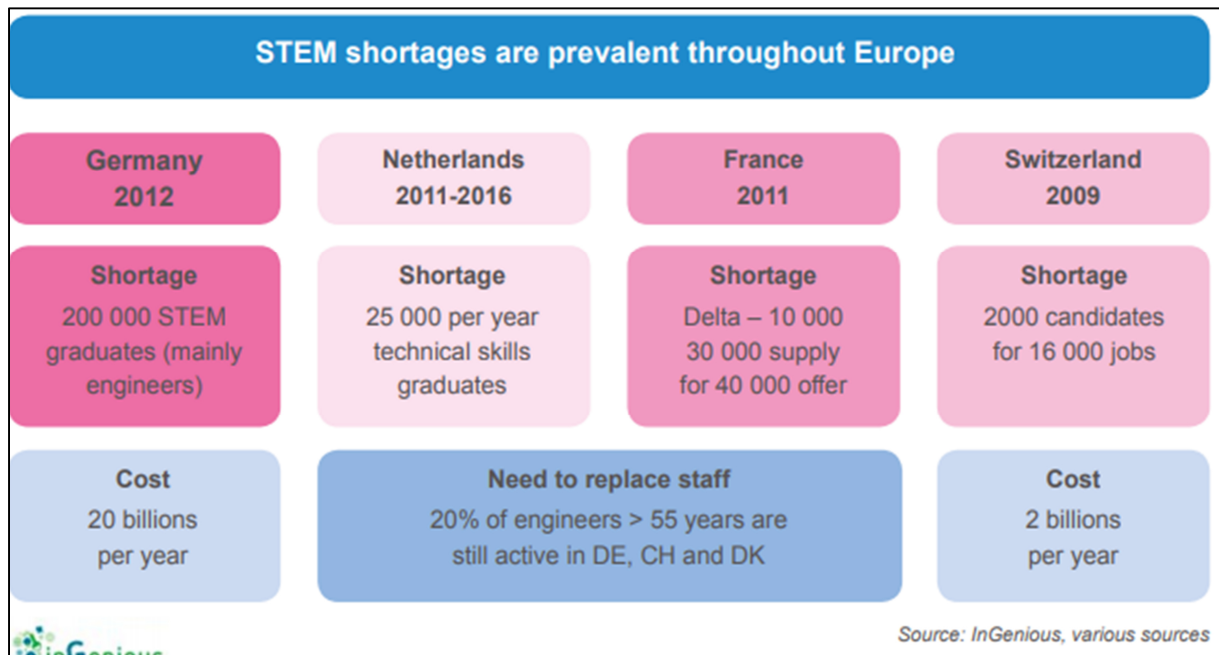


Figure 9. Lack of scientists in Europe (Policy Brief Science Education, p. 3).

For this reason, there is paid attention not only to teacher education in science subjects but also to the education of future teachers studying science subjects, which is one of the main priorities (key objectives) of the European Union (see Figure 10). As a suitable strategy for high-quality science education, inquiry-based science education is recommended to utilize.

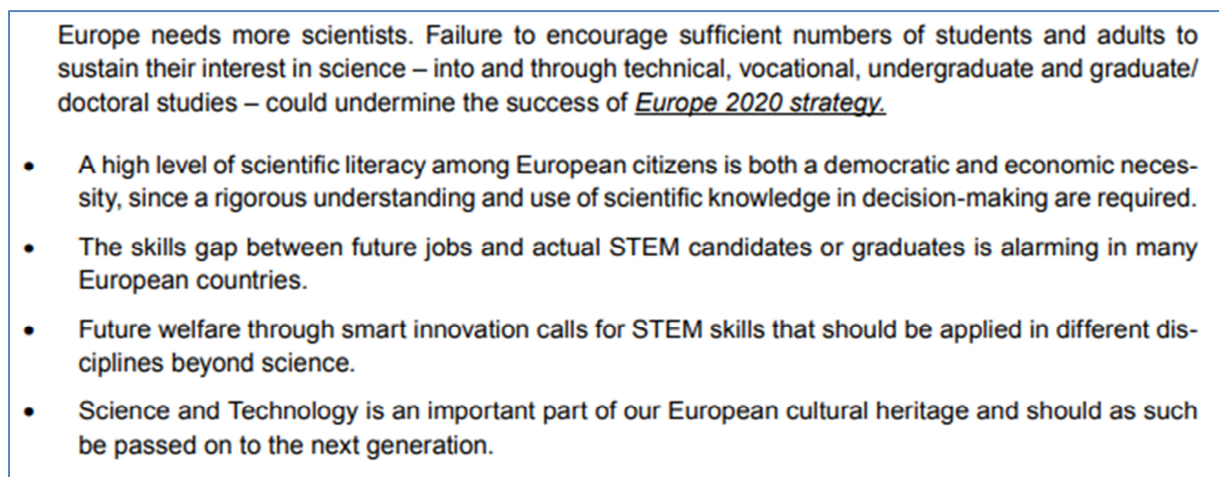


Figure 10. EU Action to promote science education (Policy Brief Science Education, p. 3).

Policy Brief Science Education (p. 5) also states „the quality of teaching, teacher induction, pre-service preparation and in-service professional development, should be enhanced to improve the depth and quality of learning outcomes“.

If inquiry-based science education is supposed to meet all affirmative requirements, it is fundamental to prepare teachers in order to be capable of enacting realistic situations aiming at reaching the needed learning outputs. Based on experience, the support provided by developing educational materials for inquiry-based education is not sufficient. Even though there are all kinds of websites with materials for inquiry-based learning (for instance, the mentioned the Seventh Framework Program created many of these websites), the materials are not used in practice as it was expected. For the initial implementation of inquiry-based science education, it is necessary to cooperate with a teacher who is experienced to lead other educators to adopt the proper procedure and to be able to solve any educational situations related to science-based education independently. In the project PROFILES, in addition to the skills model mentioned above, the applicant developed a proposal for the knowledge and skills that a teacher should have for successful implementation of inquiry-based science education into everyday teaching practice (see Figure 11).

To implement effective teacher training for IBSME it is necessary to compile a system of pedagogical professional teachers' knowledge, understandings and skills. We present the initial outputs of our DBR in the field of IBSME application:

- Knowledge and understanding of IBSME paradigms and objectives
- Knowledge and understanding of each IBSME level
- Skill to select appropriate contents (from everyday life etc.)
- Skill to transform the contents into individual IBSME levels
- Skill to motivate students (simple experimenting, projects)
- Skill to ask questions in accordance with IBSME
- Skill to conduct action research
- Skill to apply ICT in IBSME
- Skill to encourage students in communication skills in IBSME
- Skill to organize student educational activities in IBSME
- Skill to use a wide range of educational techniques (methods, forms, and aids) suitable for IBSME

Figure 11. Suggested knowledge and skills of teachers (excerpt from article text).

After the official confirmation, the suggested knowledge and skills of teachers were included in the teacher education in all participated countries of the project PROFILES (21 countries) as well as with the modified model of skills development associated with inquiry-based education. Described in the article, is one of the suggested skills on how to select a proper topic for inquiry-based science education, and also the recommended process based on research findings.

It is possible to summarize, our experience with teacher preparation in terms of creating the model and also in focus on the necessary knowledge and skills of teachers for inquiry-based science education, including the research finding, are respected and quoted (see Table 1).

5. Continuing Professional Development and IBSE

Teacher education is a lifelong process that considerably affects the quality of teachers. Particularly in a period of curriculum changes and significant paradigm modifications, teacher education becomes even more important. It plays an important role not only in improving the professional qualities of teachers but also in the area of values and beliefs. Teachers' conviction of the meaningfulness of changes, which they are supposed to make, is necessary for them to apply differences into teaching instruction with success. Teachers must accept the changes and identify with them as much as possible. The question is how to do this. Often this is a significant movement in the area of the teacher's concept of teaching (Pedagogical Content Knowledge, PCK).

In the case of inquiry-based teaching, this is a movement from transmissive teaching (teacher-centered education) to teaching focused on the active role of a student (learner-centered education). The dimension of this change depends on the teaching style of each teacher. In addition to innovations in the style of teaching, educational goals are changing; the student competencies are emphasized to develop and meet the new requirements, competences for the 21st century (Bybee, 2010). Therefore, in CPD focused on IBSE, teachers must not only learn the basic principles of the inquiry approach but also be able to apply them in teaching/learning. Only a theoretical background does not guarantee that teachers will utilize and develop inquiry-based education in their educational practice.

In the project PROFILES, a CPD model was created and verified in teacher education focused on IBSE. The model is possible to use in other CPDs conducting in the Czech Republic. The CPD model is aimed at the advancement of teachers through four development stages (see Figure 12), namely: the teacher as a learner, the teacher as a teacher, the teacher as a professional practitioner, and the teacher as a leader (Bolte, et al., 2012; 2014).

In particular stages, there are developed specific knowledge and skills. Teachers go through them according to their abilities. For effective inquiry-based teaching, the teacher should master the role of a reflective practitioner. Based on research experience, more extensive practice is required to master the role of leader. The teacher usually reaches this role outside the CPD. In the case of the PROFILES project, where the CPD was implementing for three years, teachers attained this position.

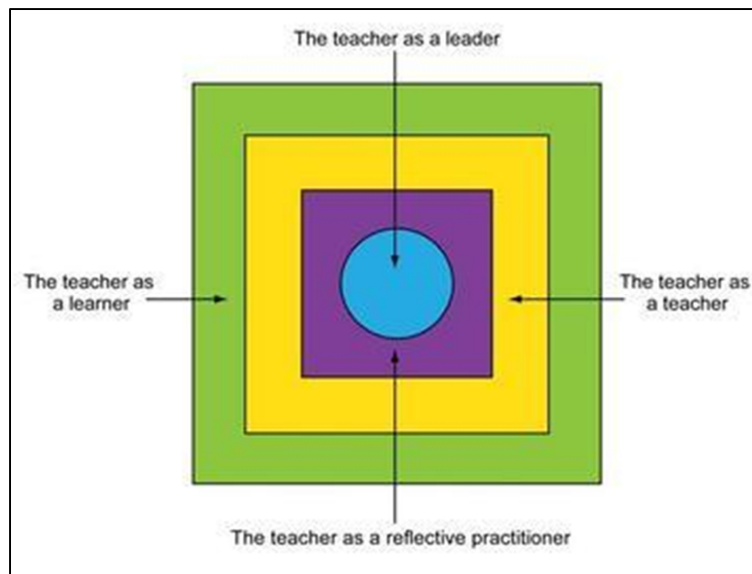


Figure 12. PROFILES CPD model (taken from Bolte, et al., 2012).

In the role of a student, the teacher becomes acquainted with the IBSE educational concept. But above all, the teacher-student experiences inquiry-based science education, guided by experienced teachers and experts. This stage is crucial for adapting teachers' approaches towards inquiry-based science education and their new beliefs creating. Most teachers have not experienced IBSE during their schooling, and experts (Vries, et al., 2014) say that the experience of this time most affects their teaching style. Therefore, the student stage is significant for a possible change in their approach to inquiry-based science education.

As a teacher, a teacher deepens the knowledge of IBSE principles and includes them in the pedagogical content knowledge. Under the guidance of an experienced lecturer, the teacher realizes the principles of IBSE in teaching. A teacher uses materials prepared by experienced teachers and professionals. Afterward, the trained teacher shares new experiences with colleagues. This sharing is essential and helps to reflect not only experience but also attitudes towards IBSE.

In the stage to be a reflective practitioner, the pedagogical content knowledge becomes more explicit, and the ability of reflection and self-reflection develops. The teacher can modify the materials according to students' needs; also, the teacher can identify and creates materials and verifies their quality. Through individual steps of this process, every trained teacher develops teaching strategies acquired in the previous stages.

A teacher, as a leader, needs to adapt skills for IBSE to complete the development of his self-sufficiency and ownership changes. Also, the teacher is able to create all necessary materials for IBSE and to share experience with other teachers; the teacher-leader reflects their application of IBSE in classroom.

The PROFILES CPD model is based on partnership. Teachers cooperate during individual meetings; however, it is advisable to create a space (network), which allows the exchange of experience and teaching materials and discussion on how to solve particular problems. Teachers provide each other with their own materials and methods. This sharing increases the professionalism of science teachers and the possibility of their self-realization in cooperation with other teachers.

For the CPD PROFILES model to work correctly, there are needed high quality materials to create specific support (scaffolding) for acquiring the necessary knowledge of participants. Such support is provided by the monograph *Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání*, which is used in the education of science teachers at PdF MU, PŘF OU, PŘF UP, and also by school teachers in practice. This literature source is a specific material for IBSE, consisting of a motivational part in the form of a motivational story (scenario), an inquiry part, and a final part in which students formulate their conclusions based on their inquiry. All participants of CPD have appreciated the use of motivational stories to support this way of teaching.

The students' interest in studying science subjects, which the inquiry-based methods had supported, was a strong motivation for teachers in the PROFILES CPD. As has been mentioned several times, one of the fundamental reasons why the inquiry approach is highly recommended for science teaching/learning is the increased motivation of students to study science subjects. Experts dealing with research in education (e.g. Rocard, 2007; Osborne, & Dillon, 2008; Papáček, 2010; Dostál, 2015; Nezvalová, 2008, Nezvalová, Bílek, & Hrbáčková, 2010; Bolte, Streller, & Hofstein, 2013) have reported the effect of IBSE, and also school teachers have confirmed the same findings in many international projects (for example, Establish, Fibonacci, Profiles and others). Nevertheless, this motivation does not occur automatically, and it exposes only in inquiry instruction based on principles that have been verified in researches and practice as useful.

One of the problems is how to verify the effectiveness of students' motivation. Learning outcomes, general or discipline knowledge, and skills are assessed ("measured"), the students' motivation in IBSE is rarely and only marginally investigated. It may happen due to a missing suitable research tool. Several approaches and studies focus on students' motivation and how to assess it, but not all of them are reliable and valid for research of IBSE motivation. In the proposal of research design to verify the IBSE motivational effect realized by inquiry (PROFILES) modules, an analysis of various research studies carried out (Bolte, Streller & Hofstein, 2013), and research design was based on the most suitable instrument called the Motivational Learning Environment (hereinafter MoLE). This tool aimed at the investigation of the impact of the "inquiry

type" learning environment (created using "inquiry modules") on students' motivation to learn science subjects.

MoLE is an instrument that is easy to manage and not time-consuming (Bolte, 2006). In various studies, there has been confirmed the suitability of the MoLE instrument to assess the impact and success of IBSE on students' development. It is focused on the following aspects which help to maintain a motivational learning environment in science lessons (see Figure 13)

- satisfaction,
- comprehensibility/requirements,
- subject orientation,
- the relevance of the topics,
- students' opportunities to participate,
- class cooperation and
- individual student's willingness to participate.

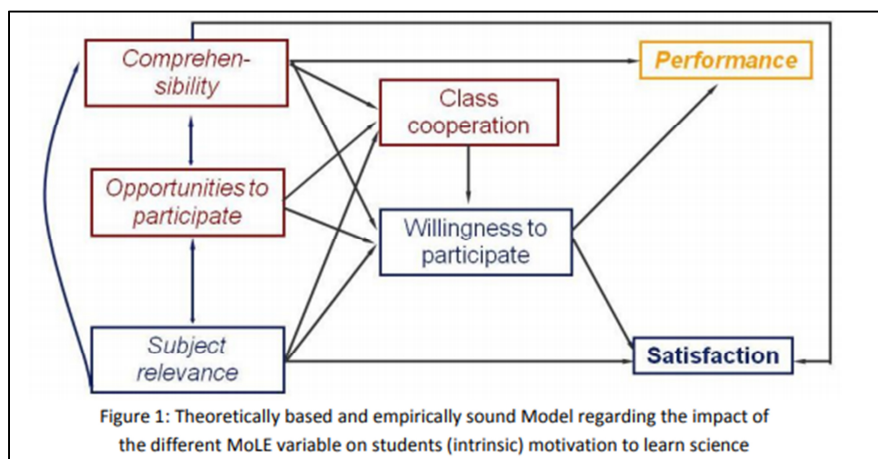


Figure 1: Theoretically based and empirically sound Model regarding the impact of the different MoLE variable on students (intrinsic) motivation to learn science

Figure 13. MoLE model (taken from Bolte, et al., 2012).

With the use of the motivation aspects evaluation, it is possible to determine if students are satisfied with the teaching methods in science subject lessons. According to research results (Bolte, 2006), satisfied students are also highly motivated to study.

To measure the motivational effect of inquiry-based science education in modules was distributed a questionnaire for each country in the project PROFILES. There were more than 20 000 involved students. The final results of the research confirmed the motivation effect of based-inquiry science education⁸. Also, based on the research findings, experts from more than 20 counties recommended as a MoLE instrument relevant tool to verify students' motivation.

⁸ The overall MoLE results are part of the final report of the PROFILES project.

According to experts (e.g. Osborne, & Dillon, 2008; Dostál, 2015), the motivation in inquiry-based science education is associated with the educational content that indicates the problems of everyday life. The applicant presents as an example that Czech students started seeing science subjects as significant due to their experience with inquiry-based science education. The choice of the MoLE instrument as a tool is related to the fact that Czech science teachers engaged in CPD, focusing on BOV in the PROFILES, have complained about the lack of interest of students. Czech students often ask such questions, "What's in this for me?" or "Yeah, but what am I gonna use this for?". These questions remind us that students need to know the relevance of the curriculum. The research consisted of two parts - the first part was organized before the implementation of the modules (based on IBSE) into instruction, the second part carried out after the implementation of modules (IBSE). The students were expressing their opinion and ideas on the style of science subject teaching, and they also gave their opinions on what to do to make science subjects more interesting. As the results of the MoLE questionnaire (Table 2), Czech students are sceptical about the science curriculum. Even though they find the curriculum useless for their lives, they still appreciate the importance of science for society.

All the mentioned findings have been confirmed by other studies conducted in the Czech Republic (MEYSCR, 2008; MEYSCR, 2010). Science educators need to consider the verified facts in the innovative process in terms of teaching/learning methods. It is necessary to give more attention to the issue (choice of suitable curriculum for IBSE in the CPD of Czech science teachers. What school teachers and other adults accept as relevant content; it does not have to be seen as relevant by young people. Teachers involved in the CPD project PROFILES studied and practiced how to create modules (lessons) based on topics that students consider essential and exciting.

As one of the motivational components, the model of scenario (a motivational story) is implemented in the modules. The application of narrativity is not an often method in science education in the Czech Republic. First, teachers studied in CPD how to implement the scenario in instructions. Second, they learned how to create their scenarios for their teaching. In a commented article *Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE*, there are explained the research findings and experience with motivation through scenarios. Also, the effectiveness of the scenario proved design-based research. Based on the experience and research results, the use of (motivational) stories to stimulate students' interest is highly recommended for both inquiry-based science education and for science teaching in general.

Table 2. Czech students' opinions on science lessons.

REÁLNÁ (skutečná) hodina (počet žáků = 600)								
Otázka		Stupnice a procenta odpovědí						
1	To, co probíráme v předmětu, se mi zdá pro můj každodenní život.	Extrémně důležité	Velmi důležité	Důležité	Celkem důležité	Málo důležité	Velmi málo důležité	Vůbec není důležité
		1	6	18	33	29	10	3
2	Význam toho, co probíráme v předmětu, se mi zdá pro společnost:	Extrémně důležité	Velmi důležité	Důležité	Celkem důležité	Málo důležité	Velmi málo důležité	Vůbec není důležité
		5	15	25	30	20	4	1
IDEÁLNÍ hodina (počet žáků = 600)								
Otázka		Stupnice a procenta odpovědí						
1	V předmětu jsou témata, která by mohla být pro můj každodenní život:	Extrémně důležitá	Velmi důležitá	Důležitá	Celkem důležitá	Málo důležitá	Velmi málo důležitá	Vůbec není důležitá
		6	17	33	22	14	6	2
2	V předmětu jsou témata, která by mohla být pro společnost:	Extrémně důležitá	Velmi důležitá	Důležitá	Celkem důležitá	Málo důležitá	Velmi málo důležitá	Vůbec není důležitá
		12	15	35	26	9	2	1

6. Continuing Professional Development and Curriculum

The relationship between curriculum and teacher education can be reflected from different perspectives. The first possible perspective is the knowledge of the content of education, in a narrow content, the curriculum is understood being the content program of school education ((Walterová, 1994). The knowledge of the educational content is considered the general quality of a teacher. In a broader sense, the definition of curriculum includes "a complex of problems related to solution directed to questions why, who, in what, how, when, under what circumstances and with what expected educational effects" (Walterová, 1994, p. 13). In this concept, the curriculum appears to be an integral part of teacher education. According to final findings of the author of habilitation (see the commented article), the opinions of other experts (Bybee, & Fuchs, 2006; Nezvalová, Bílek, & Hrbáčková, 2010) and teachers' opinions (and other stakeholders) have a significant influence on the successful implementation of the curriculum, especially in the case of curriculum reforms. The superficial knowledge of curriculum content seems inadequate, even though it is necessary, and on its basis, there are created new links with the curriculum and curriculum reforms.

The significance of teachers' attitudes is possible to demonstrate in long-termed research studies conducted in the Czech Republic, which started after the implementation of curriculum reform to the Framework Educational Program and then resulting in the new School Educational Program. The major research carried out in the school year 2004/2005 as a part of the auto-evaluating activity of the project Kalibro. The number of 5782 teachers answered the questionnaire. The teachers' attitudes towards the curriculum reform are recorded in the graph (see Figure 14). Most of them (over 90%) said they had "studied" the Framework Educational Program, but about half of them agreed with the project. Only about 40% of the teachers said they had expected to change their teaching methods and practices under the Framework Educational Program (Straková, 2007).

Teachers' expectations associated with curriculum changes were similar (see Figure 15). Even among curriculum reform fans, the number of teachers who expected a significant change in the curriculum did not exceed 50%. The situation was more optimistic in anticipation of changes in teaching methods, where the number of supporters and opponents in favor of change was 10% higher.

These findings are very disquieting, because teachers are the implementers of changes and they should accept them, otherwise the curricular reform is not eligible for success.

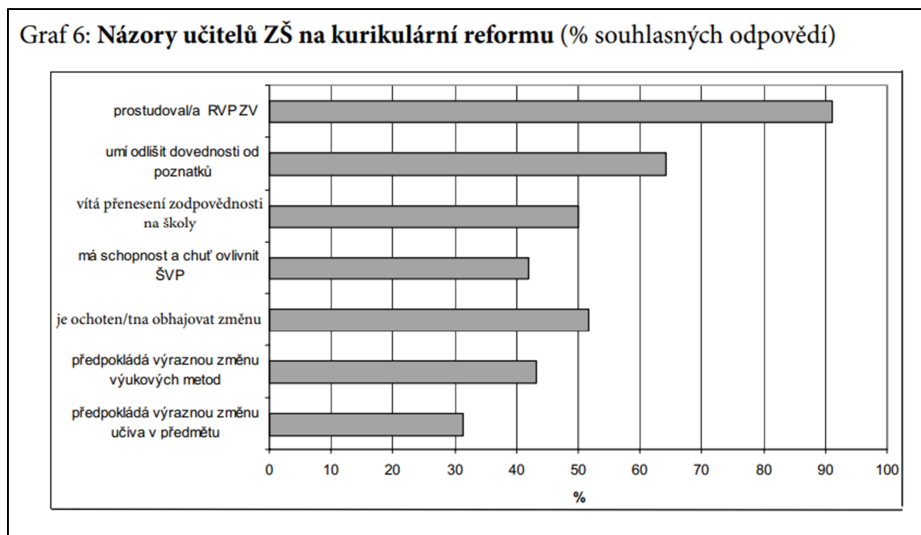


Figure 14. The teacher relationship to curricular reform (taken from Straková, 2007, p. 28).⁹

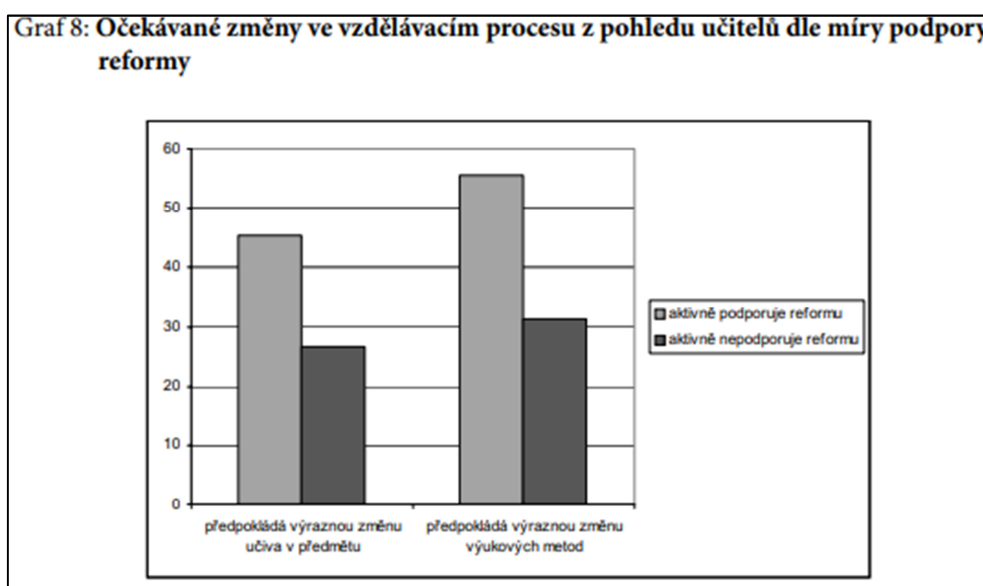


Figure 15. Teachers' views on changes in curriculum and teaching methods (taken from Straková, 2007, p. 29).¹⁰

The goal of the Curricular DELPHI study was to identify the opinions of teachers and other participants of the educational process on Science education (for example, students, researchers, didactic experts focused on Science subjects, future teachers, politicians, and parents) on science subjects. In the commented articles, there are presented some of the findings. The research conclusions were supposed to be used as the primary material to create the curriculum, which would be suitable for everybody and reflect the actual needs of the society. The Curricular DELPHI study was conducted in 21 countries involved in the project PROFILES, and all the theoretical basis were standard for all the countries (Bolte, 2008). The participants expressed themselves in two levels -

⁹https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/files/2014/01/P_2007_1_03_Kurikul%3%a1rn%3%ad_21_36.pdf

¹⁰https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/files/2014/01/P_2007_1_03_Kurikul%3%a1rn%3%ad_21_36.pdf

the reality and wish; thus, the study also clearly presented the own attitudes of participants. In the final phase of the Curricular DELPHI study, there were made three proposals for possible science curriculums, which are briefly characterized as follows:

Variant A - Awareness of current science in a cultural, social, and vocational context, in both academic and non-academic environment refers to an engagement in science, enhancing personality-development and basic skills.

Variant B - Education in interdisciplinary sciences refers to the engagement of scientists and their terminology, methods, basic concepts, relations, findings and views, which enhances individual intellectual development.

Variant C - General science and the support of students' interest in biology, sociology, and anthropology refers to a scientific engagement with cultural and habitational issues that promotes students' interests, enhancing social development and schooling. Presenting topics from the natural and technological realms display how research, scientific application, and phenomena influence our lives.

It was interesting to examine in which way teachers expressed the reality in schools in terms of the school education goals focused on the transmission of a large amount of information with the use of traditional educational methods. The research findings pointed out that teachers preferred connecting the lessons with everyday life and preparing better their students for the future. In general, the teachers' expectations and school reality differed from their ideas on how science subjects should be taught at schools. Therefore, it can be presumed that teachers would welcome changes in the curriculum, and also that the curriculum developed in this research teacher would accept better than the curriculum reform according to the Framework Educational System. However, it is necessary to take into account the continuity of the educational system, which the Curricular DELPHI study had demonstrated in the survey. If there is an effort to make a new curriculum, it is essential to respect the continuity of the educational system based and a long-time tradition, and it is not easy to change the setup way of education without the agreement of most stakeholders.

In line with the findings mentioned above, the curriculum is crucial for teacher education. Also, it was observed that teachers did not accept changes that they had been instructed to follow (Bybee, & Fuchs, 2006; Nezvalová, Bílek, & Hrbáčková, 2010). In the context of inquiry-based science education, it has emerged that teachers should be trained in CPD not only the way to implement inquiry-based science education but also to understand why and change their negative approach. Changing the traditional approach into a new one may bring concerns, which may lead to rejection. Teachers need to be convinced about the meaningfulness of changes. Radical changes that participants of the

educational process do not expect and prepare for them, especially if they disagree with them, are doomed to failure.

The relationship between the curriculum and teacher education has been discussing in the Czech Republic and also abroad. The author Bybee (2010) recommends that professional development is an integral part of curriculum reform in science subjects. He says that professional development experiences should not be implemented as individual "projects" with topics that may be interesting but separated from the basic principles of inquiry-based teaching. His clear opinion on relationship between professional development and curriculum is expressed in the Figure 16 (Bybee, 2013, s. 58).

Professional Development and the Curriculum
One area of support—teacher professional development and its critical link to curriculum—seems essential. Researchers and practitioners have identified two important ways in which new curriculum and professional development are symbiotic. First, for teachers to use new curricula well, especially those materials that incorporate new content and teaching requirements, they need opportunities to learn new knowledge, skills, and approaches to instruction. Professional development is required for new curricula to be used well and with fidelity.

Figure 16. Relationship between professional development and curriculum (taken from Bybee, 2013, p. 58).

The importance of professional development is evident also from the National Science Education Standards (NCR, 1996) where states:

- Professional development for teachers of science requires learning essential science content through the perspectives and methods of inquiry (p. 59).
- Professional development for teachers of science requires integrating knowledge of science, learning, pedagogy, and students; it also requires teachers to apply that knowledge to science teaching (p. 62).
- Professional development for teachers of science requires building understanding and ability for lifelong learning (p. 68).
- Professional development programs for teachers of science must be coherent and integrated (p. 70).

In the book *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*, there are described 15 strategies (Loucks-Horgley, et al., 2003) that support teachers to learn. Three of them are associated with the curriculum. One of these strategies, curriculum development, supports teachers in situations when curriculum materials do not exist, teachers do not have the relevant knowledge, are short of time, and sources to create their own. Another strategy, the use of replacement units, encourages teachers to use an innovative way in their teaching or to involve new

content into their curriculum. Teachers are recommended to try a series of lessons and then share their experiences with other teachers. This strategy is extremely beneficial if there is not a related curriculum material, and if a foray into a new approach to teaching and learning does not exist or when materials are ordered and included one at the time for financial reasons. The third strategy, curriculum implementation, is most applicable when discussing the use of a full set of curriculum materials such as a combined scientific program.

Following Czech and foreign experts, the applicant points out that the curriculum is an integral part of teacher education; thus, also educators' attention in CPD should be given to this topic.

7. Teachers' and students' readiness on IBSE

Inquiry-based science education is associated with active students' engagement in lessons. However, during analysing of sources focused on this form of learning, readers may conclude that the primary attention is devoted to the concept of inquiry-based science education, and less attention is paid to students' readiness on the changes in teaching style. If students have not experienced inquiry-based science education, they may not accept it positively (Kires, et al., 2016). Experts and researchers unconsciously neglect one peak of a didactic triangle, and it is a student, and also his or her learning style and development (for example, professional knowledge, skills, competencies, strategies in subject learning and thinking). This can lead to failure in the implementation of inquiry-based science education in practice (see Figure 17).

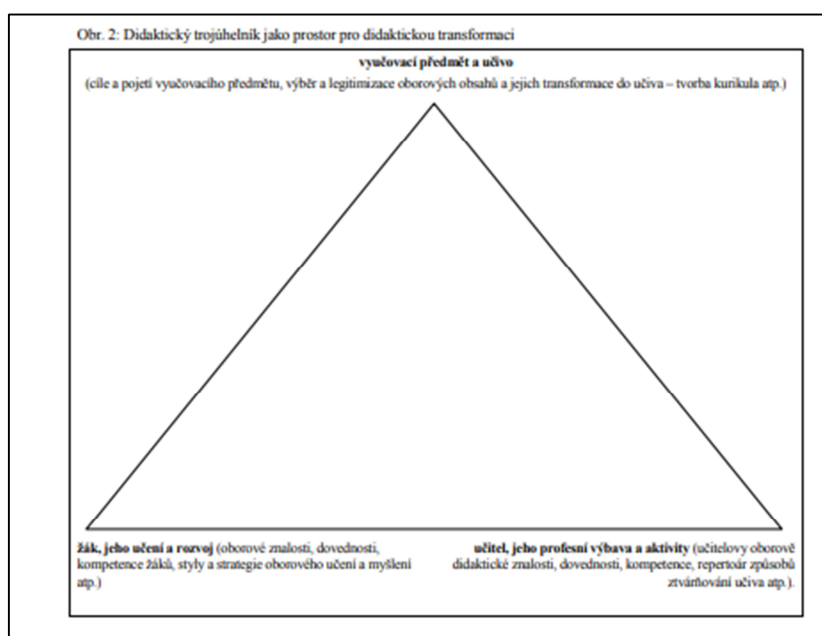


Figure 17. Didactic triangle (taken from Janík, 2010, p. 8¹¹).

It is necessary to reflect that inquiry-based science education changes the usual activities of students. The typical example is experimenting. In contrast to passive approaches in which students work according to precise guidance and often do not know what they do and why, they are supposed to work independently in research, design, expect, think critically, and make conclusions. Immediate changes for teachers are not possible; however, they need to be motivated and equipped with the necessary knowledge and skills; the same approach is recommended to students. Therefore,

¹¹ Janík, T. (2010). *Didaktika obecná a oborová*. Retrieved from: http://www.akreditacnikomise.cz/attachments/article/279/didaktika_obecna_a_oborova_Janik.pdf

teacher education is supposed to include students' knowledge and skills in this educational form, and not only in the Framework Educational Program or the School Educational Program. Also, teachers should know students' actual knowledge and skills in a class. It is essential to address the right skills needed for inquiry-based science education.

The emphasis on inquiry-based skills has been a trend in developed countries over the world since the end of the 20th century (Patterson, & Bell, 2001). It has been related to changes in society resulting in new requirements for outputs in education, which triggered reforms in the educational system. In the Czech Republic, as a response to new trends in school was presented a curriculum reform and implementation of the two-level curriculum. The Framework Educational Program includes an educational area entitled Humans and Nature, which points out that teaching science subjects is practical, and inquiry-based science education provides students with the tools and methods for a deeper understanding of natural phenomena and natural laws. All other requirements described in the educational area Humans and nature correspond to the inquiry-based approach (see Figure 18 - excerpt from the Framework Educational Program).

Vzdělávací obory vzdělávací oblasti Člověk a příroda, jimiž jsou **Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis**, svým činnostním a badatelským charakterem výuky umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Zvláště významné je to, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se tak učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy, využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.

Figure 18. Skills aimed at IBSE in FEP (p.62).¹²

Unfortunately, experience from the curriculum reform and research findings focused on the impact of the curriculum reform demonstrated the constancy of the school system, including science subjects teaching. There was registered an extreme resistance against any changes in the educational goals or content (Pířová, Kostková, & Janík, 2011). In response to the low success of the curriculum reform goals in science education in the Czech Republic (Čtrnáctová, 2008), a team of biology, geography, and chemistry experts was established as a part of a grant project *Pupils' skills in biology, geography, and chemistry: research on intended, realized and acquired curriculum in the curricular reform implementation phase* (supported by the Grant Agency of the Czech Republic (P407/10/0514). This team was supposed to verify the students' skills related to the implementation of inquiry-based science education to school settings. The positive

¹² http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2017.pdf

contribution and also the necessity of this survey confirmed research findings from studies focused on the school readiness, opinions of teachers and principals on the development of the School Educational Program, and school reform acceptance, which had already been addressed by Janík and Knecht (Knecht, & Janík, et al., 2008). The theoretical support for interdisciplinary connections of didactic experts is explained in the publication Transdisciplinary didactics (Slavík, et al., 2017; Figure 19):

Oborové didaktiky jsou badatelsky i metodicky soustředěny na obsah svých předmětných oborů, a proto jednotlivě samy o **sobě nemají možnost zkoumat a rozvíjet své společné didaktické východisko**. Z toho důvodu autoři této knihy považují za potřebné pojímat a zakotvovat didaktiku trans-disciplinárně – jako *transdidaktiku*. **Transdidaktika** si klade za cíl **překonávat odbornou izolaci oborových didaktik** uvnitř jejich předmětných i dalších souvisejících oborů a

Figure 19. Support to interdisciplinarity (taken from Slavík, et al., 2017, p. 6).

As the name of the project refers, the main focus of the didactic experts was on the skills in teaching Biology, Geography, and Chemistry. For a clear understanding of the key concepts, the very term "a skill" and "a skills classification" has already been defined to help to understand the key objectives (chapter no. 2). A valuable contribution to this stage was the monograph Development of students' skills in chemistry instruction (Trnová, 2012). For all subjects, the same principles and classification of required skills were determined, such as an objective way of understanding in problem-solving situations reflecting the preferred inquiry-based approach in science results and developing conclusions. In all three subjects in each age category, the required skills were structured into the main skill areas: ask questions related to science topics, gain information from various sources (for example, texts, maps, charts, graphs, scheme, and picture), organize information, evaluate the results and form the conclusion, organize information, evaluate research findings and form conclusions.

In the next phase of the research, three different questionnaires were created (for each subject separately) for teachers at primary and secondary schools, multi-year and 4-year grammar schools, and teachers at universities about the selection of exceptional skills. The analysis of their answers was one of the first bases for the correction of the early versions of skills proposal. Also, it resulted in evidence of imbalance in opinions among teachers at different educational levels, which was proved in the next research parts focused on teachers' views.

In the third research phase, a close study of selected inquiry-based skills carried out in the case of students from the age of 10 to 11 attending primary schools and for individual subjects at the age of 14 to 15 and 17 to 18 at secondary schools, multi-year and 4-year grammar schools and vocational schools. The total number of participated students was 2919 (1005 Biology, 1223 Geography, 648 Chemistry). At the same time,

these students were asked to complete a questionnaire considering their opinions on the test items in comprehension, difficulties, frequency of inquiry-based activities, attitudes, and motivation to see the students' achievements in the broader context. Teachers also filled out a questionnaire to estimate the success of their students in individual tasks, comment on the adequacy of the tasks, importance of tested skills, frequency, and placing them into practice. Surprisingly, the students' self-evaluation was more optimistic than their teachers' estimate. Also, the teachers' ratings did not correspond to the real students' achievements, which means that the teachers did not have a good idea about their students' skills. Taking into account the low number of respondents - teachers (28, Bi, 28 CH, 35 Ge), it is not possible to generalize the final results. Nevertheless, this finding is still alarming enough, and it should be studied in detail.

The students' self-evaluation corresponded with their real success in solving tasks in individual tasks, which reveals that students can estimate their skills better than their teachers. In questionnaires, there were also addressed individual general activities in Biology, Geography, and Chemistry lessons. The results varied in examined subjects; however, the students and teachers considered most of the activities as poorly practiced. As all the activities were associated with inquiry-based science education, it seems that the current curriculum does not coincide with the intended curriculum, where the main priority should be the inquiry-based approach.

Despite the restraint in concluding, it is suggested to pay more attention to this issue in teacher education. Experience from abroad supports this recommendation. The final results in qualitative studies of (Friese, 2014) confirm the assumption that analyzing students' work and their school achievements have a positive on teachers' work and students' learning. Lipowsky and Rzejak (2015) recommend providing feedback as a practical component of professional development programs aimed at teachers, and the reaction can be the students' school achievements.

From the perspective of further teacher education, the research findings introduced in the monography mentioned above can contribute to the improvement of the quality of both teachers' and students' achievements in the educational process. The monograph was positively commented by Knecht (2015), who as a naturalist, is interested in this issue (see Figure 20).

ŘEZNÍČKOVÁ, D., CÍDLOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCTOVÁ, H., ČUDOVÁ, R., HANUS, M., 183
..., & TRNOVÁ, E.

Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie

Praha: Nakladatelství P3K, 2013, 288 s.

Zdá se, že po období oborovědidaktického temna začíná svítat. Uvedená věta poměrně zdařile vyjadřuje nejen aktuální situaci v oborových didaktikách, které v Česku na přelomu 20. a 21. století zaznamenaly badatelský i institucionální útlum, ale příležitostně charakterizuje také publikaci *Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie*, jež je bezesporu pozoruhodným badatelským dílem. Početný kolektiv oborových didaktiků biologie, geografie a chemie pod vedením D. Řezníčkové dal dohromady publikaci, která svým širokým mezioborovým záběrem i metodologickým uchopením patrně zůstane na poli oborových didaktik dlouho nepřekonána.

Figure 20. Excerpt from monograph review.¹³

¹³ Recenze in Orbis Scholae, 2015, 9 (1) 183 -189.

8. Continuing Professional Development and Connectivism

The Ministry of Education, Youth, and Sport of the Czech Republic (in Czech MŠMT) released a report about education in the country named *Mimořádné šetření ke stavu zajištění výuky učiteli v MŠ, ZŠ, SŠ a VOŠ* (2019). Based on this review, the average age of teachers is 47,2, almost 60% of them are over the age of 45 and only 9% younger than 30 years of age (in more detail see Figure 21).

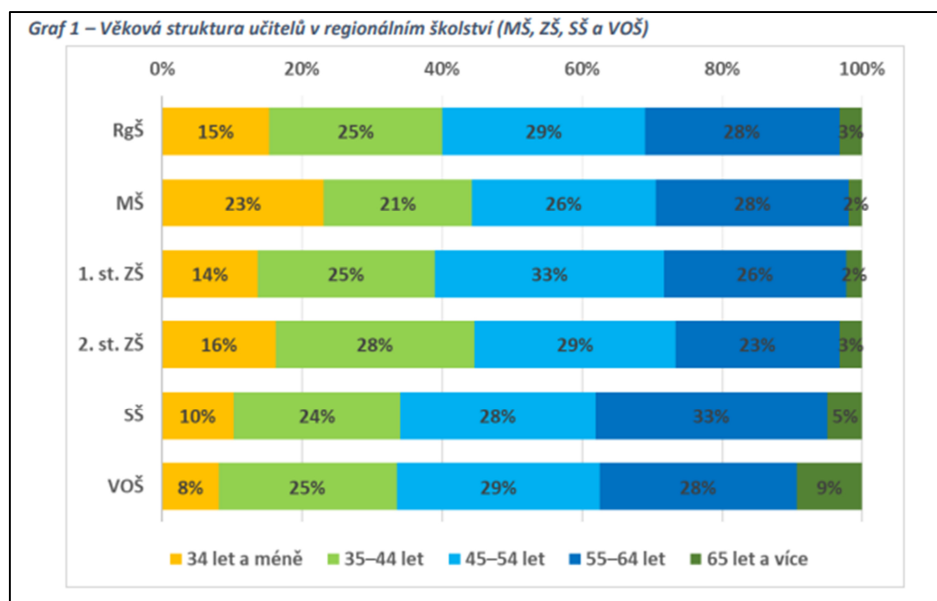


Figure 21. Graph of the age of Czech teachers (taken from MŠMT Report, 2019).

The situation is even more dramatic in the case of science teachers of upper secondary schools (see Figure 22) and the situation at elementary schools is similar.

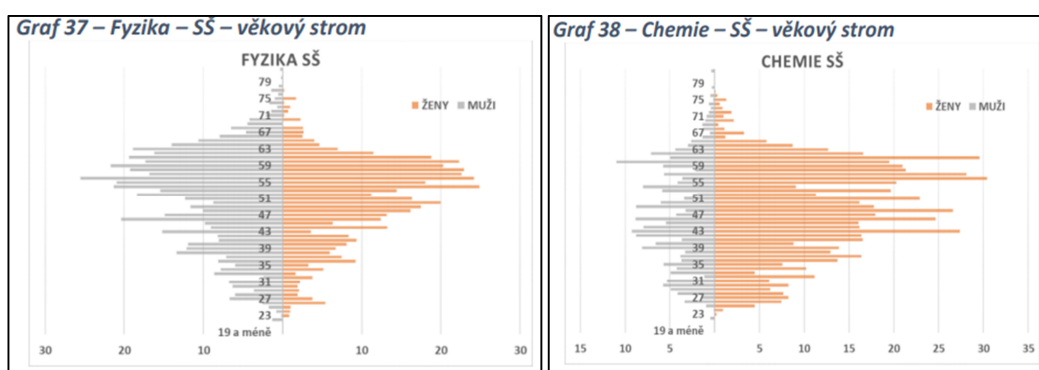


Figure 22. Graph of the age of Czech science teachers (taken from MŠMT Report).

Regarding the fact what the age structure of teachers in the Czech Republic is, the issue of information and communication technologies (ICT) associated with teacher continuing professional education might seem justified. However, based on the research findings in the project TALIS (OECD, 2019), teachers consider that they have been enough educated in this area. However, the ICT development has changed not only the

way of teaching, but also the learning of both students and teachers. In the CPD courses organized by the applicant, there was paid particular attention to the significant role of ICT in the educational system (e.g. SYSTEM, EUSTED, PROFILES, EDUCOLAND, EDUFORUM).

Educational experts admit the enormous impact of ICT in the field of education. E-learning is a standard part of teaching, and the close connection between full-time and combined study in the course of CPD is usual and often used in practice. Also, the Internet is considered being an essential tool in teacher education; for example, experience with the CPD applied in different projects where the main goal was to make a website. As mentioned in the projects of the Seventh Framework Program, the final websites were made to help and support teachers who participated in CPD and also as an inspiration for other teachers or people interested in this topic.

The development of ICT in the 21st century changed the way of teaching and also learning. It broadened other possibilities of informal and formal teaching out of formal education. In this context, experts are talking about a new learning theory called connectivism, which reflects the social networking applied to a learning process. The authors Siemens and Tittenberger (2009, p.11) state: *"Connectivism is the view that knowledge and cognition are distributed across networks of people and technology and learning is the process of connecting, growing, and navigating those networks."* Connectivism does not only concern ICT and education, but overhangs to other areas (see Figure 23).

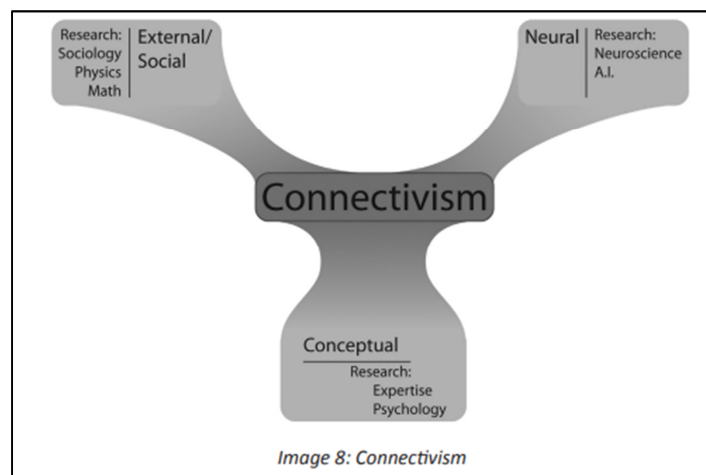


Figure 23. Different dimension of connectivism (taken from z Siemens & Tittenberger, 2009, p. 14).

Stephen Downed and George Siemens are known as founders of connectivism. To identify the connectivist process, Downes uses his experience gained from net-shape forming. "Learning" is seen as a networking process, which leads to its perceiving in three levels:

- 1) Neural level - it is seen as the formation of neural connections in the process of learning as an analogy to net-shape forming
- 2) Conceptual level - it is a network of knowledge in the field of education. The fundamental terms essential for the understanding of this concept create the knowledge base through the networking process.
- 3) External level - there exist networks formed through Information and communication (social networking sites, blogs, wiki). These external networks increase the ability of single individuals to connect with others, with experts, and to find a required content (Siemens, Tittenberger, 2009, s. 12).

Siemens (2005 and Downes (2012) offer another definition representing the connectivist approach to education. They compare the learning process, the formation of new neural interconnections, and the subsequent emergence of synapses to a network system (see Figure 24) where are formed four connectivist connections:

Hebbian association - connections between the neurons sharing the same form; in case of social networks, "the same form" means a common interest of people; this type predominates in the case of CPD.

Contiguity - Contiguity - neurons close to each other are connected; on social networks, it is a combination based on circumstances - school, job (for example, school websites); this type of mutual connection works at the beginning of CPD when participants meet randomly.

Back Propagation - a signal transmitted by one neuron induces a reverse response; in the case of social websites, it is a discussion or controversy (for example, comments on Facebook posts); this connection is frequent in on-line courses of CPD.

Boltzmann rules - a network of neurons trying to reach the lowest level of kinetic energy; by analogy, a social group strives to maintain their natural stability; in CPD, for example, an alliance of active participants.

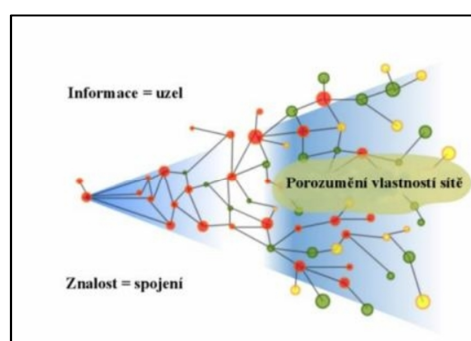


Figure 24. Connectivist net (Brdička, 2008).¹⁴

¹⁴ <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/10357/>

A relatively new online form of education, which has great potential in further teacher education, is a specific type of online course called Massive Open Online Course (MOOC). Two types of MOOC may be distinguished. The type cMOOC is based on the connectivist approach, and it is focused mainly on the networking of individuals, for example, a student-student interaction. The type xMOOC is less connectivist and more instructive. Also, it has a more traditional structure and involves interaction - a student - teaching content interaction. The main goal of characterized xMOOC is to teach students specific knowledge, while cMOOC is aimed at groups of people learning together to build collaborative skills. According to Brdička, the correct MOOC contains a form of learner-oriented online interactivity. Brdička also claims that the central goal of MOOC is to interconnect the educational environment of all participants where they can share their ideas and inspire each other (Brdička 2012). In this way, the interest in acquiring new knowledge is supported and strengthened, thus, also in the area of teacher education.

The concept of so-called Personal Learning Network (PLN) is possible to use for further teacher education. Each individual can build his or her own learning network, based on which he or she is assessed (Brdička, 2008). It is a network consisting of people with whom a learner shares knowledge, experience, and skills, and he or she can get new information, and in return, provide them with his or her own insights. Based on the long-term experience of the author, these networks are beneficial in CPD. In the commented articles, there are presented research findings with a positive impact on the connectivist approach to CPD and professional teacher development.

The practical impact of connectivism on some educational strategies is considered being effective. Following experts (Brdička, 2004), the author of this thesis verified the connection of connectivism with the principles of inquiry-based science education (IBSE). Furthermore, due to the basic concept of connectivism, it is possible to use connectivism in other methods to encourage independent students' activities at schools, especially heuristic methods or problem-based learning.

Connectivism, with its terminology and its principles, does not correspond to other theories of teaching. Also, there are many not only supporters but also critics (Dron, & Anderson, 2014). The concept of connectivism is relatively innovated and academically new; the critical opinions are aimed at the recognition of connectivism as a valid learning theory. However, the main aim of supporters of connectivism is not to replace the previous theories; they want to give new validity and effectiveness to old educational ideas under modern technologies on social networks (Brdička, 2008). In terms of competences for the 21st century and other preferred educational goals, in today's world full of challenges related to information technology, many connectivist ideas seem minimally worthy of thought.

Our experience and knowledge of the contribution of connectivism to teacher education is presented in commented publications.

9. Continuing Professional Development and Creativity

Since the end of the 20th-century, creativity has been discussing not only by teachers but also in the whole society (Craft, 1999). The reason is that creativity is considered being a fundamental component for scientific and technological development, and therefore, it is one of the critical sources of the development of society (Robinson, 2001). Because of the importance of creativity, human society legitimately expects people to be educated and also creative. Based on this view, most of the educational systems have been promoting creativity as a relevant competence for the 21st century.

The theoretical basis of creativity is presented in commented articles, and also in the sources listed there. Regarding the issues presented in this habilitation thesis (CPD and IBSE), it is essential to take account of the experts' opinions on the development of teachers' and students' creativity and to compare them to our conclusions. In terms of education, the relationship between teacher creativity and student creativity is essential.

According to Robinson (2006), only creative teachers can develop the creativity of their students. However, the research findings from Czech schools (Laznibatova, 2012) point out that teachers prefer intelligent students with a lower level of creativity to extremely creative students. Also, research studies confirm school grades depend on the intelligence of students and not so much on their ability of creative thinking. It has been proven that creativity does not affect required school performance positively, and it even seems that creativity more likely reduces it (Carrol, & Howienson, 1991). Sternberg and Williams (1996) say that we can observe creativity in young children, but it is harder to see it in older children or adults because the society in which they live has already restrained their creative potential, the intellectual conformity is in generally more supported. Children's natural creativity is eliminated when children start using different procedures than their standard ones (Trnova, 2015).

Robinson (2006) says there exists a contradiction between the real situation at schools and what is generally declare about the development of creativity. The essential question is how to deal with the current situation or what could be done to change it. As researchers confirm (e.g. Esquivel, 1995), teacher behavior significantly affects the development of student creativity; therefore, it is essential to pay attention to teacher education and support the creative development of teachers and also students. The applicant's article called *Hands-on Experiments and Creativity* (Trnova, 2015) presents a scheme of creative pedagogy (Lin, 2011), which shows three critical areas that are

important to include in teacher education and also to respect them in the process of education (see Figure 25). These are the personality of a teacher (creative teaching), a teaching process (teaching for creativity), and creating a proper environment for student's creativity (creative learning).

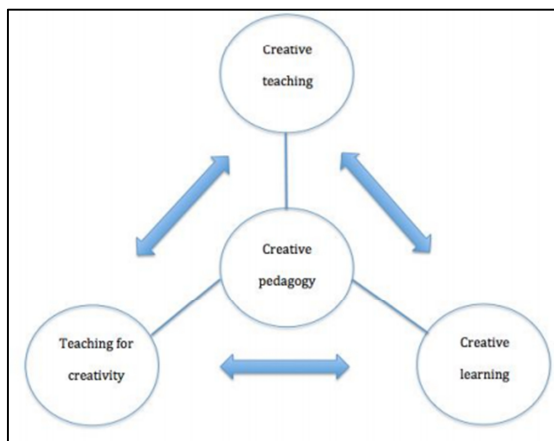


Figure 25. Creativity in Educational Process (taken from Lin, 2011, p.152).

As shown in the scheme *Creative pedagogy*, these three areas are interconnected. "Teaching for creativity" means the processes related to providing creative and innovative educational strategies that stimulate the development of learners' creativity. "Creative learning" requires to create an environment supporting learners' creative behavior. "Creative teaching" is connected with the creativity of the teacher, who creates conditions for creative learning with the use of creative approaches. A creative teacher applies creative methods, and also, the teacher is an example for students, which is the primary presupposition that students' creativity will be supported and developed.

In teacher education, it is necessary to respect the scheme of creative pedagogy, explain it to a teacher, and teach them in which way they can apply it in their teaching. Creative teachers can perform their creativity by creating unique educational tools, practicing creative educational techniques. However, it does not mean that a creative teacher automatically creates a suitable environment for developing students' creativity. To some extent, each person is creative; thus, creativity can be developed (Robinson, 2006). So, CPD can be used to increase teacher creativity through appropriate procedures. The article *Implementation of creativity in science teacher training* describes (one of habilitation collection) the experience with the development of teachers' creativity during CPD. Our presented findings focused on the preparation of an environment contributing to the development of creativity correspond with the results of three studies conducted in Europe (1) and the USA (2) reported by Craft (2001, p. 10). These studies examined what organizational environment (climate) stimulated the creativity of participants. Craft did not give a description (characteristics) of the environment supporting the development of creativity, but she showed the feelings of the participants

in the creative environment. Also, Craft stated that in a creative atmosphere, the participants of the organization:

- feel challenged by their goals, operations and tasks
- feel able to take initiatives and to find relevant information
- feel able to interact with others
- feel that new ideas are met with support and encouragement
- feel able to put forward new ideas and views
- experience much debate within a prestige-free and open environment
- feel uncertainty is tolerated and thus risk-taking is encouraged.

The final findings of these studies are possible to implement in CPD and the school environment.

Craft's book *An analysis of research and literature on creativity in education (2001)* provides an extensive review of literature on the theme of creativity in education from different perspectives. However, she does not aim at the impact of the style of creativity in education as other researchers do. The theoretical definition explaining what the style of creativity means is presented in the article *Implementation of creativity in science teacher training*. In contrary to the level of creativity, the style of creativity is permanent.

Throughout creating the CPD design, teachers should address what style of creativity is the most preferred one for them, whether innovative (to do things new) or adaptive (to creatively modify things). It is a misunderstanding to claim that innovative style is better than adaptive or contrary. For example, in the development of FEPs, teachers with high scores of innovative style wanted radical changes, which were not acceptable by the majority of teachers and the society due to the constancy and the tradition of the educational system. In this case, it would be more beneficial to employ an adaptive style of creativity. Similarly, in CPD courses, it is required to consider different styles of creativity among participants and to adapt the design to the needs of teachers. The results of our research have verified that the creativity style factor can also influence CPD efficiency.

Another contribution of both commented articles is the confirmation of the positive effect of IBSE for the development of creativity. The article *Hands-on Experiments and Creativity* (Trnova, 2015) presents a diagram that clarifies how to develop creativity during hands-on activities. Based on the diagram, there are described methods on how to develop the creativity of teachers and students effectively (see Figure 26).

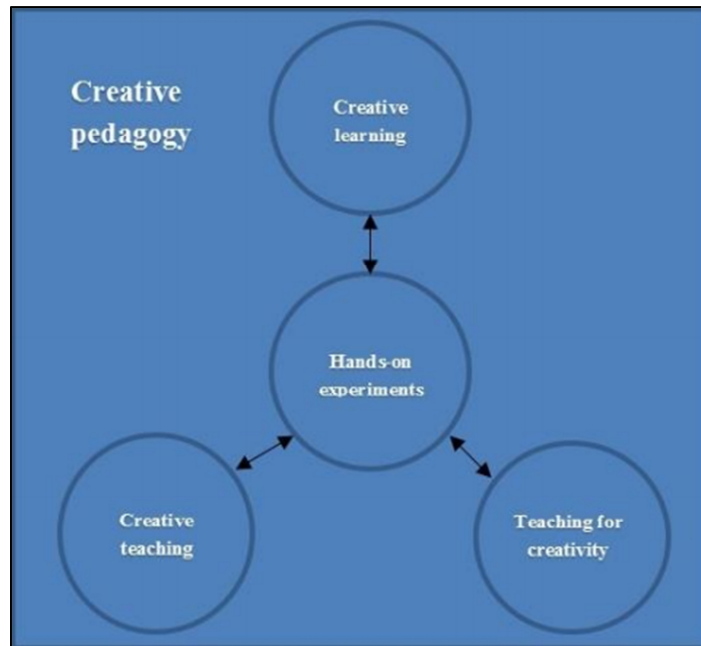


Figure 26. Creativity in Experimentation.

Based on our research findings, inquiry-based science education (IBSE) seems to be the relevant educational strategy for creativity development of teachers as well as students. Every teacher and student is more or less creative, and IBSE enables individual approaches in creativity development. The fundamental principles of IBSE, such as student activities, linking information into a meaningful context, developing critical thinking, promoting positive attitudes towards science and motivation, correspond to necessary components of creativity. Similarly, IBSE includes basic processes that lead to creativity, which is described by Sternberg (2006). Both of the stated articles demonstrate why IBSE is appropriate for developing the creativity of teachers and students.

10. Conclusion

In the commentary on selected works for the habilitation thesis, significant aspects influencing continuing professional development were presented. All aspects were addressed in relation to inquiry-based science education. Several CPD designs were presented, which always reflected some of these aspects, and the unifying aspect was inquiry approach. Significant research findings have been identified that can assist educational experts in planning teacher education. Teacher education in the field of inquiry-based science education was justified, and the best practices of CPDs aimed at this field of education (teachers and students) were recommended.

In addition to aspects that are examined by other experts, aspects that are neglected in the CPD was also mentioned. The constructivism aspect were commented in detail, but from a different perspective than is usually dealt with in CPD. Teacher (and student) education in the field of ICT is usually focused on skills related to a practical use of ICT. However, other impacts of ICT on education must also be seen. Concrete examples of constructivist influence on education can help effectively implement ICT in educational process. The aspect of creativity has become popular recently, but it is not paid enough attention and teachers do not have the necessary theoretical background to develop their and student creativity. Theoretical support can be found in theoretical commentary and articles.

The aspect of inquiry-based teaching is viewed from several perspectives - content, motivation and skills acquisition. A model of the development of teachers' skills for IBSE application into teaching/learning was presented. This model includes both pregraduate and postgraduate teacher education, teacher education is a continuous and never-ending process.

Great attention was paid to design-based research because this methodological approach is recommended for research in the field of science education. The practical use of DBR was shown.

Most of the knowledge presented in the articles is cited by experts, and in particular practical examples of inquiry-based science education are used by teachers. The applicant therefore believes that the collection of works really meets the declared interconnection between theory and practice.

11. References

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, (2), 26-29.
- Barab, S., & Squire, B. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barber, M., & Mourshed, M. (2007). *How the world's best-performing school systems come out on top*. London: McKinsey & Company.
- Bolte, C. (2008). A Conceptual Framework for the Enhancement of Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy, based on Stakeholders' Views by Means of a Curricular Delphi Study in Chemistry. *Science Education International*, 19 (3), 331-350.
- Bolte, C. (2006). *As Good as It Gets: The MoLE Instrument for the Evaluation of Science Instruction*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for the Research on Science Education (NARST), San Francisco, USA: Polyscript.
- Bolte, C., Streller, S., & Hofstein, A. (2013). How to motivate students and raise their interest in chemistry education. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching chemistry: A study book* (pp. 67–95). Rotterdam: Sense.
- Bolte, C., Streller, S., Holbrook, J., Rannikmae, M. Hofstein, A., & Naaman, R. M. (2012). Introduction into the PROFILES project and its philosophy. In C. Bolte, J. Holbrook & F. Rauch (Eds.), *Inquiry-based science education in Europe: reflections from the PROFILES project*. (pp. 31-42). Berlin: Freie Universität Berlin
- Borko, H., Liston, D., & Whitcomb, J. (2007). Genres of empirical research in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 58 (1), 3–11.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bruner, J. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21-32.
- Brunner, M. (2006). No g in education? *Learning and Individual Differences*, 18, 152-165.
- Bybee, R. W. (2010). *The teaching of science: 21st century perspectives*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Carroll, J. L., & Howieson, N. (1991). Recognising Creative Thinking Talent in Classroom. *Roeper Review*, 14(2), 68-71.
- Collins, A. (1990). *Towards a design science of education*. New York: Center for Technology in Education.
- Craft, A. (1999). Creative development in the early years: some implications of policy for practice. *Curriculum journal*, 10(1), 135-150.
- Craft, A. (2001). *An Analysis of Research and Literature on Creativity in Education: Report prepared for the Qualifications and Curriculum Authority*. London: QCA.
- Čtrnáctová, H. (2008). Obsah učiva chemie na počátku 21. století. In Current Trends in Chemical Curricula, *Proceedings of the International Conference* (s. 10–13). Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher Quality and Student Achievement. A Review of State Policy Evidence. *Education Policy Analysis Archives*, 8(1).
- Dewey, J. 1938. *Experience and Education*. New York: Macmillan.

- Design-based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 1 (32), 5–8.
- Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Dron, J., & Anderson, T. (2014). *Teaching crowds. Learning and social media*. Edmonton: AU Press, Athabasca University.
- Ellederová, E. (2017). Konstrukční výzkum ve vzdělávání, *Pedagogická orientace*, 27(3), 419-448.
- Esquivel, G. B. (1995). Teacher behaviors that foster creativity. *Educational Psychology Review*, 7(2), 185-202.
- Friese S. (2014). *Qualitative data analysis with ATLAS. ti™*. London: Sage Publications Ltd.
- Gavora, R. (2007). Vedci a učelia - vzťah dvoch diskurzívnych komunit. *Pedagogická revue*, 59(2), 115–130.
- Hanusek, A. E., Kain, F. J., & Rivkin, G. S. (2005). Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, 2, 417-458.
- Hutterer, R. (2007). Overovanie teórie, jej sprostredkovanie učiteľom a rozvíjanie praxe výchovy a vzdelávania. *Pedagogická revue*, 59 (2), 131–139.
- Chvál, M., Dvořák, D., Starý, K., & Marková, K. (2008). Design-based research při hledání cest dalšího vzdělávání učitelů. *Orbis Scholae*, 2(3), 107–130.
- Janík, T. (2005). *Znalost jako klíčová kategorie učitelského vzdělávání*. Brno: Paido.
- Janík, T., & Stuchlíková, I. (2010). Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in educatione*, 1(1), 5–32.
- Ješková, Z., Lukáš, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., Kireš, M. (2016). Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in educatione*, 7(2), 48-70.
- Kalaš, I. (2009). Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (2. časť). In *Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2009*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela.
- Kennedy-Clark, S. (2013). Research by design: Design-based research and the higher degree research student. *Journal of Learning Design*, 6(2), 26-40.
- Kires, M., Ješková, Z., Ganajová, M. & Kimáková, K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav.
- Kires, M., & Šveda, D. (2012). Scientific literacy for the information society. In *Emerging eLearning Technologies & Applications (ICETA), 2012 IEEE 10th International Conference* (pp. 193–196). IEEE.
- Korthagen, F. (2001). Changing our view of educational change : Essay review. *Teaching and Teacher Education*, 17, 263–269.
- Knecht, P., Janík, T., et al. (2008). *Učebnice z pohľadu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido.
- Knecht, P. (2015). Recenze monografie Řezníčková, D., et al. Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie, *Orbis Scholae*, 9(1), 183 -189.
- Laznibatová, J. (2012). *Nadane dieta jeho - vyvin, vzdelavanie a podporovanie*. Bratislava: Iris.
- Lin, Y. S. (2011). Fostering creativity through education - a conceptual framework of creative pedagogy. *Creative education*, 2(3), 149-155.
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2015). Key features of effective professional development programmes for teachers. *Ricercazione*, 7, 27-51.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Nezvalová, D. (1995). Některé trendy v přípravě učitelů základních a středních škol. *Pedagogika*, 45(1), 30–37.
- Nezvalová, D., & Taylor, G. (2001). Další vzdělávání učitelů ve Velké Británii. *Pedagogická orientace*, 1, 3-9.
- Nezvalová, D. (2008). *Moduly pro profesní přípravu učitele přírodovědných předmětů a matematiky*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Nezvalová, D., Bílek, M., & Hrbáčková, K. (2010). *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- OECD. (2009). *Creating effective Teaching and Learning Environments: First results from TALIS*. Paris: OECD.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. Paris: OECD.
- OECD. (2019). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and school leaders as lifelong learners*. Paris: TALIS, OECD Publishing.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, (1), Praha: Karlova Univerzita.
- Patterson, A., & Bell, J. W. (2001). Teaching and Learning Generic Skills in Universities: the case of 'sociology' in teacher education programme. *Teaching in Higher Education*, 6 (4), 451-471.
- Píšová, M., Kostková, K., & Janík, T. (Eds.). (2011). *Kurikulární reforma na gymnáziích. Případové studie tvorby kurikula*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. (pp. 86-109). London, UK: Routledge.
- Oh, E. G., & Reeves, T. (2013). Collaborative group work in an online authentic learning environment: An educational design research study. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research. Part B: Illustrative cases* (s. 991-1012). Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Robinson, K. (2001). *Out of Our Minds: Learning to Be Creative*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Robinson, K. (2006). Do schools kill creativity? In *Presentation at TED2006 conference*, Monterey, CA.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Spilková, V., & Tomková, A. (2010). *Kvalita učitele a profesní standard*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (1996). *How to develop student creativity*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1), 87-98.
- Slavík, J., & Janík, T. (2012). Kvalita výuky: obsahově zaměřený přístup ke studiu procesů vyučování a učení. *Pedagogika*, 62(3), 262-286.
- Slavík, J., Janík, T., Najvar, P., & Knecht, P. (2017). *Transdisciplinární didaktika. O učitelském sdílení znalostí a zvyšování kvality výuky napříč obory*. Brno: Masarykova univerzita.
- Straková, J. (2007). Kurikulární reforma z pohledu šetření Kalibro. *Pedagogika*, 57(1), 21-36.
- Švaříček, R., & Šedová, K., et al. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál.
- Švec, V. (1998). *Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku*. Brno: Pedagogická fakulta MU.
- Talyzinová, N. F. (1988). *Utváření poznávacích činností žáků*. Praha: SPN.
- Trna, J. (2011). Konstrukční výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách. *Scientia in educatione*, 2(1), 3-14.
- Trnová, E. (2012). Teacher Development in IBSE. In *Badania w dydaktyce chemii*. (pp. 181-184). Krakow, Poland: Pedagogical University of Krakow.
- Trnova, E. (2015). Hand-on experiments and creativity. In M. F. Costa & B. V. Dorrio (Eds.), *Hands-on Science: Brightening our future* (pp. 103- 109). Funchal, Portugal: Hands-on Science Network.
- Vanderberghe, R. (2002). Teachers' professional development as the core of school improvement. *International Journal of Educational Research*, 37, 653-659.

Verloop, N., Driel, J. V., & Meijer, P. (2001). Teacher knowledge and the knowledge base of teaching. *International Journal of Educational Research*, 35, 441–461.

Višňovský, E., Kaščák, O., & Pupala, B. (2012). Pedagogický dualizmus teoretického a praktického: historické pozadie a súčasné ilúzie. *Pedagogická orientace*, 22(3), 305–335.

Vries, S., Grift, W. J. C. M., & Jansen, E. P. W. A. (2014). How teachers' beliefs about learning and teaching relate to their continuing professional development. *Teacher and Teaching*, 20 (3), 338-357.

Walterová, E. (1994). *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno: CDVU.

Electronic resources

Janík, T. *Didaktika obecná a oborová*. Retrieved from: http://www.akreditacnikomise.cz/attachments/article/279/didaktika_obecna_a_oborova_Janik.pdf.

Brdička, B. (2004). *Vliv technologií na inovaci výukových metod*. Česká škola. Retrieved from: <http://www.ceskaskola.cz/2004/12/borivoj-brdicka-vliv-technologie-na.html>.

Brdička, B. (2008). *Konektivismus - teorie vzdělávání v prostředí sociálních sítí*. Portál RVP. Retrieved from: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/10357/>.

Brdička, B. (2012). *Velký MOOC boom pokračuje*. Metodický portal. Retrieved from: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/16415/VELKY-MOOC-BOOM-POKRACUJE.html>.

Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge*. National Research Council. Canada. Retrieved from: http://www.downes.ca/files/Connective_Knowledge-19May2012.pdf.

Hattie, J. (2003). *Teachers Make a Difference. What is the research evidence?* Australian Council for Educational Research, October 2003. Retrieved from: https://www.det.nsw.edu.au/proflearn/docs/pdf/qt_hattie.pdf.

MŠMT. (2008). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. Výzkumná zpráva. MŠMT. Retrieved from: http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf.

MŠMT. (2010). *Talent nad zlato*. MŠMT. Retrieved from: <http://userfiles.nidm.cz/file/KPZ/KA1-vyzkumy/brozura-talentnadzlato-web.pdf>.

MŠMT. (2019). *Mimořádné šetření ke stavu zajištění výuky učitelů v MŠ, ZŠ, SŠ a VOŠ*. Retrieved from: <http://www.pedagogicke.info/2019/05/msmt-hlavni-vystupy-z-mimoradneho.html>.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press. Retrieved from: <http://www.nap.edu>.

Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission (Technical Report No. EUR22845). Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Siemens, G., & Tittenberger, P. (2009). *Handbook of emerging technologies for learning*. Retrieved from: http://umanitoba.ca/learning_technologies/cetl/HETL.pdf.

12. List of Figures

- Figure 1: The graphic model of habilitation thesis, p. 7.
- Figure 2: Scheme of design-based research (according to Reeves, 2006), p. 20.
- Figure 3: Number of articles using or discussing DBR (taken from Anderson, & Shattucková (2012, s. 19), p. 21).
- Figure 4: Scholarly publication overview for DBR studies (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 21), p. 22.
- Figure 5: The first-stated authors' country of work (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 20), p. 23.
- Figure 6: Subject/programme in which DBR Studies were undertaken (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 19), p. 23.
- Figure 7: Summary of Results Described in Abstracts undertaken (taken from Anderson, & Shattuck, 2012, p. 24), p. 24.
- Figure 8: The chart of systemic CPD for teachers, p. 25.
- Figure 9: Lack of Scientists in Europe (Policy Brief Science Education, p.3), p. 29.
- Figure 10: EU Action to promote science education (source: Policy Brief Science Education, p. 3), p. 29.
- Figure 11: Suggested knowledge and skills of teachers (excerpt from article text), p. 30.
- Figure 12: PROFILES CPD model (taken from Bolte, et al., 2012), p. 32.
- Figure 13: MoLE model (taken from Bolte, 2006), p. 34.
- Figure 14: The teacher relationship to curricular reform (adopted from Straková, 2007, p. 28), p. 39.
- Figure 15: Teachers' views on changes in curriculum and teaching methods (taken from Straková, 2007, p. 29), p. 39.
- Figure 16: Relationship between professional development and curriculum (taken from Bybee, 2013, p. 58), p. 41.
- Figure 17: Didactic triangle (taken from Janík, 2010, p.8), p. 43.
- Figure 18: Skills aimed at IBSE in FEP (p.62), p. 44.
- Figure 19: Support to interdisciplinarity (taken from Slavík, et al., 2017, p. 6), p. 45.
- Figure 20: Excerpt from monograph review, p. 47.
- Figure 21: Graph of the age of Czech teachers (taken from MŠMT Report), p. 48.
- Figure 22: Graph of the age of Czech science teachers (taken from MŠMT Report), p. 48.
- Figure 23: Different dimension of connectivism (taken from z Siemens, & Tittenberger, 2009, s. 14), p. 49.
- Figure 24: Connectivist net (Brdička, 2008), p. 50.
- Figure 25: Creativity in Educational Process (taken from Lin, 2011, p.152), p. 53.
- Figure 26: Creativity in Experimentation, p. 55.

II. PART – A Collection of Published Scholarly Works

A) Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSME

Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSME

Josef Trna and Eva Trnova

Faculty of Education, Masaryk University, Brno, Czech Republic

For correspondence: trna@ped.muni.cz

Abstract: Inquiry-based science and mathematics education (hereinafter IBSME) is a current, supported and implemented teaching/learning method in science and mathematics education. IBSME aims to increase the self-efficacy of teachers in taking ownership of more effective ways of science and mathematics teaching and learning. Students should benefit from IBSME in order to help their motivation and understanding of science and mathematics. An important task is to develop methods for the construction and evaluation of IBSME. We confirmed that design-based research is the appropriate method. Design-based research is a new trend in educational research. This method can be described as a cycle: analysis of a practical problem, development (construction) of solutions, evaluation and testing of solutions in practice and reflection and production of new design principles. Our research outcomes on the use of design-based research in the construction and evaluation of IBSME especially by teachers are presented. This study has been created within the Seventh Framework Programme European project PROFILES, which supports teachers in their use of IBSME.

Keywords: construction, design-based research, evaluation, IBSME.

Introduction

Science and mathematics education is an essential part of each individual's personality. This education gives answers to many fundamental issues of the day and allows the practical problems of everyday life to be solved. It has also other objectives such as the development of critical thinking, development of positive attitudes towards the environment, to society and to themselves. In meeting these fundamental objectives science and mathematics education is irreplaceable. This proposition in today's postmodern era is often questioned, but their validity has been, is and will be unquestionable and will not have to be re-certified.

Science and mathematics education is very difficult, especially in its exactness and use of mathematics as a means of communication. Good mastery of this communication and discourse requires accelerated learning and long-term systematic training for students. Many students, however, reject this difficult learning work with the use of false rejection reasons about its uselessness for their life. This paradox is often supported by parents who want comfort for their children and excuse their failures based on the low learning efforts.

Science educators in many countries face a problematic decline in the study of science, mathematics and technology (OECD, 2006). One of the factors leading to this stage is considered the unsuitable outdated method of teaching/learning science in schools (Rocard et al., 2007). Only 15 % of European students are satisfied with the quality of science teaching in schools. Students consider science to be very difficult and even though they believe the contents of science are important for society, they consider them unnecessary in their everyday life.

Teachers fall under uncomfortable pressure, which they seek to limit by reducing the demands on the level of education. This is the wrong way, which should be avoided for the benefit of parents and children. The solution is to search for innovative teaching/learning methods, which include IBSME.

Rationale

Defining IBSME is given sufficient attention in the literature. However, it is necessary to describe the essential characteristics of design-based research. Within science and mathematics education research and development is carried out focussed mainly namely on the sphere of application, including innovation. An analogous situation is found in technical disciplines, where the design approach has a significant position. The core of the design approach in research is orientation towards the creation of a new product which brings about the solution of problems that so far have been only partially solved and the relevant tools and methods are only in their infancy. The design approach has been applied in a whole range of research areas during its development and practical application. The design approach is interdisciplinary and integrative. With the use of this approach we may successfully describe and research the design process, which has been graphically described in the Järvinen (2004) model (Fig. 1).

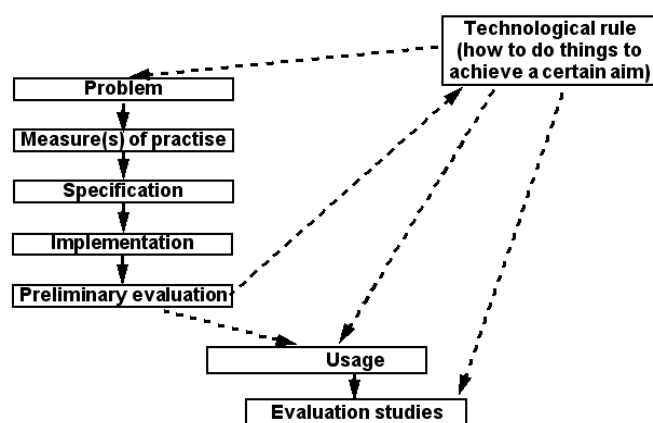


Figure 1. Model of design process (Järvinen, 2004)

The design process consists of elements and links among them. According to Järvinen (2004), the technological rule or design rule is the input or output of the research. The sequence from the problem to evaluation studies corresponds to the design method, which is the development from design to product. This sequence includes the product creation. It is, therefore, a development stage. Proper design process research may be focused mainly namely on the links marked with broken lines (Fig. 1). Introduction of the design approach into science and mathematics education leads to the establishment of a new type of research, which we call design-based research (hereinafter DBR). The complexity of growing findings and practical issues in education requires team cooperation in DBR. In this team there may be a couple of researchers: a researcher in science and mathematics education and an experienced teacher from a school setting.

DBR as development research differs from other types of educational research. We can compare DBR research as development research and empirical research, which was compiled by Reeves (2006) (Fig. 2).

A great advantage of DBR is its systematic interconnection with practice. The principle of DBR is the close cooperation between experts and teachers.

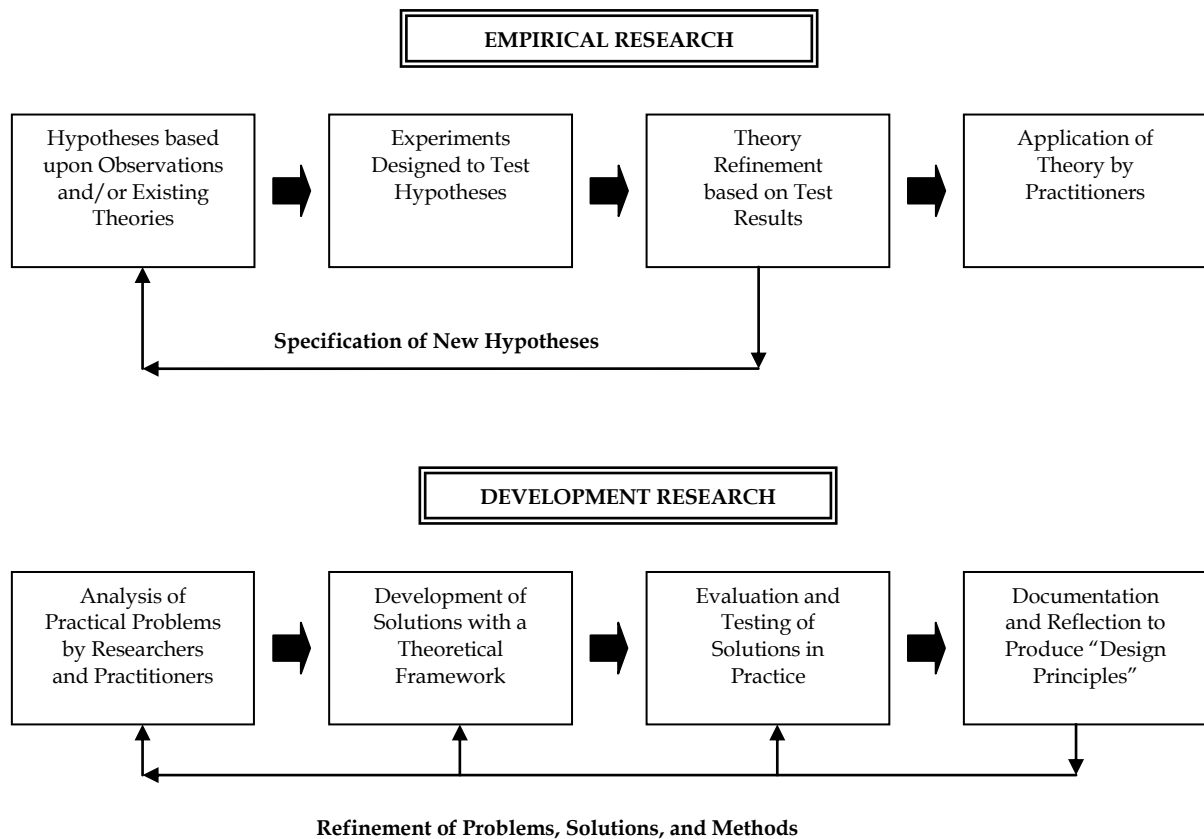


Figure 2. Empirical and development approaches to educational research (Reeves, 2006)

Research question and methods

The presented DBR is a research method in science and mathematics education, but also has a strong link to educational practice. Therefore we aimed our research topic towards the support of teacher professional competences in the frame of continuous professional development (hereinafter CPD). DBR can be implemented in IBSME from a teacher's point of view in two ways:

- (a) the teacher is a member of the IBMSE research team using DBR
- (b) the teacher follows a special IBSME construction and evaluation method based on the stages of DBR

The procedure (a) is suitable only for a small number of excellent teachers, but the procedure (b) can be used collectively in the frame of CPD. Our research question is therefore as follows:

What form might the construction and evaluation of IBSME have based on DBR as a support of teacher CPD?

The research method that has helped us to answer this question is DBR. Our research thus acquired an interesting design, as the research method used is partially applied to itself.

Results and discussion

According to our research (Trna and Trnova, 2010b) and experience, we have discovered and modified four IBSME construction and evaluation methods (forms) of implementation of DBR components:

- *Analysis of practical educational problems in IBSME*

Teachers identify the existing educational problems in IBSME while using the methods of observation, questionnaires, analyses of students' works, interviews, etc.

- *Construction (development) of suitable IBSME components with a theoretical framework*

Teachers develop IBSE teaching/learning methods and tools in order to identify educational problems in IBSME. They demonstrate externally the form of pedagogical content knowledge (hereinafter PCK). A frequent weakness of this development is the failure to clarify the theoretical framework of their products. That is why this teacher method requires organization and professional management of teacher training in CPD.

- *Practical testing and evaluation of suitable IBSME components*

Teachers are the authorised and true implementers and evaluators of innovated teaching /learning methods (like IBSME) created by experts (Trna and Trnova, 2010a). Teachers may also work as participants in research teams, as co-authors of text books, instruments, etc.

- *Action research of suitable IBSME components*

The action research may be perceived as a part of the DBR. In the last few years, action research has been implemented into teachers' daily practice more often. Teachers use the action research cycle for verification of innovative IBSME ideas. Thus, there occurs a significant development of PCK and ownership of each teacher who uses action research.

The first three methods directly correspond to the first three stages of DBS. These stages may exist relatively independently and they also work in this way in practice. After this comes the comprehensive action research.

As an example of DBR implementation in teacher construction and evaluation of IBSME we present the method *Practical testing and evaluation of suitable IBSME components*. Teachers were asked to test and evaluate the IBSME module, whose theme was "As scientists discover nature through their senses". This IBSE module describes a scientific approach to natural phenomena in the form of the basic methods of scientific work: observation and description. This IBSE module provides a set of methods of scientific work with which students can explore the world of science: experimenting, modelling, discussing of phenomena, conceptions of phenomena etc. Students are confronted with many scientific phenomena which they have to observe simply by using all the senses. This IBSME module was developed within the project PROFILES and contains many simple experiments. These experiments show how we use the senses to inquire into nature. A theoretical framework was the theory of hands-on and minds-on experiments (Hauray and Rillero, 1994). A teacher group of fifteen in-service lower-secondary science teachers were asked in 2013 to test and to evaluate a series of simple experiments in the frame of testing and evaluation the whole of the IBSME module. We give two simple experiments from this IBSME module as an example:

Experiment 1: Place a coin on the moist neck of an empty glass bottle (Fig. 3). Take the bottle into your hands – thus you will warm the air in the bottle (we recommend cooling the air in the bottle beforehand by a flow of cold water). After a moment the coin will start to jump up and down almost periodically.

Explanation: the heated air in the bottle increases its volume and pressure. Such strength of the heated air will lift up the coin.

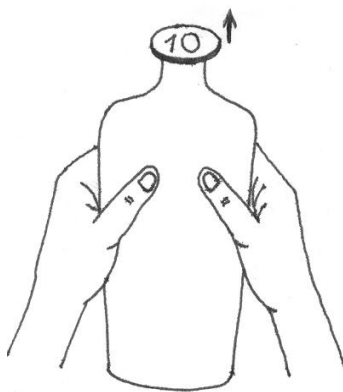


Figure 3. Thermal expansivity of air

Experiment 2: Place a coin on the bottom of a non-transparent mug so that you cannot see it from the side (Fig. 4). After you pour water into the mug the coin will appear without you changing the angle of view.

Explanation: The surface of water in the mug will become a boundary of two different optical environments in which there will occur a refraction of light beams coming out of the coin – refraction from perpendicular – and in this way these beams get into the eye and we can see the coin.

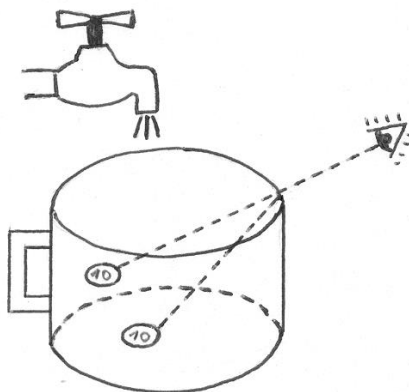


Figure 4. Refraction of light

These simple experiments evidence the use of human senses in observing, experimenting and measuring in science. Feedback verification of the efficiency of the implementation of DBR methods in IBSME during in-service lower-secondary science teachers' testing and evaluation was carried out by a questionnaire. This questionnaire was applied to teachers who participated in the testing of experiments. The frequencies of their selected answers can be seen in Tab. 1.

Table 1. Teacher questionnaire answers.

Questions from the teacher questionnaire		Frequency of answers: YES
1	Were you interested in the testing and evaluation of experiments?	78 %
2	Will you use some of these experiments in your future teaching?	81 %
3	Will you develop your own experiments in the future?	33 %
4	Do you feel a shift in your competency to teach science after you completed the testing and evaluation course of IBSME?	42 %

Conclusions

We have modified a set of methods for the creation and evaluation of IBSME that are based on the stages of DBR. These methods are: (1) analysis of practical educational problems in IBSME, (2) construction (development) of suitable IBSME components with a theoretical framework, (3) practical testing and evaluation of suitable IBSME components, and (4) action research of suitable IBSME components. We have verified the effectiveness of these methods in practice.

The above presented construction and evaluation methods based on DBR implemented in IBSME aimed at supporting teacher CPD anticipate experienced teachers. These methods, therefore, are suitable namely for in-service science teachers. It is clear that these methods may be used also in pre-service science teacher training. We inform these student-teacher candidates of the principles and function of DBR in science education, especially in IBSME.

Acknowledgements

The study was initiated within the project the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

References

- Haury, D. L. and Rillero, P. (1994). *Perspectives of Hands-On Science Teaching*. Columbus, Ohio: ERIC-CSMEE.
- Järvinen, P. (2004). *On Research Methods*. Tampere, Finland: Opinpajan Kirja.
- OECD. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies – Policy Report*. Retrieved January 15, 2012, from Global Science Forum web: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf> (accessed January 2014)
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. (pp. 86-109). London, UK: Routledge.
- Rocard, M., Cesrmlay, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H. and Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels, Belgium: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved January 15, 2012, from EU: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf (accessed January 2014)
- Trna, J. and Trnova, E. (2010a). ICT-based collaborative action research in science education. Proceedings of World conference IMSCI'10. The 4th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Volume I., International Institute of Informatics and Systematics, Orlando, USA, 68-70.
- Trna, J. and Trnova, E. (2010b). Implementation of design-based research methodology into science teachers' training. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 2(4), 19-28.

B) Systemic teacher continuous professional development as support of teaching practice.

Systemic teacher continuous professional development as support of teaching practice

Eva Trnova

Faculty of Education, Masaryk University, Brno, Czech Republic

For correspondence: trnova@ped.muni.cz

Abstract: The gap between the teachers' education and the teaching practice in school is a significant problem. This problem has many causes. Our experience and research have brought us to the conclusion that it is necessary to create systemic teacher continuous professional development (CPD). Teacher pre-service and in-service education with practical experience should be systematically linked. Teachers' professional competences are finally formed through the combination of these three core parts of CPD. The outputs of our design-based research confirm this fact. We propose using the natural binding of three core parts of CPD and linking them systematically. We have found a set of current specific teachers' competences that need to be addressed in science and mathematics education. These include in particular: education of gifted students, implementation of connectivism and IBSME etc. These competencies can be sufficiently established only within systemic CPD. In our study we present some specific examples of these competences.

Keywords: systemic CPD, teacher competences, teaching practice.

Introduction

The quality of education is closely related to the quality of teachers, which since the mid twentieth century has been at the centre of educational attention worldwide. Many research studies have shown that the quality of teachers is one of the most important factors influencing the quality of school education and student performance (Darling-Hammond, 2000; Hanusek et al, 2005). The quality of teachers and improving the quality of their education are considered key tools of educational reforms and innovations in school activities (Coufalova et al, 2003).

Improving the quality of teachers has also become a political priority, as evidenced by the attention that is paid to this issue in international documents from organisations such as UNESCO and OECD. The European Parliament resolution (adopted September 23rd, 2008) emphasized that Member States must place greater emphasis on teacher education and must devote more resources to this area because of the analysis that raising the quality of teacher education leads to substantial gains in student outcomes. To improve the quality of education and strengthen lifelong learning throughout the European Union it is necessary to support continuous and coherent professional development for teachers throughout their careers. It was recommended that all teachers should have ample opportunity to improve and update their knowledge, skills and competences (EU, 2008).

Similarly, the USA is also focussing on the quality of education. Science education experts and groups representing business and industry recognize on the basis of the contemporary situation that the main goal of education is to give students skills that they will need to prosper in a time of unprecedented global economic competition. There is overall agreement that the USA needs a workforce with generally higher levels of science and technology literacy for all students, as well as a sufficient number of highly gifted individuals entering scientific and engineering careers (Bybee and Fuchs, 2006). There are many reports about changes in education which have identified a number of findings and recommendations. The main goal, common to all reports, is the preparation of a "21st century workforce". These reports identified components at the core of science and technology education:

teachers and teaching, contents and curricula, tests and assessments etc. Not surprisingly the emphasis in every report is placed on the need for the quality teachers, which is related with a high quality of teacher education: pre-service, in-service and all continuous professional development (hereinafter CPD).

Research and experience show no educational innovation will be sustained unless systemic and ongoing CPD of teachers is provided to support changes required in instruction (Osborne and Dillon, 2008). Pajares (1992) states that teachers' conceptions and beliefs are a product of their experiences in education in the same way as students' are. Teachers' pedagogical content knowledge (Shulman, 1987) has a long-term and complex development, therefore it is necessary to start with the preparation of teachers in pre-service education and continue in an in-service period of systemic CPD based on practical experience.

Rationale

Teachers' beliefs are an important factor that must be taken into account in teacher education. They are usually based on their experience of their own school attendance. Findings of many studies (Lederman, 1999; Powers et al, 2006; Raymond, 1997; Richardson, 1998) substantiate the relationship between teachers' beliefs and their classroom practices. Therefore it is often necessary during teacher education to remove false beliefs and replace them with research-based ones. Research shows that there is inertia with regard to teachers' beliefs. Findings indicate that teachers' beliefs and practice were not wholly consistent. Rather, teachers' practice was more closely related to their beliefs about subject content than to their beliefs about subject pedagogy. Teachers' beliefs about the subject content were highly influenced by their own experiences as a student and their beliefs about the subject pedagogy were primarily influenced by their own teaching practice.

However, the extent to which teacher preparation programmes influenced their beliefs or practice is limited. Teachers must be not only theoretically familiar with a method, but it is also necessary to try it out in classroom practice. Magoon (1977) talks about constructivism: teachers should build up their pedagogical knowledge and skills similarly to students, using their own experience from classroom practice and thus connecting pedagogical theory and practice. According to Korthagen et al (2001) in teacher education there is often a gap between theory and classroom practices that needs to be removed. He also recommends a constructivist approach in teacher education. This approach could help to remove the inertia of the teachers' false pedagogical beliefs.

According to Raymond (1997), teachers were monitored for four years, to see whether they implemented innovative teaching methods, which they acquired in teacher training, into classroom practice. Most of them reduced the frequency of implementation of these new methods with each passing year, and returned to those ones used before teacher training (Duffy and Roehler, 1986; Fullan, 1991). It focuses on the failure of teachers to adopt teaching activities, practices, and curricula that are suggested or mandated by those who are external to the setting in which the teaching is taking place: administrators, policy-makers, and staff developers. This view of change in teaching practice is explained by Morimoto (1973): "When change is advocated or demanded by another person, we feel threatened, defensive, and perhaps rushed. We are then without the freedom and the time to understand and to affirm the new learning as something desirable, and as something of our own choosing. Pressure to change, without an opportunity for exploration and choice, seldom results in experiences of joy and excitement in learning" (p. 255).

Many of the teacher training programmes are relatively short with only a few hours of workshops, and limited follow-up activities. Such training programmes have a chance of succeeding with those teachers whose beliefs match the assumptions inherent in the innovation; although even these teachers might not try out the innovation. It is estimated that such teacher education garners an implementation level of only 15 percent (Meyer, 1988). On the other hand, not all teacher training models result in such limited change. A substantial body of research has identified characteristics of reasonably successful training models. These qualities have been summarized by many (e.g., Griffin, 1986) and include the following:

- The training process should be school-wide and context-specific
- Principals (or programme directors) should be supportive of the process and encouraging of change
- The training should be long term, with adequate support and follow up
- The training process should encourage collegiality
- The training content should incorporate current knowledge obtained through well-designed research
- The process should include adequate funds for materials, outside speakers, and substitute teachers to allow teachers to observe each other.

Another important factor that can help change teachers' beliefs is teamwork in education. According to Richardson (1998) teachers in discussions with colleagues more easily change their attitudes towards their own beliefs.

The complexity and diversity of teacher education led us to the conclusion that it is necessary to implement systemic and dynamic teacher education. This systemic CPD will be further studied in detail.

Research question and methods

Our main research issue is to determine the form and function of systemic CPD for science and mathematics teachers including school practice. In different countries a number of CPD models are implemented, but often without systemic structure. The dynamics of CPD is also important, as it will enable implementation of the latest research discoveries. Our research question is therefore as follows:

Is it necessary to develop and implement systemic CPD as a support of science and mathematics teachers?

We used a research method design-based research (hereinafter DBR), which is an important research method in science and mathematics education (Reeves, 2006). DBR as a development research method can be described as a cycle: analysis of a practical problem, development of solutions, evaluation and testing of solutions in practice, reflection and production of new design principles.

Results and discussion

The result of our research using the DBR starts with a simple chart of three basic parts of systemic CPD for teachers (see Fig 1).

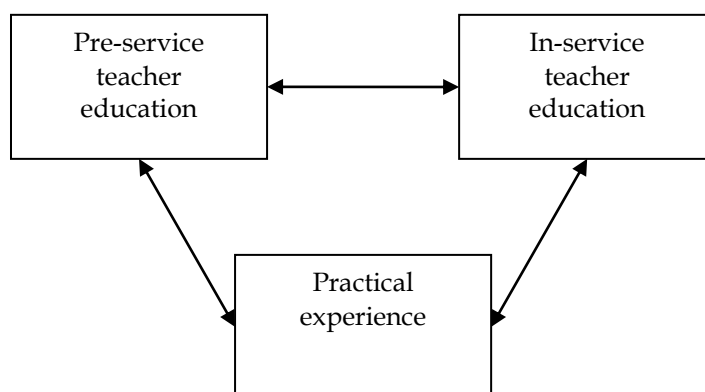


Figure 1. Chart of systemic CPD for teachers

The basis of systemic CPD is to connect all the three basic components: pre-service teacher education, in-service teacher education and practical experience. The research problem lies in a detailed analysis

of all links between the elements of this three-component system. Our research is at the beginning of this process.

We applied DBR method in four steps:

- (a) analysis of practical problems: education of gifted students in science and mathematics, connectivism in science education; implementation of these components in CPD for science teachers
- (b) development of solutions: construction of science and mathematics teacher training courses
- (c) evaluation and testing of solutions in practice: conducting CPD courses for science and mathematics teachers
- (d) reflection on and production of new design principles: confirmation of the need to create systemic CPD for science and mathematics teachers.

This study presents the outcomes of our pilot research in which we have chosen three very important current components of CPD for science and mathematics teachers. These components are: education of gifted students in science and mathematics, connectivism in science education and inquiry-based science education and mathematics, hereinafter IBSME. These three components were analyzed in detail in terms of their inclusion in science teacher education (see below).

Education of gifted students in science and mathematics.

The support of gifted students in science and mathematics is an important part of education. The preparation of suitable conditions for the development of science and mathematics giftedness is an important task for teachers (Skrabankova, 2011). It involves the identification of giftedness and the development of students' giftedness. Teachers have to respond to special behaviours of gifted students:

- Students are not satisfied with passive memorizing, they ask more questions
- Students are curious and have unusual ideas
- Students are independent and often prefer working on their own
- Students come up with new solutions
- Students are creative

Our research resulted in the identification of specific educational needs of students gifted in science. In the year 2011, we distributed a questionnaire with a representative sample of 15 students aged 15-18 from upper secondary schools who are gifted in science (Trnova and Trna, 2012b). We present (see Tab. 1) a part of the questionnaire results: a list of specific educational needs of gifted students indicated by more than 50 % of them.

Table 1. Specific educational needs of students gifted in science.

Experimentation
Measurement
Identifying the fundamental processes in nature
Observation
Analyzing phenomena
Expressing an opinion and defending it
Solving problems
Substantiation of solutions
Formulating conclusions
Describing phenomena
Verification of hypotheses
Data processing
Creating hypotheses
Evaluation

Experimentation, analyzing of phenomena and solving problems have an important role in the science education of gifted students. Teacher training courses should be focused on these special educational needs of gifted students.

Connectivism in science education.

Fast ICT development strongly influences education. D. Oblinger and J. Oblinger (2005) describe today's students as the Net Generation. Characteristics of the Net Generation are:

- Students are visually literate, but their text literacy is not developed enough.
- Students intuitively use a variety of ICT without an instruction manual.
- Students prefer speed to accuracy.
- Students multitask.
- Students prefer to learn by doing rather than by being told what to do.
- Students learn well through inquiry by themselves or with their peers.
- Students prefer to learn and work in teams (a peer-to-peer approach - help each other).

Findings about the Net Generation have resulted in a new pedagogical theory of connectivism as "a learning theory for the digital age". G. Siemens (2005) as its founder states that learning is a network phenomenon, influenced by socialization and technology. He established the set of principles of connectivism (Siemens, 2005, p.5):

- Learning and knowledge rests in diversity of opinions
- Learning is a process of connecting specialized nodes or information sources
- Learning may reside in non-human appliances
- Capacity to know more is more critical than what is currently known
- Nurturing and maintaining connections is needed to facilitate continual learning
- Ability to see connections between fields, ideas, and concepts is a core skill
- Currency (accurate, up-to-date knowledge) is the intent of all connectivist learning activities
- Decision-making itself is a learning process. Connectivism is nowadays widely discussed (Downes, 2012) and its influences tested on science education.

Our research (Trnova and Trna, 2012a, and 2012b) is mainly focused on studying possible connectivist influences in science education: identification of connectivist factors in science education and development of connectivist educational methods. We have discovered the first set of connectivist factors:

- Sharing and acquisition of new science knowledge and skills
- Exchange of experience among students and also among teachers
- Creation of learning/teaching network structures
- Development of communication competencies of students and teachers
- Development of cooperation competencies of students and teachers
- Motivation of students and teachers by communication and cooperation with colleagues, use of ICT, etc.
- Teachers' and students' improvement of skills in using ICT and English

This new connectivist approach necessarily has to be implemented in CPD of science teachers. Science teachers need to be equipped with new competences and innovated professional skills based on connectivism (Trna and Trnova, 2010, and 2012). To strengthen connectivist teacher education we used connectivist methods also in their training. These teacher training methods include:

- Teamwork of trained teachers
- Networking by creation of information and cooperative ties among members of a team of trained teachers
- Various use of ICT

Inclusion of connectivism in systemic CPD is an absolute priority.

IBSME.

In many countries, including the Czech Republic, school science education puts emphasis primarily on traditional transmissive teaching methods. It is necessary to revise educational content and apply

appropriate modern teaching/learning methods such as IBSME, which is an instructional learner-centred approach. Students solve problems independently and competently, conduct self-directed learning and work in teams, etc. Teachers sometimes struggle in designing and implementing IBSME. Improper application of IBSME may not produce the expected positive results and the disappointed teacher goes back to the traditional style of teaching (Darling-Hammond et al, 2008). It is essential to acquire the professional competency to apply IBSME, and this involves a set of specific skills: to be able to determine what level of IBSE can be used, to be able to choose the content and to transform it pedagogically into IBSME. It is essential to integrate these competences to apply IBSME in CPD for science and mathematics teachers.

We discovered the five stages of acquisition in the development of teacher's skills to apply IBSME:

- (a) Motivation stage: Development of professional interest and attitudes towards IBSME.
- (b) Orientation stage: Acquiring knowledge necessary for IBSME.
- (c) Stabilization stage: Solving simple applied tasks of IBSME application.
- (d) Completing stage: Solving complicated applied tasks of IBSME application.
- (e) Integration stage: Solving teaching problem situations in school practice (new skill is integrated into skill structure).

The completion and integration stages are conditioned by several years of experience of the teacher. This is the reason why it is not possible to finish acquiring competence for implementation of IBSME only in pre-service teacher training. Teacher education in IBSME is a long-term process. By use of DBR we have identified links between the above-mentioned stages of the development of skills to apply IBSME and levels of IBSME (see Table 2).

Table 2. Model of development of skills for IBSME application.

Period of teacher training	Acquiring stage of teacher skills for IBSME application	Levels of IBSME with full teacher competency to implement	Teacher educational methods (examples)
Pre-service	(a) Motivation stage	(1) Confirmation	IBSME video analysis; the first practical application of IBSME in school practice
	(b) Orientation stage	(2) Structured	
	(c) Stabilization stage		
Practical teaching experience			
In-service	(d) Completion stage	(3) Guided	Action research
	(e) Integration stage	(4) Open	

To implement effective teacher training for IBSME it is necessary to compile a system of pedagogical professional teachers' knowledge, understandings and skills. We present the initial outputs of our DBR in the field of IBSME application:

- Knowledge and understanding of IBSME paradigms and objectives
- Knowledge and understanding of each IBSME level
- Skill to select appropriate contents (from everyday life etc.)
- Skill to transform the contents into individual IBSME levels
- Skill to motivate students (simple experimenting, projects)
- Skill to ask questions in accordance with IBSME
- Skill to conduct action research
- Skill to apply ICT in IBSME
- Skill to encourage students in communication skills in IBSME
- Skill to organize student educational activities in IBSME
- Skill to use a wide range of educational techniques (methods, forms, and aids) suitable for IBSME

Teacher education for IBSME integrates pre-service and in-service knowledge, understandings and skills based on experience from practice as a part of systemic CPD.

Conclusions

We try to close the gap between the education of teachers and teaching in schools. Our proposed solution is the creation of systemic CPD for science and mathematics teachers. Its core is the connection of all the three basic components of CPD: pre-service teacher education, in-service teacher education and practical experience. It is necessary to do a detailed analysis of the links between the elements of this three-component system in future research.

We used as a research sample three current specific teachers' competences that need to be addressed in science and mathematics education: education of gifted students, implementation of connectivism and IBSME. Our pilot research confirmed our hypothesis that the three selected teachers' competencies can be sufficiently established only within systemic CPD. Insulating implementation would result in unnecessary repetition of the same knowledge and skills. A bigger problem is the lack of connections between pedagogical knowledge and skills into a coherent whole. The result of our research is a recommendation to create systemic CPD for science and mathematics teachers.

Acknowledgements

The study was initiated within the project the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

References

- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(4), 349-352.
- Coufalova, J., Minhova, J. and Vankova, J. (2003). Restructuring of teacher training in order to improve its quality. In *Quality Education in European Context and the Dakar Follow-up*. (pp. 53-57). Nitra: Constantine the Philosopher University.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher Quality and Student Achievement. a Review of State Policy Evidence. *Education Policy Analysis Archives*.
- Darling-Hammond, L., Barron, B., Pearson, P. D., Schoenfeld, A. H., Stage, E. K., Zimmerman, T. D., Cervetti, G. N. and Tilson, J. (2008). *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*. San Francisco: John Wiley & Sons Inc., by Jossey-Bass, a Wiley imprint. Edutopedia. (accessed January 2014)
- Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge*. National Research Council. Canada.
http://www.downes.ca/files/Connective_Knowledge-19May2012.pdf (accessed January 2014)
- Duffy, G. and Roehler, L. (1986). "Constraints on teacher change." *Journal of Teacher Education*, *35*, 55-58.
- EU(2008). <http://www.europarl.europa.eu/search/highlight.do?hitLocation=http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do%3Ftype%3DREPORT%26reference%3DA6-2008-0304%26format%3DXML%26language%3DCS> (accessed January 2014)
- Fullan, M. G. (1991). *The New Meaning of Educational Change*. New York: Teachers College Press.
- Griffin, G. (1986). "Clinical teacher education." In J. Hoffman & S. Edwards (eds.), *Reality and Reform in Clinical Teacher Education* (pp. 1-24). New York: Random House.
- Hanusek, A. E., Kain, F. J., Rivkin, G. S. (2005). Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, *2*, 417-458.
- Korthagen, F. A. J., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B. and Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Routledge.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of research in science teaching*, *36*(8), 916-929.
- Magoon, A. J. (1977). Constructivist approaches in educational research. *Review of Educational Research*, *47*(4), 651-693.
- Meyer, L. (1988). Research on implementation: What seems to work. In S. J. Samuels & P. D. Pearson (eds.), *Changing School Reading Programs* (pp. 41-57). Newark, DE: International Reading Association.
- Morimoto, K. (1973). Notes on the context for learning. *Harvard Educational Review*, *10*(4), 245-257.
- Oblinger, D. and Oblinger J. (2005). *Educating the Net Generation*. EDUCAUSE.
<http://www.educause.edu/educatingthenetgen/> (accessed January 2014)
- Osborne, J. and Dillon, J., (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, *62*(3), 307-332.
- Powers, S. W., Zippay, C. and Butler, B. (2006). Investigating Connections Between Teacher Beliefs and Instructional Practices with Struggling Readers. *Reading Horizons*, *47*(2).
- Raymond, A. M. (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice. *Journal for research in mathematics education*, 550-576.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. (pp. 86-109). London, UK: Routledge.
- Richardson, V. (1998). How teachers change. *Focus on Basics*, *2*(C), 1-10.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, *57*, 1-22.

- Siemens, G. (2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. Elearnspace.
<http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm> (accessed January 2014)
- Skrabankova, J. (2011). The Factors of the Development of Cognitive Processes of Gifted Pupils in the Constructivist Framework. *The new educational review*, **26**(4), 219-227.
- Trna, J. (2013). How to educate and train science teachers in IBSE experimentation. . Proceedings of conference IMSCI 2013. The 7th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Orlando, USA, International Institute of Informatics and Systemics. 176-180.
- Trna, J. (2012). How to motivate science teachers to use science experiments. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, **10**(5), 33-35.
- Trna, J. and Trnova, E. (2010). ICT-based collaborative action research in science education. Proceedings of conference IMSCI'10. The 4th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Volume I. Orlando, USA. International Institute of Informatics and Systematics. 68-70.
- Trna, J. and Trnova, E. (2012). Inquiry-Based Science Education in Science and Technology Education as a Connectivist Method. Proceedings of the 8th International Conference on Education. Samos, Greece. Research and Training Institute of East Aegean. 831-837.
- Trnova, E. and Trna, J. (2012a). Connectivism in Science and Technology Education with Emphasis on International Cooperation. *Journal of Social Sciences*, **8**(4), 490-496.
- Trnova, E. and Trna, J. (2012b). Influence of connectivism on science education with emphasis on experiments. In Bruguiere, C., Tiberghien, A. & Clément, P., (co-ed. Marzin, P. & Lavonen, J.). E-book proceedings of the ESERA 2011 conference: Science Learning and Citizenship. Part 4. Lyon, France. European Science Education Research Association. 83-89.

C) Implementation of Inquiry-based Science Education into Science Teachers' Training



IMPLEMENTATION OF INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION IN SCIENCE TEACHER TRAINING

Assoc. Prof. Dr. Josef Trna
Masaryk University
CZECH REPUBLIC
trna@ped.muni.cz

Assist. Prof. Dr. Eva Trnova
Masaryk University
CZECH REPUBLIC
trnova@ped.muni.cz

Assist. Prof. Dr. Jiri Sibor
Masaryk University
CZECH REPUBLIC
sibor@ped.muni.cz

Abstract

The number of students interested in studying science and technology has decreased all over the world. Research results have shown that one of the main negative factors is an improper outdated method of science teaching in schools. There are also significant changes in students' learning style, which requires innovation of a learning method. It is necessary to prepare young people for lifelong learning. Inquiry-based science education (IBSE) has succeeded as a suitable educational method that greatly motivates students. To make this educational method effective, it is necessary to follow its principles and implement it in education properly. Therefore it should be included in science teacher training. The model of development of science teacher professional skills for IBSE application is presented. Particular curricular materials show the principles of IBSE. The European project PROFILES presents implementation of IBSE into science teacher training.

Key Words: Inquiry-based science education, science education, teacher training.

INTRODUCTION

Yet as scientific knowledge develops and grows, as new scientific tools and technologies emerge and work their way further into civic life, there is grave concern and debates about the quality of science education (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). Science educators around the world face the problematic decline in the study of science and technology (OECD, 2006). Researches in the Czech Republic show that increasing age of students brings decreasing interest in the studying of science (Ministry of Education, Youth and Sports CR, 2008). One of the factors leading to this phenomenon is considered an unsuitable outdated method of teaching/learning science in schools (Rocard et al., 2007). Only 15 % of European students are satisfied with the quality of science teaching in schools and nearly 60 % state that science teaching/learning is not interesting enough (Ministry of Education, Youth and Sports CR, 2010). Traditional teaching concepts very often prefer separate knowledge acquisition such as data, formulas, equations, theories, etc., that are difficult to understand for students who just memorize them and forget them very easily. Misunderstood knowledge cannot be used to solve tasks and problems. Students therefore consider science to be very difficult and even though they believe science contents are important for society, they consider them unnecessary in their everyday life. This statement has been confirmed by the results of the research we conducted in the project PROFILES (see below).

Interest has also been found to influence future educational training and career choices (Krapp, 2000), an important aspect in terms of the urgent need to counter the declining interest that young people have in



pursuing scientific education and careers (Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007). Developing an understanding of and ability to use evidence is important not only for the study of science, but also for lifelong learning and for solving problems in everyday life. Science is a practice that incorporates more than just concepts and facts, but also involves scientific ways of thinking and reasoning (McNeill, 2010). Evidence, in the form of data that are obtained by experiment and measurement, is used to answer questions, solve problems or make decisions (Aikenhead, 2005). Tytler, Duggan and Gott (2001) argue that the use of evidence is central to the interactions between the public and science. When making a decision, everyone should be able to evaluate information, ask questions, use evidence and argue. Scientifically literate citizens use scientific approaches for analyzing and solving problems requiring investigation, basing their judgments upon evidence rather than presuppositions and bias. For example, Zohar and Nemet (2002) found out that students were able to transfer their argumentative skills from the instruction of genetics and apply them successfully in the dilemmas of everyday life. As an example of application of the scientific process in decision making in everyday life, the solution of vaccination can be mentioned (Aikenhead, 2005).

The current situation in science education suggests that the gap between how science subjects are taught and how they are perceived in society (e.g. on television and in other media) is rapidly increasing (Cakmakci et al., 2011; Osborne, 2007). This is also an argument for the need to implement into science subjects contemporary teaching/learning methods that can reduce the gap between the understanding of nature based on the knowledge taught in school and extracurricular knowledge obtained from different information sources (Ault & Dodick, 2010; Bianchini, 2008). Therefore it is necessary to look for innovative teaching/learning methods that will lead to more effective science education and increase in students' motivation for science.

Last years have seen a growing call for inquiry to play an important role in science education (American Association for the Advancement of Science, 1994; National Research Council, 1996; Blumenfeld et al., 1991; Linn, diSessa, Pea, & Songer, 1994). For these reasons, inquiry-based science education is becoming increasingly popular and has proved to be a suitable educational method for the development of necessary knowledge and skills, motivating students significantly. Inquiry-based science education holds out the promise of engaging students more productively, of giving them opportunity to enjoy science and find it rewarding.

IBSE IN SCIENCE EDUCATION

Today's rapidly changing world brings in new requirements for education and thus for science education. The importance of knowledge and traditional skills is decreasing because their life span is getting shorter. The society wants schools to equip young people with "new weapons to fight the market" such as creativity, curiosity, change management and life-long learning. In addition, it is necessary to motivate students to get interested in science. This requires changes in science education. It is necessary to revise science contents and apply appropriate modern teaching/learning methods. Such teaching/learning methods include inquiry-based science education (hereinafter IBSE). It is an instructional learner-centred approach that on the bases of inquiry integrates theory and practice, and develops knowledge and skills for a solution to a defined problem. Students have to solve the problem, conduct self-directed learning and work in teams to make their own connection, creation and organization for future application in similar problems. This deviates from didactic, lecture-tutorial, teacher-centred approach where the focus is on only transmission of knowledge from teacher to students. Students in IBSE lessons are encouraged to be able to solve problems independently and competently. This call for inquiry-based learning is based on the recognition that science is essentially a question-driven, open-ended process and that students must have personal experience with scientific inquiry to understand this fundamental aspect of science (Linn, Songer, & Eylon, 1996). Furthermore, inquiry activities provide a valuable context for learners to acquire, clarify, and apply an understanding of science concepts. Research results (Darling-Hammond, 2008; Rocard et al., 2007) prove that IBSE brings the required competences to society, it is effective and increases students' interest in studying science, and also stimulates the motivation of teachers. This method is effective for all types of students: from the weakest to the smartest (including the gifted ones), boys and girls, students of all ages.

IBSE levels in science education

However, it is logical that IBSE is age-specific when being applied to science education. Application IBSE needs a large ensemble of activities that constitute “doing science”. These activities include conducting investigations, sharing ideas with peers, specialized ways of talking and writing, mechanical, mathematical, and computer-based modelling, and development of representations of phenomena. This type of science education involves active learning, and it takes advantage of children’s curiosity by increasing their understanding of the world through problem solving. To develop skills in science, students must have the opportunity to participate in this full range of activities. It would be wrong to assume that young students in primary science are able to conduct scientific research independently and from the beginning as students in secondary science courses, or even as real scientists do. The teacher has to develop individual skills gradually and systematically and lead the students to some extent according to their abilities even in IBSE. Banchi and Bell (2008) defined four IBSE levels (see Table 1) according to the degree of teacher’s guidance (help in the process, asking guiding questions and the formulation of the expected output).

Table 1: Four IBSE Levels

IBSE levels	Questions (defined by teacher)	Procedure (defined by teacher)	Solution (defined by teacher)
(1) Confirmation	Yes	Yes	Yes
(2) Structured	Yes	Yes	No
(3) Guided	Yes	No	No
(4) Open	No	No	No

(1) Confirmation inquiry

It is based on confirmation or verification of laws and theories. Confirmatory inquiry is appropriate at the beginning of IBSE implementation, when the teacher aims to develop observational, experimental and analytical skills of the students. When conducting experiments, students follow teacher's detailed instructions under his/her guidance.

(2) Structured inquiry

The teacher significantly influences the inquiry at this level and helps students by asking questions and providing guidance. Students look for solutions (answers) through their inquiry and provide an explanation based on the evidence they have collected. A detailed procedure of experiments is defined by the teacher, but the results are not known in advance. Students show their creativity in discovering laws. However, they are conducted by teacher’s instructions in the research. This level of inquiry is very important for developing students' abilities to perform high-level inquiry.

(3) Guided inquiry

The third level of IBSE changes the role of the teacher dramatically. The teacher becomes a students’ guide. He/she cooperates with students in defining research questions (problems) and gives advice on procedures and implementation. Students themselves suggest procedures to verify the inquiry questions and their subsequent solutions. Students are encouraged by the teacher much less than in the previous two levels, which radically increases their level of independence. Students should have previous experience of lower levels to be able to work independently.

(4) Open inquiry

This highest level of IBSE builds on previous three inquiry levels and it resembles a real scientific research. Students should be able to set up their inquiry questions, methods and procedures of research, record and analyze data and draw conclusions from evidence. This requires a high level of scientific thinking and places high cognitive demands on students, so it is applicable for the oldest and/or gifted students.



These four IBSE levels correspond to different age levels of students. However, it is possible to apply different levels of IBSE to the same age group during group instruction depending on students' abilities. Similarly, we can choose the appropriate level of IBSE according to the demands of the science course.

IBSE and students' age

Developmental constraints used to be presented as a reason why teaching based on inquiry shouldn't be applied to younger students in primary science. The idea of children being concrete and simplistic thinkers is outdated and shows that children's thinking is surprisingly sophisticated. Current researches show that even young children can be involved in learning using basic scientific procedures (Duschl et al., 2007). Zembal-Saul (2009) believes it is appropriate for younger students to get involved in simple inquiry, not only in the form of fun hands-on activities. Children's development of inquiry-based learning wants students to learn to verify evidence, make arguments, look for connections between findings, discuss and search for alternative explanations. It is also important to encourage younger students' interest in science education because researches show that increasing age of students brings decreasing interest in science (Simpson & Oliver, 1985; Baram-Tsabari & Yarden, 2009). This statement has been confirmed by the results of a research in the Czech Republic (MEYSCR, 2010). It has been proved that the rejection of science subjects increases with school attendance age. Upper secondary school students reject science more than lower secondary ones. For example, chemistry was turned down by less than a fifth of lower secondary school students, while in upper secondary schools the number was nearly 50 % (MEYSCR, 2010).

Science contents appropriate for IBSE

An appropriate choice of science contents is of great importance for successful IBSE application. Strategy for the selection of a motivating contents for IBSE is in focus on a relevant, meaningful, controversial, and open scientific issue (Blumenfeld et al., 1991; Barron et al., 1998). Absence of relevance is a common complaint of students about their science lessons and a reason for lack of desire to continue studying science beyond school. What is seen as relevant by teachers and other adults may not be perceived as such by young people.

Researches show that students are motivated if the science contents are associated with the problems of everyday life (Baram-Tsabari & Yarden, 2009). Therefore, one of the most important IBSE principles is to use students' experience of everyday life as a learning aid for scientific procedures (Warren et al., 2001). Such experience may be similar to or quite different from academic disciplinary practices. It is important for teachers to understand these similarities and differences in order to implement them in instruction in a suitable way (Taylor, 2009). Teachers candidates in pre-service teacher training begin to acquire this very important pedagogical skill and they develop it in their professional life in in-service teacher training. A part of our project PROFILES was research analysing the research question whether students in the Czech Republic are interested in science contents associated with their everyday life. We used a students' questionnaire as a research method. In 2011 we collected 334 responses of a representative sample of students aged 14-15 years, 158 boys and 176 girls from nine secondary schools. Students expressed their views on whether their lessons contain what they need in everyday life and what is important for the development of society. They considered this issue at two levels. First they expressed their experience of actual or real science lessons and then had the opportunity to express their ideas of imaginary ideal lessons. Partial results of the questionnaire survey are shown below (See Table 2).

Table 2: Questionnaire Survey Results

ACTUAL or REAL lessons which students attend in the area of science (number of students = 334)								
Question		Scale and percentage of answers						
1	The level of importance to my everyday life of the topics I study in science lessons may be described as:	Extremely important	Very important	Important	Fairly important	Somewhat unimportant	Very unimportant	Extremely unimportant
		1	6	18	33	29	10	3
2	The level of importance to society in general of the topics I study in science lessons may be described as:	Extremely important	Very important	Important	Fairly important	Somewhat unimportant	Very unimportant	Extremely unimportant
		5	15	25	30	20	4	1
IDEAL lessons which students attend in the area of science (number of students = 334)								
Question		Scale and percentage of answers						
1	For me, science lessons should be useful in my everyday life :	Extremely important	Very important	Important	Fairly important	Somewhat unimportant	Very unimportant	Extremely unimportant
		6	17	33	22	14	6	2
2	For me, science lessons should be relevant to society in general:	Extremely important	Very important	Important	Fairly important	Somewhat unimportant	Very unimportant	Extremely unimportant
		12	15	35	26	9	2	1

Regarding the real lessons only a quarter of students (25 %) considers science contents to some extent (extremely important + very important + important) important for their daily lives and 45 % of students believe it is important to society. On the contrary, 42 % of students consider science contents to some extent unimportant (somewhat unimportant + very unimportant + extremely unimportant) to their daily lives and about 25 % of students as unimportant to society. Approximately a third of students expressed a neutral opinion to both questions.

Students could express their wishes regarding science contents in the idea of an ideal science lesson. More than half (56 %) of students would like the science contents related to everyday life and 62 % of students said that the science contents should be beneficial to society.

Our research confirms the international experience that problems of everyday life motivate and inspire students to study science. There is evident contradiction between what is really taught in Czech schools and what students would like to be taught. These findings have been confirmed by other studies carried out in the Czech Republic (MEYSCR, 2008; MEYSCR, 2010). Science educators have to consider the fact when innovating teaching/learning methods and also in science teacher training.



IMPLEMENTATION OF IBSE IN SCIENCE TEACHER TRAINING

We must not forget the important role of teachers in promoting children's curiosity and persistence by directing their attention, structuring their experiences, supporting their learning attempts, and regulating the complexity and difficulty of levels of information for them. To be successful in science, students need carefully structured experiences, instructional support from teachers, and opportunities for sustained engagement with the same set of ideas over weeks, months, and even years (Duschl et al., 2007).

Teacher professional development is very important because how science is taught depends on the teachers. The experience shows no innovation will be sustained unless systematic and ongoing professional development of science teachers is provided to support the changes required in the instruction (Osborne & Dillon, 2008). Pajares (1992) believes teachers' conceptions are a product of their experiences in education as students. Teacher's PCK (Shulman, 1987) has long-term and complex development, therefore it is necessary to start with the preparation of science teachers for IBSE application in pre-service training and continue in in-service training. Teachers and teacher candidates have confirmed this statement in our opinion surveys.

Regarding the fact, many countries, including the Czech Republic, put emphasis primarily on traditional transmissive teaching methods, so neither teachers nor teacher candidates have their own personal experience with IBSE. This significantly limits the rapid changes of PCK in the context of IBSE acceptance. Teachers sometimes struggle with how to design and implement inquiry instruction with their students. The first step, understanding what inquiry is, can be difficult, let alone designing activities that support the inquiry. Improper application of IBSE in science instruction may not produce the expected positive results and the disappointed teacher comes back to the traditional style of teaching (Darling-Hammond, 2008).

To make IBSE effective, it is essential for teachers to acquire professional competency to apply IBSE consisting of a set of specific skills. Science teachers need to be able to determine what level of IBSE can be used, what knowledge and skills should their students acquire, at what level and in what order. What is also important is the choice of contents and their transformation into a form suitable for IBSE. It is therefore essential to integrate this competence to apply IBSE in the teacher educational programme and continual professional development (CPD).

The model of IBSE implementation in science teacher training

Five acquiring stages exist in the development of science teacher's skills to apply IBSE:

- (a) Motivation stage: Completing of professional interest and attitudes towards IBSE.
- (b) Orientation stage: Acquiring knowledge necessary for IBSE.
- (c) Stabilization stage: Solving of simple applied tasks of IBSE application.
- (d) Completing stage: Solving of complicated applied tasks of IBSE application.
- (e) Integration stage: Solving of teaching problem situation in school practice (new skill is integrated into skill structure).

Completing and integration stages are conditioned by several-year experience of the teacher and that's why acquiring these skills is not possible to finish as soon as pre-service teacher training.

Science teacher training in IBSE is a long-term process. We can identify by use of design-based research links between the above-mentioned stages of the development of skills to apply IBSE and levels of IBSE applied in instruction by a professionally prepared teacher. This simple model describes the relationship (see Table 3).

Table 3: Model of Development of Skills for IBSE Application

Period of teacher training	Main objective of teacher training	Acquiring stage of skills for IBSE application	Levels of IBSE with full teacher competency to apply	Teacher training methods (examples)
Pre-service	Initial professionalization	(a) Motivation stage (b) Orientation stage (c) Stabilization stage	(1) Confirmation (2) Structured	The actual training using IBSE (teacher in the role of a student); IBSE video analysis; the first practical application of IBSE in school practice
Experience with teaching				
In-service	Continual professional development	(d) Completing stage (e) Integration stage	(3) Guided (4) Open	Action research; design-based research

During the pre-service phase the initial professionalization of a science teacher candidate starts as a part of his/her university studies. At this stage of professional training the teacher candidate is usually able to handle only the first three stages of implementation IBSE skills. An appropriate training method is an introduction to IBSE when the teacher candidate plays the role of a student. A video analysis of IBSE lessons has been successful as well. Later the teacher candidate led by experienced teachers and university educators uses IBSE elements in school practice. At the end of the pre-service training the teacher candidate is usually sufficiently qualified for the first two levels of IBSE: confirmation and structured. During the in-service phase teacher can reach the other two levels of IBSE. A necessary condition is sufficient teaching experience. So the last two stages of acquiring skills for IBSE application can be completed. This model of teacher development for IBSE application can become the basic structure for a teacher training programme.

Science teacher competency for application of IBSE

Teacher training to apply IBSE runs in the pre-service and in-service phase in a different form. Kansanen (2005) distinguishes, similarly to other authors, between different levels: from a novice teacher to an expert teacher. Teachers reach the novice level in university preparation. Teaching experience and further studies may shift the teacher to the expert level. At this level, the teacher can fully apply all IBSE levels.

To implement effective science teacher training for IBSE it is necessary to compile a set of educational objectives in the form of teachers' professional knowledge and skills. This will bring full competency to apply IBSE as a system complex of pedagogical professional teachers' knowledge, understandings and skills.

We obtained the initial outputs of our design-based research in the field of IBSE application focusing on a role of simple experimentation in IBSE. These conclusions have resulted in defining a set of professional science teachers' knowledge, understandings and skills for IBSE application:

- Knowledge and understanding of IBSE paradigms and objectives
- Knowledge and understanding of each IBSE level
- Skill to select appropriate contents (from everyday life etc.)
- Skill to transform the contents into individual IBSE levels
- Skill to motivate students (simple experimenting, projects)
- Skill to observe and to do experiment
- Skill to ask questions in accordance with IBSE
- Skill to conduct action research and design-based research
- Skill to apply ICT in IBSE
- Skill to encourage students in communication skills in IBSE

- Skill to organize student educational activities in IBSE
- Skill to use a wide range of educational techniques (methods, forms, and aids) suitable for IBSE

This and another potential set of professional teacher knowledge, understandings and skills will set up a system - the competency of teachers to apply IBSE effectively. The role of educators of science teachers is to integrate the knowledge, understandings and skills in the pre-service and in-service science teacher training.

DISCUSSIONS AND CONCLUSION

According to the research and international experience IBSE is one of the most promising innovative teaching/learning methods. This method not only motivates students but also science teachers. It is necessary to spread this educational method with science teachers and develop teaching/learning curricular materials such as textbooks, exercise books, collections of tasks, files of experiments, etc. in accordance with IBSE.

The project PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) is a European project that aims to support science teachers in the IBSE application in science teaching so that this method could become a common part of school practice (Profiles, 2011). The PROFILES project offers suitable materials and supports teachers to use IBSE so that the method can become an integral part of science and technology teaching. The project PROFILES includes a set of specific educational modules adapted for IBSE. The authors of this contribution are co-researchers of the project PROFILES and its outputs will be presented in pre-service and in-service science teacher training.

As example of IBSE module in the Project PROFILES can be used an excerpt from the module **“Brushing up on chemistry”**, developed by G. Tsapalis and G. Papaphotis (Profiles, 2011):

The teacher assign to students the task of going to a supermarket and buy a small selection of toothpastes, including toothpastes that have different purpose, for instance, whitening, with baking soda, for gingivitis. Following that they identify from the product packages the ingredients of each brand and under the teacher’s guidance about a general reference to the composition of toothpastes they divide the ingredients into particular groups, depending on their action/functioning. Students carry out hands on activity preparing home-made toothpaste, using available at home materials. Subsequently they test the effect of homemade toothpaste by comparing with a commercial brand of toothpaste. The cleaning power of the both kinds of toothpastes is compared by testing their ability to remove food colouring from egg shells (see Fig. 1).



Figure 1: Comparison of abrasiveness of homemade and commercial toothpastes



Through the study of the toothpaste, a common, well-known product of daily use, we aim to connect chemistry with everyday life, and increase students' interest in chemistry. In addition, through the toothpaste, we have the opportunity to refer to a large number of chemical substances and students can gain practice in experimenting. Apart from the hands on activity, which is shown in the previous text, there are many others in the full module. Students prepare solutions, measure pH; check reactions of ingredients with acids and hydroxides. Except science skills and knowledge students improve other competences. This activity offers the opportunity to discuss in class the importance of regular dental care for health of teeth and the general health.

Subsequent open research problems in implementation of IBSE in science teacher training are: combining experiments and problem tasks, development of appropriate experiments, reshaping of project teaching, adjustment IBSE for gifted and disabled etc.

Acknowledgements : The study initiated within the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

WJEIS's Note: This article was presented at 3rd International Conference on New Trends in Education and Their Implications - ICONTE, 26-28 April, 2012, Antalya-Turkey and was selected for publication for Volume 2 Number 4 of WJEIS 2012 by WJEIS Scientific Committee.

REFERENCES

- Aikenhead, G. S. (2005). Science-based occupations and the science curriculum: Concepts of Evidence. *Science Education*, 89(2), 242-275.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ault, C. R. Jr., & Dodick, J. (2010). Tracking the Footprints Puzzle: The Problematic Persistence of Science-as-Process in Teaching the Nature and Culture of Science. *Science Education*, 94(6), 1092-1122.
- Banchi H., & Bell R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*. 46(2), 26-29.
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2009). Identifying Meta-Clusters of Students' Interest in Science and Their Change with Age. *Journal of research in Science teaching*, 46(9), 999-1022.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D., & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 271-311.
- Bianchini, J. (2008). Mary Budd Rowe: A storyteller of science. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 799-810.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3 & 4), 369-398.
- Cakmakci, G. Sevindik, H., Pektas, M., Uysal, A., Kole, F., & Kavak, G. (2011). *Investigating Turkish Primary School Students' Interests in Science by Using Their Self-Generated Questions*. [Research in Science Education](#). (in press).
- Darling-Hammond, L., Barron, B., Pearson, P. D., Schoenfeld, A. H., Stage, E. K., Zimmerman, T. D., Cervetti, G. N., & Tilson, J. (2008). *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*. San Francisco: John Wiley & Sons Inc., by Jossey-Bass, a Wiley imprint. Retrieved October 12, 2011, from Edutopedia.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades k-8*. Washington D. C.: National Academy Press.



- Kansanen, P. (2005). The idea of research-based teacher education. In E. Eckert & W. Fichten (Eds.), *Schulbegleitforschung. Erwartungen – Ergebnisse – Wirkungen* (pp.91-103). Munster: Waxmann.
- Krapp, A. (2000). Interest and human development during adolescence: An educational-psychological approach. In: J . Heckhausen (Ed.), *Motivational psychology of human development* (pp. 109–128). London: Elsevier.
- Linn, M. C., diSessa, A., Pea, R. D., & Songer, N. B. (1994). Can research on science learning and instruction inform standards for science education? *Journal of Science Education and Technology*, 3(1).
- Linn, M. C., Songer, N. B., & Eylon, B. S. (1996). Shifts and convergences in science learning and instruction. In R. Calfee and D. Berliner (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*. New York: Macmillan.
- McNeill, K. L. (2010, March). *Explanation, argument and evidence in science, science class and the everyday lives of fifth grade students*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- Ministry of Education, Youth and Sports CR. (2008). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva*. Retrieved January 15, 2012, from MEYSCR web: http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf
- Ministry of Education, Youth and Sports CR. (2010). *Talent nad zlato*. Retrieved January 15, 2012, from MEYSCR web: <http://userfiles.nidm.cz/file/KPZ/KA1-vyzkumy/brozura-talentnadzlato-web.pdf>
- National Research (1996). *National science education standards*. Washington, D. C.: National Academies Press. Retrieved January 15, 2012, from NEC web: <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>
- OECD. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies – Policy Report*. Retrieved January 15, 2012, from Global Science Forum web: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>
- Osborne, J. (2007). Science education for twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184.
- Osborne, J., & Dillon, J., (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers beliefs and educational research: Cleaning up amessy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Profiles. (2011). Retrieved January 15, 2012, from PROFILES web: http://www.profiles-project.eu/cms_profiles/
- Rocard, M., Cesrmley, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels, Belgium: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved January 15, 2012, from EU: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Simpson, R. D., & Oliver, J. S. (1985). Attitude toward science and achievement motivation profiles of male and female science students in grades six through ten. *Science Education*, 69(4), 511–526.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Taylor, E. V. (2009). The purchasing power of low-income students: The relationships to mathematical development. *Journal of the Learning Sciences*, 18, 370-415.



Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23, 815-832.

Warren, B., Ballenger, C., Ogonowski, M., Rosebery, A. S., & Hudicourt-Barnes, J. (2001). Rethinking diversity in learning science: The logic of everyday sense-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 529-552.

Zemal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, 93, 687-719.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

D) Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání



Josef Trna, Eva Trnová

Moduly s experimenty v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání



Pedagogický vývoj a inovace
Brno 2015



**MODULY S EXPERIMENTY
V BADATELSKY ORIENTO VANÉM PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ**

Josef Trna, Eva Trnová

**muni
PRESS**

Paído

PROFILES



Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science

MODULY S EXPERIMENTY V BADATELSKY ORIENTOVANÉM PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Josef Trna, Eva Trnová

Brno 2015



Výstupy výzkumu projektu PROFILES
SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME
5.2.2.1 – SiS-2010-2.2.1
Grant agreement no.: 266589



The book has been published with the financial support
of the project PROFILES.
Kniha byla vydána s finanční podporou projektu PROFILES.

The book was published by Paido publishing house with the scientific editorial board.
Publikace vyšla v nakladatelství Paido s vědeckou redakcí.

Ediční řada Pedagogický vývoj a inovace
Svazek 2

Recenzovali:

Doc. PaedDr. Pavel Doulík, Ph.D.

Doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Doc. PhDr. Jiří Škoda, Ph.D.

Prof. PhDr. Vlastimil Švec, CSc.

© 2015 Josef Trna, Eva Trnová

© 2015 Paido, Brno

© 2015 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-7315-252-9 (Paido. Brno)

ISBN 978-80-210-7577-1 (Masarykova univerzita. Brno)

OBSAH

1	Úvod	7
2	Východiska pro vývoj a výzkum modulů v IBSE	10
2.1	Nová paradigmatata přírodovědného vzdělávání	10
2.2	Nové teorie učení v přírodovědě	11
2.3	Nové vzdělávací potřeby žáků	12
2.4	Inovativní strategie přírodovědného vzdělávání	13
2.5	Inovace profesní přípravy přírodovědných učitelů	16
3	Cíle vývoje a výzkumu modulů s experimenty v IBSE	18
4	Metody vývoje a výzkumu modulů s experimenty v IBSE	19
5	Výsledky vývoje a výzkumu vývoje modulů s experimenty v IBSE	21
5.1	Analýza praktických problémů	21
5.2	Vývoj řešení s teoretickým rámcem	28
5.2.1	Taxonomie experimentů v IBSE	28
5.2.2	Moduly s experimenty v IBSE	36
5.3	Hodnocení a testování vyvinutého řešení v praxi	37
5.4	Dokumentace a reflexe vedoucí k tvorbě nových zásad	40
6	Aplikace vyvinutých modulů s experimenty v IBSE	43
6.1	Implementace modulů s experimenty v IBSE	43
6.2	Moduly s experimenty v IBSE pro nadané žáky	47
6.3	Moduly s experimenty v IBSE a konektivismus	50
7	Ukázky vyvinutých modulů s experimenty v IBSE	53
7.1	Modul s experimenty v IBSE: Bezpečné plavání a potápění	53
7.1.1	Bezpečné plavání a potápění – žakovské aktivity	54
7.1.2	Bezpečné plavání a potápění – učitelský průvodce	64
7.2	Modul s experimenty v IBSE: Uhlík – základ života	77
7.2.1	Uhlík – základ života – žakovské aktivity	77
7.2.1	Uhlík – základ života – učitelský průvodce	85
7.3	Modul s experimenty v IBSE: Chemie pro zářivý úsměv	99
7.3.1	Chemie pro zářivý úsměv – žakovské aktivity	99
7.3.2	Chemie pro zářivý úsměv – učitelský průvodce	108
	Závěr	123
	Summary	124
	Literatura	125
	Seznam obrázků	130
	Seznam tabulek	131
	Věcný rejstřík	132
	Jmenný rejstřík	133

1 ÚVOD

Přírodovědné, technické a matematické (angl. STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics) vzdělání je považováno za významnou součást celkového vzdělání současně i budoucích generací. Experti se také shodují na tom, že vzdělávání ve STEM by mělo být povinnou součástí vzdělávání všech občanů (Osborne & Dillon, 2008; Osborne, Simon, & Collins, 2003). Je třeba vyřešit a rozhodnout, jaké vzdělávání ve STEM by měli dnešní žáci získat. To znamená jasně stanovit potřebné vzdělávací cíle, pak zvolit vhodné vzdělávací (výukové) metody, formy a prostředky a také řešit otázku motivace žáků. Výstupem takového vzdělávání by měl být dostatečný soubor vědomostí, dovedností a postojů, včetně rozvinutých schopností kritického myšlení, řešení problémů, spolupráce, efektivní komunikace a sebevzdělávání (Pellegrino & Hilton, 2012). Významným úkolem je také specializované vzdělávání ve STEM pro žáky se specifickými vzdělávacími potřebami, kam patří nejen tělesně, duševně a sociálně znevýhodnění žáci, ale též žáci nadaní.

Závěry expertní komise Evropské unie (Science Education Now, 2007) uvádějí, že způsoby, kterými se přírodní vědy ve školách vyučují, jsou považovány za jednu z hlavních příčin klesajícího zájmu mladých lidí o toto studium (Rocard et al, 2007). Bylo zjištěno, že jen 15 % evropských žáků je spokojeno s kvalitou výuky přírodovědných předmětů. Téměř 60 % žáků uvádí, že výuka těchto předmětů není dostatečně zajímavá (MŠMT, 2010). Proto se v mnoha zemích setkáváme se snahou o inovace přírodovědného vzdělávání a také o významnější změny ve výuce přírodovědných (i dalších STEM) oborů.

Mnohé domácí i zahraniční zkušenosti a výzkumy (Ješková, 2009) potvrzují, že podpora zájmu o STEM by měla být založena na akceptování přirozené zvědavosti žáků a jejich specifických vzdělávacích potřeb. Vzdělávání ve STEM by nemělo být realizováno odděleně od světa žáků jako „malé vědy“ nebo „teorie vzdálené běžnému životu“, ale naopak jednotlivé pojmy by měly být vysvětlovány v kontextu každodenních situací i v souvislosti s ostatními vyučovacími předměty (interdisciplinární přístup). Tam, kde je to možné, by žáci sami měli zkoumat objekty a jevy pomocí pozorování, experimentování a vlastního bádání. Nelze opomenout posílení prvků otevřeného učení s přiměřenou mírou volnosti žáků při volbě jejich individuální vzdělávací cesty (Bybee, Carlson-Powell, & Trowbridge, 2008; Kireš & Šveda, 2012). Vzdělávání ve STEM by mělo v budoucnosti vést k rozvoji kritického myšlení, k tvořivosti, ke schopnosti týmové práce, argumentace, diskuse, prezentace, používání mateřského a cizího jazyka aj.

Inovativní přístup ke vzdělávání ve STEM by tedy měl splňovat zejména následující požadavky:

- klást důraz na aktivitu a svobodný projev žáků ve výuce,
- vyučovat předměty v kontextu běžného života a budoucí profese,
- brát v úvahu dosavadní zkušenosti žáků v podobě jejich prekonceptů a využívat je ve výuce,
- propojovat systémově a funkčně dříve naučené znalosti s novými vědomostmi a dovednostmi,

- využívat vědomosti a dovednosti ze STEM i v jiných předmětech (interdisciplinární přístup),
- rozvíjet schopnosti žáků řešit problémy, diskutovat, argumentovat a pracovat v týmu,
- přistupovat individuálně k žákům podle jejich specifických vzdělávacích potřeb.

Zahraniční zkušenosti prokázaly, že profesní připravenost učitelů má zásadní vliv na kvalitu výuky a vzdělávání (Darling-Hammond et al, 2015; Rivkin, Hanushek, & Kain, 2005; Osborne & Dillon, 2008). Role učitele není zpochybněna ani úvahami o využívání prvků otevřeného učení, jen nabývá jiných podob. Proto je třeba se cíleně zaměřit na vzdělávání učitelů, a to nejen těch, kteří se na své povolání teprve připravují na vysoké škole, ale také těch, kteří už ve školské praxi působí. Školení a kurzy jsou významným, nikoli však jediným způsobem, jak je možno podporovat práci učitelů šířením inovativních výukových metod a prostředků. Je nutné také iniciovat vznik komunikačních sítí učitelů, provozovat podpůrné webové aplikace, nabízet možnosti stáží či exkurzí na jiných školách, v podnicích a výzkumných laboratořích. Profesní příprava učitelů je posilována, pokud se stávají součástí komunikační sítě s kolegy, případně i s dalšími odborníky participujícími na vzdělávání ve STEM (Cormier & Siemens, 2010; Trna & Trnová, 2010b; Brdička, 2001; Powers, Zippay, & Butler, 2006). Umožňuje jim to získat podněty pro zlepšování kvality jejich výuky a podporuje také jejich motivaci k náročné profesi. Tyto komunikační sítě mohou sloužit k efektivnímu využívání zkušeností a znalostí, které si mohou učitelé předávat sami mezi sebou jako příklady dobré praxe (EDUCOLAND, 2015).

Edukační experti mají za úkol vyvinout účinné vzdělávací strategie a metody, které jsou vhodné pro inovativní vzdělávání ve STEM. Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (angl. IBSE – Inquiry-Based Science Education) je považováno za takovou inovativní strategii, zejména pro přírodovědné vzdělávání. Základní principy IBSE jsou definovány a známy (Dostál, 2015a, b). Nyní je nutné vypracovat konkrétní metody a nástroje IBSE pro praktickou výuku ve školách. Rozhodující součástí zavádění této strategie je kvalitní vzdělávání učitelů v IBSE. Zkušenosti a výzkumy však ukazují, že toto vzdělávání učitelů není obvykle dostatečně zajištěno (Magoon, 1977; Pajares, 1992).

Kvalitní přípravě učitelů přírodovědných předmětů v IBSE byl věnován evropský projekt PROFILES (2015) financovaný 7. rámcovým programem EU. Cílem evropského projektu PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) byla podpora a příprava učitelů přírodovědných předmětů na aplikaci IBSE ve výuce. Část výsledků výzkumu českých spoluřešitelů tohoto projektu (oba autoři této studie) je prezentována v této práci. Zde prezentované výsledky výzkumu sice vycházejí z projektu, jsou však jejich vlastním autorským přínosem a přinášejí nové originální poznatky publikované v zahraničí (Trna & Trnová 2012a; Trnová & Trna, 2011b; Trnová, 2012), které tímto prezentují české odborné pedagogické komunitě a také učitelům přírodovědných předmětů na všech typech škol. Autoři se zaměřili především na využití experimentů v IBSE.

V úvodní části práce se čtenář podrobně seznámí s výstupy základního výzkumu v podobě originální taxonomie experimentů vhodných do různých úrovní IBSE. Následuje prezentace výsledků aplikačního výzkumu především v podobě metody aplikace modulů s experimenty v IBSE, metody výuky IBSE s konektivistickými prvky a specifického přístupu v IBSE k nadaným žákům. V poslední části jsou uvedeny konkrétní typy modulů

s experimenty v IBSE, které jsou výstupem vývojového výzkumu. Autoři se pokusili o maximální koncentraci prezentovaných informací a jejich názorné propojení s praktickými ukázkami. Detailní výsledky výzkumů jsou dostupné v citovaných zdrojích.

Centrálním pojmem prezentovaného výzkumu je vzdělávací (výukový) modul s experimenty v IBSE. Tento výukový prostředek propojený s příslušnou metodou a formou vznikl jako modifikace modulu v IBSE, který byl vyvinut v rámci projektu PROFILES řešitelským konsorciem, jehož součástí byli autoři této studie. Čtenář bude podrobně seznámen s filozofií tvorby tohoto modulu v IBSE, s jeho modifikací v modul s experimenty v IBSE, s jeho strukturou a s implementací do přírodovědné výuky i do vzdělávání učitelů.

2 VÝCHODISKA PRO VÝVOJ A VÝZKUM MODULŮ V IBSE

Realizace přírodovědného vzdělávání jako významné součásti vzdělávání ve STEM je spojena s řadou aktuálních výzkumných problémů a úkolů. Posouzení jejich závažnosti a aktuálnosti by mělo předcházet výzkumu zvoleného konkrétního problému. Základem tohoto posuzování při vývoji a výzkumu modulů v IBSE bylo důkladné studium dosavadního poznání v dané oblasti. Ze širokého spektra výzkumných východisek jsou zdůrazněna nová paradigmatu přírodovědného vzdělávání, včetně nových teorií učení v přírodovědě, nové vzdělávací potřeby žáků, inovativní strategie přírodovědného vzdělávání a inovace profesní přípravy učitelů.

2.1 Nová paradigmatu přírodovědného vzdělávání

Žijeme v době mimořádně rychlých společenských změn, které přispěly ke změnám také v paradigmatu současného přírodovědného vzdělávání. Dosud se vystřídalo několik základních paradigmatu přírodovědného vzdělávání od prakticistního, přes pragmatické, polytechnické, k humanistickému a scientistickému (Škoda & Doulík, 2009). Na změny těchto paradigmatu měl vliv rychlý rozvoj přírodovědného poznání, ale také celé společnosti. Klasickým příkladem společenského působení byl rozvoj polytechnického paradigmatu díky Sputnik-šoku (1957) a následné zásadní změny v přírodovědném vzdělávání v USA a ve světě. Podle expertů se již více jak dvě desetiletí nacházíme v období hledání nových paradigmatu, kdy hovoříme o etapě koexistence více paradigmatu. Příčinou tohoto stavu je vliv několika relativně nových faktorů působících na vývoj paradigmatu. Patří k nim zejména environmentální problematika trvale udržitelného rozvoje lidstva, postmodernistický pluralitní pohled současné společnosti na roli vědy ve společnosti, interdisciplinární charakter přírodovědných problémů a ve významné míře rychlý nástup informačních a komunikačních technologií (Škoda & Doulík, 2009).

Zájem žáků o scientisticky zaměřené přírodovědné vzdělávání v rozvinutých zemích klesá. Tento nezáměr vychází především z překonaného pojetí přírodovědné výuky (přírodověda = „malá věda“), kdy je výuka obtížná díky velkému množství nových pojmů, vysoké míře abstrakce, jednostranné orientaci na kognitivní cíle aj. Toto paradigma nutí učitele užívat především transmisivní typ výuky, ve které není prostor pro dostatečně hluboké porozumění pojmům, a stejně tak chybí dostatečná aplikační fáze, což vede k odtřížení vzdělávání od problémů současného a budoucího života žáků.

Reakcí na negativní postoj žáků k přírodovědnému vzdělávání je hledání nových paradigmatu tohoto vzdělávání. Dnes se hovoří o multidisciplinárním paradigmatu přírodovědného vzdělávání (Škoda & Doulík, 2009), které, jak napovídá název, odráží multidisciplinaritu v přírodních i dalších vědách (Trna, 2005; Trna & Trnová, 2015). Vznikají totiž nové, často hraniční vědní obory, propojující přírodní, technické, ale i společenské vědy, s cílem řešit multidisciplinární výzkumné problémy, jakým je např. trvale udržitelný rozvoj lidstva.

Snaha objevit nové životaschopné paradigma je spojená s často chaotickým a nevědeckým hledáním vhodného způsobu výuky a vede ke vzniku řady různých vzdělávacích strategií, metod a nástrojů. Jejich životaschopnost ověří uplatnění v praxi, která je a vždy bude hlavním kritériem pro hodnotu vzdělávacích strategií. Nejčastější klíčová slova, která zaznívají při hledání nových cest přírodovědného vzdělávání, jsou: motivace žáků, aktivita žáků, propojení vzdělávání s každodenním životem žáků, příprava žáků na jejich budoucí život a uplatnění ve společnosti (na trhu práce), rozvoj kritického a badatelského myšlení žáků, implementace ICT do vzdělávání atd. Tento široký proud edukačních aktivit by však měl být usměrněn a orientován žádoucím směrem kvalitním výzkumem. Může totiž dojít k „únavovému efektu“, kdy proud snah o inovace v přírodovědné výuce zeslábné či zanikne. Obdobně se může snížit aktuálně deklarovaná společenská podpora vzdělávání ve STEM, která se jeví aktuálně jako relativně velká ze strany decizní sféry i zaměstnavatelského sektoru.

Při mnohých úvahách o budoucím vývoji paradigmat přírodovědného vzdělávání se projevuje vliv silícího konstruktivistického přístupu v přírodovědném vzdělávání. Tento přístup, který předpokládá aktivitu učícího se jedince, konstruujícího své poznání, je v souladu s výše uvedenými prioritami budoucích paradigmat přírodovědného vzdělávání.

2.2 Nové teorie učení v přírodovědě

Podle J. Piageta je podstatou procesu intelektuálního vývoje jedince konstruování poznání světa a společnosti prostřednictvím trvalé aktivní interakce jedince se světem a společností (Piaget, 1955). Rolím konstruktivismu ve vzdělávání je věnováno mnoho studií, ze kterých je možno vyčlenit zúžené pojetí konstruktivismu jako teorie učení v přírodovědě (Held, Pupala, & Osuská, 1994; Held & Pupala, 1995; Doulík & Škoda, 2002; Nezvalová, 2006; Bílek, Rychtera, & Slabý, 2008). Konstruktivismus jako teorie učení je v přírodovědě aplikován již několik desetiletí, přesto jeho přenos do praxe probíhá pozvolna. Proto je možno hovořit o nové teorii učení, minimálně o současném plném doceňování jejího významu. Pro splnění cílů našeho výzkumu vybíráme několik základních tezí, které popisují podstatu konstruktivismu (Gagnon & Collay, 2005 in Serafín, 2011, s. 9):

Poznání je konstruováno učícím se subjektem:

- fyzicky, a to na základě aktivního učení,
- symbolicky, a to na základě vytváření pojetí (modelů, schémat) prostřednictvím vlastního jednání,
- společensky, a to na základě sdělování pochopeného smyslu ostatním,
- teoreticky tak, že se pokouší vysvětlit věci, kterým zcela nerozumí.

Obdobně jako je akceptováno aktuální multidisciplinární paradigma přírodovědného vzdělávání, lze vyslovit myšlenku, že v přírodovědném vzdělávání nebude dominovat jediná teorie učení. Jistě lze identifikovat některé vzdělávací cíle, obsahy i technologie, pro které je vhodné použít tu či onu teorii učení. Ve zjednodušené podobě se často staví „proti sobě“ transmise a konstrukce poznatků. Přitom lze doložit, že i v současném přírodovědném vzdělávání mohou být oba přístupy v určité míře komplementární. Jako vhodný

příklad je možno uvést např. specifické experimentální dovednosti (např. měření veličin), které lze velmi obtížně konstruktivisticky vytvořit samotným žákem a je třeba je předat žákovi do značné míry instruktáží transmisivně. Pokud uvažujeme o individuálních vzdělávacích potřebách žáků se specifickými osobnostními charakteristikami, může být některými z nich transmise dokonce upřednostňována. Jiní žáci díky svému kreativnímu stylu mohou mít problém s komunikací a spoluprací se spolužáky v rámci skupinové konstruktivistické výuky, kdy je třeba brát v úvahu principy individuálního a sociálního konstruktivismu (Kaščák, 2002).

Existuje také věková a institucionální podmíněnost volby transmisivního či konstruktivistického přístupu, proto např. transmisivní přednáška na vysoké škole může být velmi efektivní. Je zřejmé, že technologie konstruktivistické výuky může přinést větší nároky na materiální vybavení didaktickými prostředky (např. pomůcky pro experimenty) a také na výukový čas a profesní kompetence učitele. Přesto by měl být konstruktivistický přístup k přírodovědnému vzdělávání prioritně a dominantně užíván, jestliže lze předpokládat efektivitu tohoto vzdělávání, zejména pak, je-li tato účinnost výzkumně ověřena.

Masivní a velmi rychlý rozvoj informačních a komunikačních technologií přinesl nový přístup do vzdělávání, který se nazývá konektivismus (viz dále). Pokud je tento pojem zúžen na vzdělávací oblast, je možno hovořit o další teorii učení přírodovědných předmětů, což potvrzuje hypotézu o současném fungování více teorií učení.

2.3 Nové vzdělávací potřeby žáků

Rychlý rozvoj informačních a komunikačních technologií (angl. ICT – Information and Communication Technologies) přináší významné změny i do vzdělávání (Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007; Siemens, 2005). Podnětem k těmto změnám jsou odlišné rysy dnešní generace žáků, která se narodila do „digitálního světa“, je od narození obklopena počítači, digitálními přehrávači, mobilními telefony, tablety a dalšími přístroji digitálního věku, což významně ovlivňuje také její styl učení (Oblinger & Oblinger, 2005). Tuto skutečnost odráží i anglická pojmenování užívaná pro tuto mladou generaci jako například: „Net Generation, Nintendo Generation, Millennials, Digital Natives či Generation Y, Z“ (dále bude užíváno: Net-generace). Při volbě vhodných vzdělávacích cílů, obsahu a technologií, které by podpořily zájem dnešních žáků o přírodovědu, je tedy nezbytné respektovat tento jejich nový poznávací (učební) přístup. Proto by měly být do přírodovědného vzdělávání implementovány metody a prvky odpovídající roli ICT v životě Net-generace žáků (Trnová & Trna, 2011a).

Zjištění, že dnešní žáci mají odlišný styl učení, preference a pohled na svět, vedla ke vzniku nové teorie učení – konektivismu jako „teorie učení digitálního věku“. Jeden z jejích zakladatelů, G. Siemens (2005), doporučuje doplnit konektivismus k již existujícím teoriím učení (Bertrand, 1998). Konektivismus odráží vliv ICT na vzdělávání tím, že využívá principy ICT, a tak je vhodným vzdělávacím přístupem pro Net-generaci žáků (Downes, 2012). Tato teorie učení reaguje na explozi nových poznatků a jejich dostupnost pomocí ICT (Internet). Jednou z hlavních myšlenek konektivismu, na kterou by měli učitelé ve výuce reagovat, je, že schopnost učit se, co potřebujeme pro zítřek, je důležitější než to, co známe dnes. Princip „know-where“ nahrazuje dosavadní „know-what“ and

„know-how“. Měli bychom tedy žáky učit nejenom hotovým poznatkům, ale také cestám k nim a dovednostem posoudit jejich relevanci.

Podle Oblingera (2005) lze vzdělávací prostředí pro 21. století strukturovat v souvislosti s konektivismem do tří sfér: reálné prostředí, virtuální prostředí a otevřené (kreativní) prostředí. Jako reálné prostředí je označeno klasické prostředí, kde dochází ke vzdělávání (škola, knihovny apod.). Virtuální prostředí je také určeno primárně ke vzdělávacím účelům, ale (jak již naznačuje název) je realizované prostřednictvím ICT (např. pomocí e-learningu). Ostatní vzdělávání se uskutečňuje v prostředí otevřeném (kreativním). Otevřené prostředí existovalo dávno před existencí vzdělávacích institucí. Lidé si vždy předávali své vědomosti a dovednosti. Se vznikem ICT, které umožňují snadné získávání potřebných vědomostí a dovedností od lidí, kteří jimi disponují, opět nabývá tento způsob poznávání na významu a část vzdělávání se přesouvá do tohoto otevřeného prostředí (Brdička, 2011). ICT umožňují vědomosti a dovednosti sdílet. Tyto nové skutečnosti musí současné přírodovědné vzdělávání reflektovat.

Multidisciplinární paradigma přírodovědného vzdělávání i současná koexistence více teorií učení (a z nich plynoucích vzdělávacích přístupů) implikují hledání inovativních strategií a metod přírodovědného vzdělávání. Jednou z těchto strategií je IBSE.

2.4 Inovativní strategie přírodovědného vzdělávání

Dnešní žáky je třeba připravit na jejich současnou a hlavně budoucí interakci s novými přírodovědnými a technickými objevy a aplikacemi. Tento přístup determinuje volbu vzdělávacích cílů v podobě kompetencí žáků, které jsou důležité pro jejich úspěšný život, proto jsou označovány jako „učení pro život a práci“ nebo „dovednosti jednadvacátého století“ (Pellegrino & Hilton, 2012). Je tedy důležité rozvíjet vzdělávací strategie a postupy, které jsou vhodné pro všechny žáky v závislosti na jejich specifických vzdělávacích potřebách.

Mezi inovativními přírodovědnými vzdělávacími strategiemi, jejichž účinnost je již částečně ověřena, nyní dominuje IBSE. Důvodem takového etablování IBSE je fakt, že tato vzdělávací strategie splňuje výše uvedené prioritní inovativní faktory, jako je aktivizace a motivace žáka, spojení se životem, kritické a badatelské myšlení atd. Podporou pro implementaci IBSE do výuky jsou i kurikulární dokumenty vytvořené v rámci Evropské unie (Science Education in Europe: National Practices, Policies and Research, 2011), které doporučují pozorování, pokusy a bádání, což je pro IBSE charakteristické (Dostál, 2015b, s. 11).

Odborníci (Brown, 1990; Schwab, 1976) zdůrazňují význam podpory zapojení žáků do hledání odpovědí na otázky důležité pro jejich život. Myšlenka vtažení žáků do IBSE se datuje od Deweyho (1938), který vycházel z předpokladu, že žáci se učí ze svých činností prostřednictvím rozšíření zkušeností z reálného světa, řešení problémů a diskuse s ostatními (angl. „learning by doing“). Tak si žák sám „konstruuje“ nový poznatek, který má šanci se přeměnit v dlouhodobou vědomost či dovednost. Tento konstruktivistický přístup k učení poskytuje teoretickou podporu učitelům při zapojování žáků do tvorby jejich vlastních znalostí v procesu interakce s objekty v prostředí a využívání vyšší úrovně myšlení a řešení problémů (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994). IBSE je

v současné době považováno za vhodnou vzdělávací strategii, která odpovídá konstruktivistickým i konektivistickým principům vzdělávání v přírodovědných oborech (Trna & Trnová, 2012b).

IBSE jako badatelská výuková strategie (v úzkém slova smyslu někdy uváděna jako metoda) v přírodovědném vzdělávání je založena na pochopení toho, jak se žáci učí přírodním vědám, a zaměřuje se na základní učivo, které má být osvojeno (Osborne & Dillon, 2008; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Kires & Sveda, 2012). Podstatou IBSE je zapojení žáků do objevování přírodovědných zákonitostí, propojování informací do smysluplného kontextu, rozvíjení kritického myšlení a podpora pozitivního postoje k přírodním vědám (Kyle, 1985; Rakow, 1986; Bybee, Carlson-Powell, & Trowbridge, 2008). Důraz je kladen na výuku jako bádání, ne jako memorování faktů, a porozumění vztahům a souvislostem. Tím se zásadně liší od klasické transmisivní výuky, která často odrazuje žáky od přírodovědných předmětů, protože nechápu fakta, která jim byla předložena jako „hotová“, a jsou odkázáni pouze na poměrně rozsáhlé a obtížné pamětní učení bez hlubšího porozumění. IBSE znamená odklon od systému výuky, který je založen pouze na osvojování faktů, k systému výuky, který klade důraz na koncepční porozumění a logický proces utváření vědomostí a dovedností.

Je ale mylné předpokládat, že žáci budou schopni již od prvního setkání s IBSE realizovat badatelské aktivity v pojetí, jaké uvádí např. Linn, Davis a Bell (2004), a zcela nezávisle na učiteli. Podle úrovně samostatnosti žáka při bádání a pomoci učitele rozlišují různí autoři několik úrovní bádání. Například Walker (in Kireš, Ješková, Ganajová, & Kimáková, 2016) rozlišuje šest úrovní bádání podle řízení činnosti žáka učitelem. V projektu ESTABLISH (Kireš, Ješková, Ganajová, & Kimáková, 2016) řešitelé pracovali s pěti úrovněmi IBSE.

Projekt PROFILES vycházel z Banchi a Bella (2008), kteří definovali podle podílu vedení ze strany učitele (pomoc při postupu, kladení návodných otázek a formulace očekávaných výsledků) čtyři úrovně IBSE (viz tab. 1). Tyto úrovně bádání poskytují prostor učitelům k diferenciaci náročnosti v rámci výuky a umožňují žákům zapojení podle jejich schopností.

Tabulka 1. Čtyři úrovně IBSE

Úroveň IBSE	Otázky stanovené učitelem	Postup stanovený učitelem	Řešení stanovené učitelem
1. Potvrzující (confirmation)	ano	ano	ano
2. Strukturované (structured)	ano	ano	ne
3. Nasměrované (guided)	ano	ne	ne
4. Otevřené (open)	ne	ne	ne

Pokud pomineme rozdílné úrovně jednotlivých aktivit a nebudeme rozlišovat míru ovlivňování učitelem, lze vymezit obecně platné fáze IBSE:

- aktivace zvědavosti žáků a zvýšení jejich zájmu o přírodovědné problémy,
- formulace konkrétního problému,

- naplánování badatelsky-orientovaného postupu řešení (kroky vedoucí k realizaci řešení),
- realizace naplánovaných badatelsky-orientovaných aktivit (experimenty aj.),
- konfrontace výsledků řešení problému s realitou,
- zpracování závěru řešení problému (možnost poukázat na propojení s jinými problémy),
- propojení vědeckých řešení s rozhodováním.

Existuje chybný názor, že IBSE je pouze zúženě experimentální „hands-on“ aktivita, v jejímž rámci žáci provádějí samostatné praktické aktivity, které ale nejsou propojeny se vzdělávacími cíli a obsahy. Opak je pravdou – žákovské badatelské aktivity musí být organicky včleněny do výuky s jasnou vazbou na vzdělávací cíle a obsahy. IBSE je třeba sladit se zásadami učení v přírodovědě, mezi které patří např. reflexe dosavadních zkušeností žáků, na nichž učitel staví aktivity žáků (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994). Integrace sociálně-konstruktivistického přístupu ke vzdělávání s praktickými aktivitami zvyšuje účinnost žákovského bádání (Rogoff, 1994; Solomon, 1989).

Výsledky výzkumů didaktické efektivity IBSE (např. Rocard et al, 2007) potvrzují, že tato strategie (zúženě metoda) je účinná, zvyšuje zájem žáků o studium přírodních věd a zároveň stimuluje i motivaci učitelů. Vzdělávacími obsahy v IBSE jsou obvykle objekty a jevy, které žáci znají z každodenního života, což podněcuje aktivitu žáků, jejich „chuť bádát“. Právě tento motivační prvek není dosud u jiných vzdělávacích metod výzkumy dostatečně prokázán. IBSE je efektivní pro většinu typů žáků: od nejslabších po nejschopnější (včetně nadaných), chlapce i dívky a také různé věkové kategorie (Škrabánková, Trna a kol., 2013).

Využití vzdělávacího potenciálu IBSE však vyžaduje, aby učitel důkladně pochopil podstatu IBSE. V rámci vzdělávání učitelů-účastníků projektu PROFILES v implementaci IBSE byl dáván důraz zejména na:

- podporu aktivního řešení problémů samotnými žáky,
- osvojení si badatelského způsobu práce žákem,
- dovednost žáka poučit se z vlastních chyb,
- individuální přístup k žákům dle jejich specifických vzdělávacích potřeb,
- žákovský prožitek pocitu úspěchu a odborného růstu,
- překračování hranic předmětů (multidisciplinární výuka),
- genderovou vyrovnanost dívek a chlapců v obsahu a metodách výuky,
- aplikaci úkolů podněcujících spolupráci mezi žáky,
- posílení pozitivního postoje žáků k přírodovědě,
- použití nových způsobů hodnocení výkonů žáků,
- reflexi a sebereflexi žáků i učitelů, vedoucí ke zvýšení kvality výuky.

IBSE je perspektivní inovativní strategie přírodovědné výuky díky svému konstruktivistickému charakteru. Při jeho realizaci lze také uplatnit modely učení zdůrazňující konstruktivistický přístup, jako například 5E model (angl. – Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) nebo rozšířený 7E model (angl. – Engage/Elicit, Explore, Explain,

Elaborate/Extent, Evaluate) označovány podle jednotlivých fází (Kireš, Ješková, Ganajová, & Kimáková, 2016).

Nelze však zapomenout, že žáci, na jejichž vzdělávání IBSE aplikujeme, jsou již příslušníky Net-generace, a proto je nutné propojit IBSE a konektivismus. Efektivní aplikace IBSE tedy vyžaduje, aby na ně byli učitelé kvalitně připraveni v systematickém vzdělávání v rámci jejich trvalého profesního rozvoje.

2.5 Inovace profesní přípravy přírodovědných učitelů

Při realizaci změn v přírodovědném vzdělávání, zejména ve školní výuce, mají rozhodující roli učitelé, kteří způsobem výuky zásadně žáky ovlivňují (Darling-Hammond et al, 2015; Rivkin, Hanushek, & Kain, 2005; Osborne & Dillon, 2008). Na tuto vysoce kvalifikovanou profesní roli však musí být učitelé dostatečně připravováni. Nelze pouze konstatovat, že je nutné změnit způsob výuky, ale je třeba učitele vzdělávat v oblasti inovativních strategií a metod, způsobu jejich implementace do výuky a připravovat pro ně vhodné výukové materiály. Praxe a výzkumy ukazují, že žádná inovace výuky není trvalá a účinná, pokud není realizováno kvalitní vzdělání učitelů, které podpoří požadované edukační změny (Magoon, 1977; Van Driel, Beijaard, & Verloop, 2001).

Například M. F. Pajares (1992) uvádí, že učitelé jsou ve způsobu výuky nejvíce ovlivněni zkušenostmi z vlastního vzdělávání, a proto často kopírují postupy a strategie, kterými byli sami vzděláváni. Vážným problémem je, že v řadě zemí, včetně České republiky, byl v minulosti kladen důraz především na tradiční transmisivní výuku. Z toho důvodu učitelé nemají dostatečné vlastní zkušenosti s odlišným typem výuky založeným na inovativních výukových strategiích a metodách, jako je např. IBSE. Učitelé se proto potýkají s výběrem vhodných obsahů a s jejich didaktickou transformací do podoby badatelského vzdělávání a jeho vhodným zařazením do výuky (Janík et al., 2013). Neodborná aplikace IBSE do výuky nemusí přinést očekávané pozitivní výsledky a zklamaný učitel se pak pochopitelně vrací ke svému tradičnímu „osvědčenému“ stylu výuky. Aby bylo IBSE ve výuce účinné, musí učitelé získat potřebné profesní kompetence, založené na konkrétních pedagogických vědomostech, dovednostech, ale i postojích (Dostál, 2015c). Je např. nutné, aby uměli určit, jakou úroveň bádání mají použít, jaké vědomosti a dovednosti si mají jejich žáci osvojit, v jaké úrovni a posloupnosti. Proto je velmi důležité, aby se dobře seznámili s teoretickými základy IBSE a získali vlastní praktické zkušenosti z této strategie výuky. Je logické, že o budoucím využití inovativních metod rozhodují postoje učitelů, které vedle jejich vědomostí a dovedností ovlivňuje i řada dalších faktorů (Trna, 2012a).

Několik evropských projektů bylo a je orientováno na přípravu přírodovědných učitelů na implementaci IBSE. Jedním z nich byl také projekt PROFILES, ve kterém bylo zapojeno více než dvacet vzdělávacích vysokoškolských pracovišť a který probíhal v letech 2011–2015. Hlavním cílem projektu PROFILES bylo vzdělávání učitelů v IBSE. Učitelé zapojení do projektu PROFILES se vzdělávali pomocí připravených materiálů, které si nejprve sami vyzkoušeli a poté realizovali ve výuce. Následovala vlastní tvorba materiálů, jejich ověřování a následná implementace do výuky, která měla vést k trvalému užívání IBSE.

Projekt PROFILES byl založen na těsném mezinárodním partnerství jeho řešitelů a učitelů-účastníků projektu. V rámci projektu PROFILES byla vytvořena komunikační síť pro spolupráci učitelů, která trvale umožňuje výměnu zkušeností a výukových materiálů, diskusi při řešení jednotlivých problémů atd. Jsou nabízeny osvědčené kurikulární materiály pro práci s žáky, které zpracovali zkušení učitelé, je zprostředkováván přenos mezinárodních zkušeností. Takto vytvořené podnětné prostředí dává předpoklad pro zvýšení profesionality učitelů přírodovědných předmětů a možnost jejich seberealizace při spolupráci s dalšími učiteli na mezinárodní úrovni. V rámci PROFILES sítě mohou učitelé pohodlně sdílet zkušenosti s IBSE a vyměňovat si vhodné výukové materiály.

Nástrojem pro implementaci IBSE do výuky jsou výukové moduly (viz dále), které obsahují podrobný popis různých přírodovědných problémů a navrhuje, jak je řešit. Při tomto přístupu se mění tradiční role žáka a učitele. Větší roli získává ve všech fázích samostatná práce žáků, kterou učitel podle úrovně bádání a potřeb žáků moderuje a podporuje pomocí dalších rozmanitých postupů. To umožňuje učiteli poskytnout prostor pro rozvoj žáků podle jejich individuálních specifických vzdělávacích potřeb.

3 CÍLE VÝVOJE A VÝZKUMU MODULŮ S EXPERIMENTY V IBSE

IBSE a jeho aplikování ve vzdělávání vyvolává řadu výzkumných problémů. Tato práce podrobně seznamuje s řešením jednoho z těchto výzkumných problémů, kterým byl vývoj a následný výzkum specifického výukového prostředí, kterým je vzdělávací (výukový) modul v IBSE (dále zkráceně modul v IBSE). Tento modul v IBSE je významnou součástí výukové technologie, která je podle Maňáka tvořena metodami, formami a prostředky výuky (Maňák, & Švec, 2003; Maňák, Janík, & Švec, 2008). Modul v IBSE zařazujeme mezi výukové prostředky, je však nutně svázán s příslušnou metodou výuky (IBSE) a s vhodnou formou výuky, kterou je přednostně skupinová (často laboratorní) výuka. Modul v IBSE byl vyvinut a zkoumán v rámci projektu PROFILES celým mezinárodním konsorciem řešitelů-výzkumníků, mezi něž patřili autoři této práce.

Modul v IBSE prezentovaný v této práci je výstupem výzkumu projektu PROFILES, na kterém se autoři podíleli. Hlavním účelem této práce je však seznámit čtenáře s vlastním autorským výzkumem, specificky zaměřeným na užití experimentů v modulech IBSE. Výstupem tohoto specifického výzkumu je modul s experimenty v IBSE. Hlavním cílem výzkumu aplikace experimentů v IBSE bylo tedy modifikování modulu v IBSE, aby byl založen na experimentování. Proto měla hlavní výzkumná otázka následující podobu:

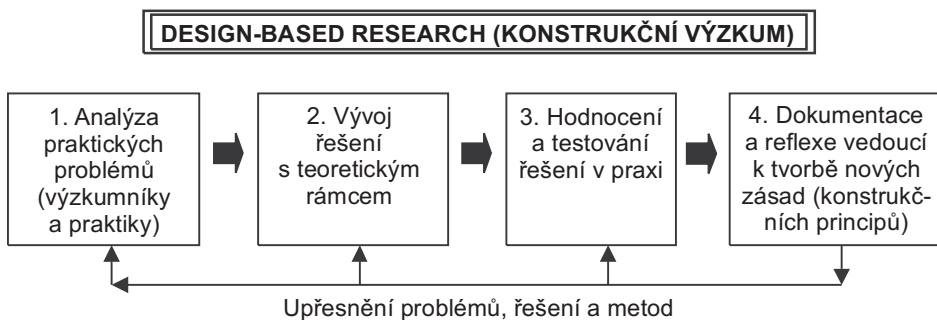
Jak modifikovat vzdělávací modul v IBSE, aby jeho jádrem bylo žákovské experimentování, které by zvýšilo účinnost IBSE (zkvalitnilo žákovské vědomosti, dovednosti a postoje) a respektovalo specifické vzdělávací potřeby současných žáků?

Nalezení odpovědi na tuto hlavní výzkumnou otázku vyžaduje aplikaci odpovídajícího výzkumného designu a vhodných dílčích výzkumných metod. Jelikož mezi hlavní charakteristiky výzkumného problému patřilo těsné propojení se školskou praxí, spoluúčast učitelů na výzkumu, bylo rozhodnuto zvolit jako optimální výzkumný design konstruktivní výzkum (angl. DBR- Design-Based Research), který těmto charakteristikám nejlépe vyhovuje (Reeves, 2006; Trna, 2011a).

4 METODY VÝVOJE A VÝZKUMU MODULŮ S EXPERIMENTY V IBSE

Při hledání odpovědi na výzkumnou otázku byl použit DBR jako výzkumný design, který funkčně propojuje výzkum a vývoj s praxí (Reeves, 2006). V rámci tohoto výzkumného designu byly aplikovány různé výzkumné metody, ke kterým patřila kurikulární Delphi studie (Osborne et al, 2001; Bolte, 2008.), dotazníky (MoLE aj.), případová studie, strukturované pozorování, interview aj. (Bolte, Holbrook, Mamlok-Naaman, & Rauch, 2014). Jednotlivé výzkumné metody jsou blíže popsány u odpovídajících výzkumných výstupů.

DBR organicky integruje výzkumné a vývojové cíle, které jsou neoddelitelné a vzájemně podmíněné (Trna, 2011a). Proto DBR plně vyhovuje aktuálnímu požadavku realizace „aplikací inspirovaného základního výzkumu“ v tzv. Pasteurově kvadrantu (Stokes, 1997; Trna, 2011a). Je samozřejmostí, že DBR je prvotně výzkumem, jehož hlavním cílem je objevování nových poznatků. Nejde tedy jen o pouhý vývoj. Je však těsně spjatý a podněcovaný aplikační sférou, pro kterou vyvíjí nové vzdělávací (výukové) metody, formy a prostředky. Významným důvodem volby DBR jako výzkumného designu bylo zejména jeho organické propojení s praxí a těsná spoluřešitelská spolupráce s učiteli-účastníky projektu PROFILES.



Obrázek 1. Schéma DBR – konstrukčního výzkumu (upraveno podle Reeves, 2006)

DBR lze popsat jako cyklus čtyř etap (obr. 1): analýza praktického problému, vývoj řešení problému, testování řešení a reflexe vedoucí k tvorbě nových zásad (Reeves, 2006).

V prezentovaném výzkumu měl DBR tuto konkrétní podobu:

- (1) Analýza praktických problémů: Identifikace problémů při implementaci IBSE do školské praxe a do vzdělávání učitelů v oblasti žákovských experimentů.
- (2) Vývoj řešení s teoretickým rámcem: Vývoj speciálního vzdělávacího (výukového) prostředku v IBSE, zaměřeného na žákovské experimentování: modulu s experimenty v IBSE.
- (3) Hodnocení a testování řešení v praxi: Testování a hodnocení vyvinutého modulu s experimenty v IBSE ve školské praxi učiteli-účastníky projektu PROFILES pomocí akčního výzkumu.

(4) Dokumentace a reflexe vedoucí k tvorbě nových zásad: Dokumentování a vytvoření nových zásad pro tvorbu a zavádění modulů s experimenty v IBSE do školské praxe.

Na výzkumných aktivitách v rámci DBR se podíleli autoři práce jako členové mezinárodního konsorcia řešitelů projektu PROFILES a padesát českých učitelů-účastníků projektu, kteří učili přírodovědné předměty (fyzika, chemie, přírodopis) na druhém stupni základní školy a gymnáziích. Tito učitelé pracovali na 30 školách v regionu Jižní Moravy. V ověřování řešení projektu bylo zapojeno celkem 1 000 žáků těchto škol. Vlastní výzkum probíhal v letech 2012–2015. Detailnější data o spoluřešitelském týmu učitelů uvádí tabulka 2:

Tabulka 2. Spoluřešitelský tým učitelů-účastníků projektu PROFILES

Vyučovací předmět	N	Pohlaví učitele	N	Délka učitelské praxe (v rocích)	N
Celkem	50		50		50
Fyzika	16	Žena	41	0–5	6
Chemie	16	Muž	9	5–15	19
Přírodopis	18			Více než 15	25

Tito učitelé nebyli do projektového výzkumu vybírání náhodně, ale na základě svého zájmu být účastníkem projektu, jednalo se tedy o výběr záměrný. V některých dílčích dotazníkových aj. šetřeních DBR byli tito učitelé a žáci označováni jako výzkumné vzorky těchto šetření. Další data je možno nalézt ve výzkumných zprávách projektu PROFILES (2015).

5 VÝSLEDKY VÝVOJE A VÝZKUMU MODULŮ S EXPERIMENTY V IBSE

Praktici-učitelé i didaktici fyziky dlouhodobě zjišťují klesající zájem žáků o výuku fyziky. Obdobná situace je i v dalších přírodovědných předmětech (Kričfaluši, 2006; Škoda, Doulík, 2002). Je třeba nalézt vzdělávací obsahy a vytvořit vhodné metody, formy a prostředky, které budou žáky motivovat, především v nich vzbuzovat poznávací motivaci. Tento moment byl brán v úvahu při výběru dále prezentovaných výsledků z velkého množství výstupů, které vznikly během tohoto výzkumu. Výsledky DBR jsou rozděleny do čtyř částí podle etap odpovídajících struktuře DBR.

5.1 Analýza praktických problémů

První etapou DBR byla analýza praktických problémů, která vedla k jádru výzkumu. Byla provedena identifikace problémů při implementaci prvků IBSE s využitím experimentů do školské praxe a také do vzdělávání učitelů. Bylo použito několik kvantitativních a kvalitativních metod jako dotazníky, rozhovory aj. Významnou výzkumnou metodou, která byla v této fázi DBR použita, byla modifikovaná kurikulární Delphi studie, jež byla vyvinuta v rámci projektu PROFILES. Tato metoda vychází ze standardizované podoby kurikulární Delphi studie, která byla aplikována a ověřena v řadě výzkumů (Osborne, Ratcliffe, Collins, Millar, R., & Duschl, 2001; Bolte, 2008). Hlavním cílem této kurikulární Delphi studie bylo zjistit názory několika záměrně vybraných skupin respondentů na cíle, obsahy a metody přírodovědného vzdělávání.

Podstatou této metody je tříkolový sběr odpovědí v dotaznících od několika předem definovaných skupin respondentů, jejichž složení se během výzkumu neměnilo. Česká část kurikulární Delphi studie o přírodovědném vzdělávání byla provedena ve třech kolech v letech 2011–2013. Respondenty byly čtyři skupiny opakovaně dotazovaných respondentů z České republiky. Tyto skupiny byly v souladu s projektem záměrně sestaveny takto:

- 56 žáků středních škol
- 30 učitelů přírodovědných předmětů (základních a středních škol)
- 28 přírodovědných didaktiků (vysokoškolských učitelů)
- 25 vědců (přírodovědci z vysokých škol).

Během výzkumu došlo k obměně účastníků v jednotlivých skupinách v míře menší než 5 procent, což je v souladu s výzkumnou metodikou. Také byl dodržen další metodický požadavek na minimální počet 25 respondentů v jednotlivých skupinách.

První dotazníkové kolo kurikulární Delphi studie dalo možnost účastníkům volně vyjádřit své představy o přírodovědném vzdělávání na primárním, nižším a vyšším sekundárním vzdělávacím stupni. Ve třech otázkách se respondenti vyjádřili ke třem základním oblastem:

- (I) motivačním postupům,
- (II) výběru vhodného učiva,

(III) prioritně rozvíjeným dovednostem a postojům vedoucím k přírodovědné gramotnosti. Otázky vztahující se k uvedeným třem oblastem měly následující podobu:

(I) Jakými základními motivačními prvky, postupy a souvislostmi byste motivovali žáky v přírodovědných předmětech?

(II) Jaké učivo by mělo být v přírodovědných předmětech prioritně vyučováno?

(III) Vyjmenujte dovednosti a postoje, které by měly přednostně být rozvíjeny u žáků v přírodovědných předmětech, aby získali přírodovědnou gramotnost.

Analýzou dat byly získány soubory nejčtetnějších faktorů (kategorií), které podle respondentů ovlivňují přírodovědné vzdělávání.

Ve druhém kole kurikulární Delphi studie, které vycházelo z výsledků prvního kola, byli účastníci informováni o nejčtetnějších identifikovaných vzdělávacích faktorech (kategoriích) z prvního kola. Z těchto faktorů (kategorií) byl sestaven a následně aplikován druhý dotazník, který požadoval po respondentech vyjádření jejich názoru na míru důležitosti (priorita) zjištěných faktorů a paralelně také představu o míře výskytu (realita) těchto faktorů ve výuce. Byla využita šestistupňová škála. Pro názornost je uvedena část (III) dotazníku z druhého kola kurikulární Delphi studie (viz tab. 3), která obsahuje žákovské experimentování jako významnou dovednost.

Tabulka 3. Dotazník druhého kola kurikulární Delphi studie

<p>Část (III) Dovednosti, postoje, přírodovědná gramotnost</p> <p>Prosím posuďte následující kategorie podle dvou uvedených otázek vyznačením čísla na stupnici.</p>	<p>Jakou prioritu by měly příslušné aspekty mít v pří- rodovědném vzdělávání? (PRIORITA)</p> <p>1 = velmi nízká priorita 2 = nízká priorita 3 = spíše nízká priorita 4 = spíše vysoká priorita 5 = vysoká priorita 6 = velmi vysoká priorita</p>	<p>Do jaké míry jsou jednotlivé aspekty realizovány v současném přírodovědném vzdělávání? (REALITA)</p> <p>1 = ve velmi nízké míře 2 = v nízké míře 3 = v poměrně nízké míře 4 = v poměrně vysoké míře 5 = ve vysoké míře 6 = ve velmi vysoké míře</p>
Empatie / citlivost	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Motivace a zájem	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Kritické otázky	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Uvážené a zodpovědné jednání	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Znalosti související s přírodovědnými povoláními	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Speciální znalosti	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Chápání / porozumění	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Praktická aplikace poznatků, myslet kreativně / abstraktně	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Úsudek / tvorba názoru / reflexe	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Vyhledávání informací	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Čtení s porozuměním	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Komunikační dovednosti	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	
Sociální dovednosti / týmová práce	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Vnímavost / povědomí	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Formulování vědeckých otázek / hypotéz	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Experimentování	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Racionální myšlení / analýza / vyvozování závěrů	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Pracovat samostatně / strukturovaně / přesně	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]

Druhé kolo kurikulární Delphi studie bylo zakončeno požadavkem na respondenty, aby navrhli optimální kombinaci vybraných faktorů (kategorií) z jednotlivých tří oblastí. Na základě těchto kombinací byla provedena clustrová analýza a sestavena tři pojetí přírodovědného vzdělávání podle názorů respondentů (PROFILES, 2015).

Druhé kolo popsané kurikulární Delphi studie umožnilo navíc zjistit detailnější názory respondentů na jednotlivé faktory přírodovědného vzdělávání. V české části výzkumu bylo v souladu s cílem tohoto DBR zjišťováno, jak respondenti vnímají roli experimentu v přírodovědném vzdělávání. Pro podrobnější analýzu názorů respondentů byly čtyři základní skupiny těchto účastníků kurikulární Delphi studie doplněny speciálně v ČR o tři další skupiny (vysokoškolští studenti učitelství, začínající učitelé a učitelé-metodici). Výsledky dokládají, že si všichni účastníci uvědomují značný význam experimentů a považují je za významnou prioritu přírodovědného vzdělávání. V tabulce 4 je uvedena představa respondentů o prioritě (významnosti) experimentování v přírodovědném vzdělávání.

Tabulka 4. Experimentování – priorita

Otázka z doplňkového Delphi dotazníku v ČR: Jakou prioritu přisuzujete experimentům v přírodovědném vzdělávání?	(1) velmi nízká priorita (%)	(2) nízká priorita (%)	(3) spíše nízká priorita (%)	(4) spíše vysoká priorita (%)	(5) vysoká priorita (%)	(6) velmi vysoká priorita (%)	Průměr škály (1–6 bodů)
Žáci SŠ (N = 56)	0	4	13	15	41	27	4,8
VŠ studenti učitelství (N = 23)	0	0	0	11	56	33	5,3
Začínající učitelé (N = 24)	0	0	0	0	25	75	5,8
Učitelé s praxí (N = 30)	0	0	0	18	55	27	5,1
Učitelé-metodici (N = 16)	0	0	0	17	50	33	5,1
VŠ didaktici (N = 28)	0	0	13	5	36	46	5,1
VŠ přírodovědní vědci (N = 25)	0	4	0	16	40	40	5,1
Celkem (všichni respondenti) (N = 202)							5,1

V následující tabulce 5 je uveden názor respondentů na reálný stav zařazování experimentů do přírodovědné výuky:

Tabulka 5. Experimentování – realita

Otázka z doplňkového Delphi dotazníku v ČR: Jakou roli (postavení) mají experimenty v současné přírodovědné výuce?	(1) velmi nízká role (%)	(2) nízká role (%)	(3) spíše nízká role (%)	(4) spíše vysoká role (%)	(5) vysoká role (%)	(6) velmi vysoká role (%)	Průměr škály (1–6 bodů)
Žáci SŠ (N = 56)	9	18	18	38	13	4	3,4
Vš studenti učitelství (N = 23)	0	33	33	23	0	11	3,1
Začínající učitelé (N = 24)	0	0	100	0	0	0	3,0
Učitelé s praxí (N = 30)	9	19	27	45	0	0	3,0
Učitelé-metodicí (N = 16)	0	17	32	17	17	17	3,9
Vš didaktici (N = 28)	12	22	47	12	7	0	2,8
Vš přírodovědní vědci (N = 25)	8	36	28	20	8	0	2,8
Celkem (všichni respondenti) (N = 202)							3,2

Ze srovnání názorů všech skupin respondentů kurikulární Delphi studie na prioritu (významnost) a realitu (výskyt) školního experimentování je patrné, že všechny skupiny respondentů mají rozdílný názor na prioritu a realitu experimentování na školách. Priorita experimentování (viz tab. 4) je téměř u všech skupin (s výjimkou žáků SŠ) vysoká. Varující je však zjištění, že názor respondentů na reálnou aplikaci experimentů ve školské praxi je oproti prioritě skeptický (viz tab. 5). Všechny skupiny vyjádřily názor, že experimentům je věnována nižší pozornost, než jakou prioritu by podle nich měly mít. Z tabulek 4 a 5 vyplývá, že celková průměrná priorita 5,1 bodu je blízká stupni „vysoká priorita“, kdežto průměrná realita aplikace experimentů ve výuce je jen 3,2, což odpovídá stupni „spíše nízká role“.

Za povšimnutí stojí i skutečnost, že středoškolští žáci měli ze všech sledovaných skupin respondentů nejvíce odpovědí v oblasti nižší priority experimentování. Na základě doplňujících řízených rozhovorů se domníváme, že to souvisí se současnou nedostatečnou nebo nevhodnou implementací experimentů do výuky, kterou žáci absolvovali. Odtud plyne požadavek, aby učitelé zvládali nejenom odbornou a technickou složku experimentování, ale také metodicky správné zařazení experimentů do výuky. Středoškolští žáci uváděli, že se většinou ve výuce setkávají jen s demonstračními pokusy, přičemž oni sami preferují vlastní experimentování.

Z druhé fáze kurikulární Delphi studie v ČR (obdobně i v dalších zemích) vyplynulo, že je nezbytné posílit experimentování v přírodovědné výuce.

Třetí kolo kurikulární Delphi studie bylo zaměřeno na zjištění názorů respondentů na tři základní pojetí přírodovědného vzdělávání, která vzešla z výsledků clustrové analýzy v druhém kole kurikulární Delphi studie. Tato tři pojetí přírodovědného vzdělávání měla následující podobu:

- Pojetí A: Výuka je zaměřena na vytvoření představy o významu přírodovědy pro rozvoj společnosti, člověka a na přípravu pro budoucí povolání a každodenní život.
- Pojetí B: Výuka je zaměřena na intelektuální rozvoj osvojením vědeckých poznatků (objevy, metody, způsoby myšlení) v mezipředmětovém pohledu.
- Pojetí C: Výuka je zaměřena na propojení s každodenním životem a na vytváření zájmu o přírodovědu a životní prostředí.

Respondentům byl administrován třetí dotazník (viz tab. 6), který zjišťoval jejich názory na prioritu a realitu uvedených tří pojetí přírodovědné výuky.

Tabulka 6. Dotazník třetího kola kurikulární Delphi studie

POJETÍ (ZPŮSOB) VZDĚLÁVÁNÍ (VÝUKY) PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ	Jakou prioritu by mělo mít příslušné pojetí (způsob) přírodovědného vzdělávání? (PRIORITA)	V jaké míře je příslušné pojetí (způsob) realizováno v sou- časném přírodovědném vzdělávání (výuce)? (REALITA)
Prosíme, ohodnotte následující pojetí podle dvou otázek v záhlaví sloupců (priorita a realita).	1 – velmi nízká priorita 2 – nízká priorita 3 – spíše nízká priorita 4 – spíše vysoká priorita 5 – vysoká priorita 6 – velmi vysoká priorita	1 – velmi málo 2 – málo 3 – spíše málo 4 – spíše hodně 5 – hodně 6 – maximálně
Pojetí A: Výuka je zaměřena na vytvoření představy o významu přírodovědy pro rozvoj společnosti, člověka a na přípravu pro budoucí povolání a každodenní život.	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Pojetí B: Výuka je zaměřena na intelektu- ální rozvoj osvojením vědeckých poznatků (objevy, metody, způsoby myšlení) v mezipředmětovém pohledu.	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]
Pojetí C: Výuka je zaměřena na propojení s každodenním životem a na vy- tváření zájmu o přírodovědu a životní prostředí.	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]

Výsledkem analýzy názorů respondentů na tento dotazník bylo zjištění, že žádné z pojetí (A), (B) a (C) přírodovědné výuky není odmítáno, či zásadně upřednostňováno. Pojetí (B) můžeme považovat za nejbližší dosavadní klasické výuce, pojetí (A) a (C) přináší více inovativních prvků a je bližší IBSE. Respondenti přikládají inovativnímu pojetí výuky spíše vysokou až vysokou prioritu, ale ani klasické pojetí (B) nebylo učители zcela odmítnuto. Bylo zjištěno, že existuje vyšší míra priority pro inovativní pojetí výuky, než

je tomu v realitě. Respondenti byli skeptičtí v hodnocení aplikací moderních prvků v reálné výuce, čemuž odpovídá i pokles hodnocení výskytu pojetí (A) a (C) – viz tabulky 7 a 8.

Tabulka 7. Priorita v názoru na pojetí přírodovědné výuky

Pojetí A: Výuka je zaměřena na vytvoření představy o významu přírodovědy pro rozvoj společnosti, člověka a na přípravu pro budoucí povolání a každodenní život.		Pojetí B: Výuka je zaměřena na intelektuální rozvoj osvojením vědeckých poznatků (objevy, metody, způsoby myšlení) v mezipředmětovém pohledu.		Pojetí C: Výuka je zaměřena na propojení s každodenním životem a na vytváření zájmu o přírodovědu a životní prostředí.	
Průměr	Standardní odchylka	Průměr	Standardní odchylka	Průměr	Standardní odchylka
4,3	1,3	3,8	1,4	4,6	1,2

Tabulka 8. Realita v názoru na pojetí přírodovědné výuky

Pojetí A: Výuka je zaměřena na vytvoření představy o významu přírodovědy pro rozvoj společnosti, člověka a na přípravu pro budoucí povolání a každodenní život.		Pojetí B: Výuka je zaměřena na intelektuální rozvoj osvojením vědeckých poznatků (objevy, metody, způsoby myšlení) v mezipředmětovém pohledu.		Pojetí C: Výuka je zaměřena na propojení s každodenním životem a na vytváření zájmu o přírodovědu a životní prostředí.	
Průměr	Standardní odchylka	Průměr	Standardní odchylka	Průměr	Standardní odchylka
3,1	1,1	3,0	1,3	3,2	1,1

Celkové výstupy kurikulární Delphi studie, zejména v podobě tří pojetí přírodovědné výuky, potvrdily správnost snah při hledání nových paradigmat přírodovědného vzdělávání (Trnová & Trna, 2014). Druhým významným závěrem je ocenění experimentů jako významného vzdělávacího faktoru. Byla potvrzena výzkumná premisa, že experiment má významnou roli v současných inovativních vzdělávacích strategiích jako je IBSE. Tato kurikulární Delphi studie přinesla řadu dalších poznatků, které posloužily jako východiska pro výzkum a vývoj modulů s experimenty v IBSE. Díky této studii ve všech partnerských zemích projektu PROFILES získaly výsledky statistickou hodnotu, jelikož výzkumný vzorek čítal více než tisíc respondentů ve stejných čtyřech kategoriích. Specifickou výzkumnou oblastí tohoto prezentovaného výzkumu se staly experimenty a jejich role v IBSE. První etapa prezentovaného DBR přinesla zjištění, že je třeba dále zkoumat roli experimentů v IBSE a vyvíjet je pro různé úrovně žakovského bádání.

5.2 Vývoj řešení s teoretickým rámcem

Druhou (především vývojovou) etapou DBR byl vývoj speciálního vzdělávacího (výukového) prostředku v IBSE, zaměřeného na žákovské experimentování: modulu s experimenty v IBSE, který je dále podrobně vymezen. Jelikož přírodovědný experiment má ve výuce různé role, byla nejdříve zkoumána role experimentů v IBSE. Teoretickým rámcem pro tento vývoj byly výstupy dosavadních výzkumů autorů v oblasti přírodovědných experimentů (Trna, 2014). Prvním dílčím cílem výzkumu rolí experimentů v IBSE se stalo definování a konkrétní popis typů experimentů vhodných pro jednotlivá stádia IBSE (Trna, 2013; Trna & Trnová, 2012a). V návaznosti na takto vytvořenou taxonomii experimentů v IBSE mohly být vyvinuty vhodné experimenty pro moduly s experimenty v IBSE. Druhým dílčím cílem této etapy DBR byl vlastní vývoj modulu s experimenty v IBSE. Jde o specifický vzdělávací prostředek, jehož cílem je překlenout mezeru mezi vzdělávací teorií a školskou praxí.

5.2.1 Taxonomie experimentů v IBSE

Experiment jako základní přírodovědný výukový prostředek je nutno z didaktického hlediska organicky začlenit do IBSE. Experimenty a další praktické činnosti žáků hrají významnou roli ve všech čtyřech úrovních IBSE: potvrzujícím, strukturovaném, nasměrovaném a otevřeném bádání (Trna, 2011b). Je důležité používat experimenty a praktické činnosti adekvátní příslušné úrovni bádání (Trna, Trnová, Kopecká, & Červenková, 2014). Pro učitele není snadné jen intuitivně transformovat didakticky efektivně vzdělávací obsahy do IBSE. Proto by měli být na vhodnou aplikaci IBSE ve výuce dobře připraveni. Dalším problémem je, že žáci nemohou snadno a rychle přejít od tradičních metod výuky do badatelského způsobu. Z těchto důvodů byl realizován DBR výzkum, jehož výstupem v této etapě jsou charakteristiky experimentů vhodných pro jednotlivé úrovně IBSE, které jsou dále popsány. Pro detailnější představu jsou uvedeny i konkrétní příklady jednotlivých typů experimentů.

Experimenty pro potvrzující bádání v IBSE

Při potvrzujícím bádání jde o jednoduché deduktivní potvrzení nebo ověření známých přírodních zákonů. Cílem tohoto typu bádání tedy není objevení nové zákonitosti žákem, ale její potvrzení. Někteří autoři proto potvrzující bádání považují jen za „nultou“ úroveň skutečného bádání. Přesto má tato úroveň bádání svůj nemalý význam, zejména v oblasti žákovského experimentování, kdy si učitel klade za cíl vytvořit a rozvinout zejména pozorovací a experimentální dovednosti žáků. Žáci by měli získat praxi v experimentování a osvojit si příslušné badatelské dovednosti, ke kterým patří např. sestavování aparatur, měření veličin, zaznamenávání a zpracování dat.

Pro experimenty této první úrovně IBSE je charakteristické, že výsledky prováděných experimentů jsou žákům předem známy, jde tedy o deduktivní badatelský přístup. Žáci postupují při experimentování podle učitelem stanovené badatelské otázky, v souladu s detailním učitelovým návodem a pod jeho přímým vedením. Takovéto žákovské experimentování je vhodné především pro žáky nižšího školního věku (první stupeň základní

školy), ale je použitelné ve vhodných případech (např. složité jevy) i pro starší žáky. Jako příklad potvrzujícího experimentu je možno uvést následující experiment:

Příklad potvrzujícího experimentu

Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách: Jde o potvrzující experiment, který je zařazen v rámci expozice (případně i fixace) zákonitosti chování tělesa v kapalině, kde je toto chování závislé na poměru hustoty kapaliny a průměrné hustoty tělesa. Žáci při experimentu postupují podle návodu (pracovního listu), ve kterém jsou uvedeny pomůcky i jednotlivé kroky experimentu. Jádrem návodu je tabulka 9:

Tabulka. 9. Potvrzující experiment – tabulka z pracovního listu

	Předmět	Látka	Hustota látky	Chování tělesa ve vodě o hustotě: 1,0 g/cm ³
1	železná kulička	železo	7,8 g/cm ³	potápění
2	plastová kulička	plast	1,0 g/cm ³	vznášení
3	polystyrenová kulička	pěnový polystyren	0,03 g/cm ³	plování

Učitel úvodem zřetelně uvede badatelskou otázku (úkol) v podobě:

„Potvrď experimentem, že chování tělesa v kapalině závisí na jeho hustotě!“

Učitel žáky v úvodu experimentu informuje o významu srovnání hustoty kapaliny a příslušné látky, popíše a zdůvodní žákům rozdílnosti v chování těles při ponoření do kapaliny. Následně žáci potvrzují chování těles různých hustot jejich postupným vkládáním do vody ve sklenici: potápění (železná kulička), vznášení se (plastová kulička) a plování (polystyrenová kulička). Žáci provádějí frontálně experiment se sklenicí s vodou. Do vody postupně vkládají rukou jednotlivé homogenní předměty bez dutin (kostky, kuličky apod.), které jsou vyrobeny z látek o známé hustotě (viz obr. 2). Návod obsahuje tabulku (viz tab. 9) s uvedenými konkrétními předměty, označením příslušné látky a hustoty těchto látek. Z důvodu snazšího porozumění jevu je vhodné, aby tělesa měla stejný tvar i objem (fixace dalších proměnných-veličin při experimentu). Žáci pozorují průběh experimentu. Svá pozorování srovnávají s výsledky v předepsané tabulce (tab. 9). Na tomto experimentálním základě jednoduše potvrzují příslušnou teorii plování těles.



Obrázek 2.

Potvrzující experiment: sklenice s vodou; železná, plastová a polystyrénová kulička

Experimenty pro strukturované bádání v IBSE

Na druhé úrovni IBSE při strukturovaném žákovském bádání učitel stále ještě podstatně ovlivňuje aktivity žáků zejména tím, že klade badatelské otázky (úkoly) a stanovuje cestu tohoto bádání. Žáci následně hledají řešení (odpovědi) pomocí svého vlastního bádání a sbírají důkazy pro svá vysvětlení a závěry, které shromáždili. Postup žákovského experimentování je učitelem relativně podrobně stanoven, ale řešení není předem známo. Žáci projevují svoje badatelské schopnosti při objevování příslušných zákonitostí. Jde tedy o induktivní přístup. Bádání žáků je však stále výrazně regulováno a podporováno učitelovými instrukcemi. Strukturované bádání rozvíjí kromě experimentálních dovedností i myšlenkové operace žáků, jako je stanovování a ověřování jednoduchých hypotéz, analyticko-syntetický přístup aj. Tato druhá úroveň bádání je velmi důležitá jako předpoklad pro rozvoj schopností žáků řešit úlohy na vyšší úrovni bádání. Jako příklad strukturovaného experimentu je možno uvést následující experiment:

Příklad strukturovaného experimentu

Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách: Jde o induktivní objevný žákovský experiment, který je zařazen v rámci expozice učiva o plování těles. Žáci hledají faktory (veličiny) ovlivňující chování tělesa v kapalině, kde je toto chování závislé na poměru hustoty kapaliny a průměrné hustoty tělesa. Žáci provádějí experiment frontálně nebo skupinově, kdy experimentují se sadou učitelem vybraných pomůcek a podle dodaného návodu v pracovním listu s tabulkou (viz tab. 10):

Tabulka 10. Strukturovaný experiment – tabulka z pracovního listu

	Látka	Hustota látky	Chování tělesa ve vodě o hustotě: 1,0 g/cm ³ : (potápění, vznášení, plování)
1	železo	7,8 g/cm ³	
2	hliník	2,7 g/cm ³	
3	sklo	2,5 g/cm ³	
4	plast	1,0 g/cm ³	
5	led	0,92 g/cm ³	
6	smrkové suché dřevo	0,33 g/cm ³	
7	pěnový polystyren	0,03 g/cm ³	

Badatelská otázka (úkol), stanovená učitelem, má v tomto experimentu podobu:

„Zjisti, jak závisí chování tělesa v kapalině na jeho hustotě a hustotě kapaliny!“

Součástí návodu v pracovním listu je také seznam pomůcek a stručný postup provedení experimentu (viz obr. 3). Učitel individuálně, případně hromadně žákům pomáhá návodnými otázkami a pomocnými instrukcemi k realizaci správného postupu experimentu. Žáci vkládají do vody ve sklenici rukou jednotlivé homogenní předměty (např. kuličky), které jsou vyrobené z látek o známé hustotě uvedené v tabulce pracovního listu. Do tabulky 10 zapisují chování příslušného tělesa v kapalině (potápí se, vznáší se, plove). Závěrečnou analýzou hodnot hustot těles dospějí k závěru, že chování těchto těles závisí právě na jejich hustotě ve srovnání s hustotou kapaliny (zde vody), kterou předem znají. Cílem tohoto experimentování je, aby žáci sami objevili příslušnou zákonitost plování těles v kapalině.



Obrázek 3. Tělesa různé hustoty

Experimenty pro nasměrované bádání v IBSE

Ve třetí nasměrované úrovni IBSE se výrazně mění úloha učitele, který se stává průvodcem relativně samostatného induktivního žakovského bádání. Učitel pouze stanovuje badatelské otázky a poskytuje rady při plánování postupu bádání i vlastní realizaci experimentování. Žáci tedy již samostatně navrhuji postupy při řešení badatelských otázek.

Specifické pro tuto úroveň IBSE je, že žáci jsou učitelem vedeni a podporováni výrazně méně než v předchozích dvou úrovních IBSE, zásadně se tak zvyšuje míra jejich samostatnosti. Žáci by měli mít již osvojené experimentální dovednosti a získané zkušenosti z předchozích nižších úrovní bádání, aby byli schopni takto samostatně experimentovat (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). Jako příklad nasměrovaného experimentu je možno uvést následující experiment:

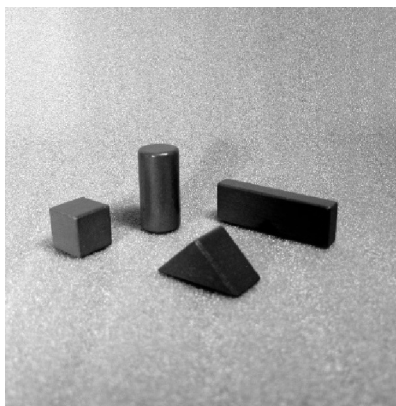
Příklad nasměrovaného experimentu (souboru dílčích experimentů)

Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách: Jde o induktivní objevný experiment, který je zařazen do expozice chování tělesa v kapalině. Žáci provádějí experiment většinou skupinově či individuálně, dokonce i v domácí přípravě. Žáci mají učitelem stanovenou pouze badatelskou otázku, nemají tedy navrženy pomůcky, ani postup experimentu. Základní obecná badatelská otázka (úkol) může mít podobu:

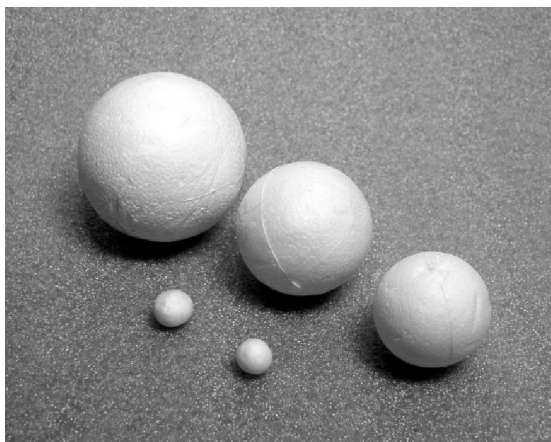
„Zjisti, na čem závisí chování tělesa v kapalině!“

Žáci sami hledají vhodný postup experimentu i potřebné pomůcky. Učitel vystupuje ve funkci usměřujícího moderátora a poradce. Na této úrovni IBSE jsou vhodné návodné doplňující badatelské otázky (které může případně iniciovat učitel) typu:

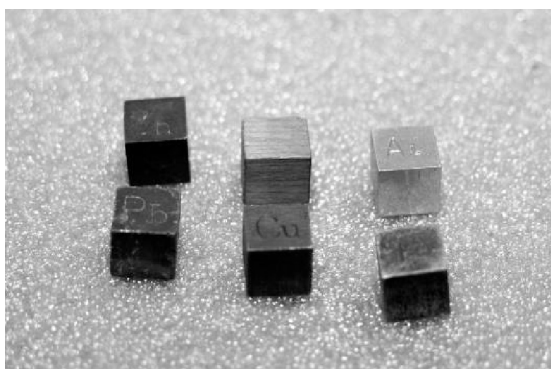
„Které vlastnosti těles mohou rozhodovat o jejich chování v kapalině (tvar, objem, hustota aj.)?“ (viz obr. 4, 5 a 6).



Obrázek 4. Tělesa odlišná jen tvarem



Obrázek 5. Tělesa odlišná jen objemem

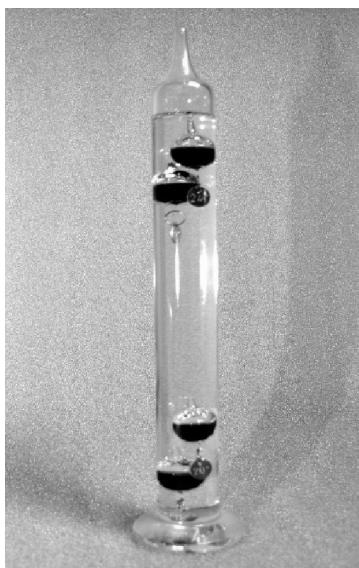


Obrázek 6. Tělesa odlišná jen hustotou

Nasměřované bádání je velmi efektivní také ve fixační a aplikační fázi výuky. Zde se uplatní návodné doplňující badatelské otázky (opět případně iniciované učitelem) jako:

„Může ve vodě plovat těleso, vyrobené z látky o velké hustotě? Může těleso plovat v kapalině menšího objemu, než má samo těleso? Mění se chování těles v kapalině při změně její teploty? Vysvětlí funkci Galileova teploměru a karteziánského potápěče!“

Žáci sami vytvářejí a ověřují dílčí hypotézy vedoucí k řešení hlavního problému stanoveného na počátku učitelem. Provádějí pomocné experimenty a měření (viz obr. 7 a 8). V závěru syntetizují svá bádání a objevují vlastní cestu řešení problému.



Obrázek 7. Galileův teploměr



Obrázek 8. Plovoucí dutá kovová koule

Experimenty pro otevřené bádání v IBSE

Tato nejvyšší úroveň IBSE navazuje na předchozí tři úrovně bádání a je nejbliže skutečnému vědeckému výzkumu. Žáci by měli být schopni na této úrovni IBSE již samostatně sestavit badatelské otázky, způsob a postup bádání, zaznamenávat a analyzovat data a vyzovovat závěry z důkazů, které shromáždili (Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman, 2005). Žáci nemají učitelem explicitně stanovenou badatelskou otázku (problém), pomůcky a experimenty. Činnost učitele je již zcela minimalizována a soustředuje se na

roli partnera-poradce. Je zřejmé, že příčinou aktivního bádání je motivace žáků k řešení problémů, které vycházejí z jejich zájmu či dalších poznávacích, ale i sociálních a výkonových potřeb (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989). Žáci jsou téměř zcela samostatní, provádějí experimenty většinou skupinově či zcela individuálně (typické u nadaných). Tyto žakovské aktivity předpokládají vysokou úroveň myšlení žáků a kladou na ně nemalé kognitivní požadavky, proto je otevřené bádání použitelné pro nejvyšší věkové kategorie (střední školy) a nadané žáky nižších stupňů škol. Tato úroveň bádání je velmi obtížně realizovatelná v současných podmínkách našich škol. Jako příklad otevřeného experimentu je možno uvést následující experiment:

Příklad otevřeného experimentu (souboru dílčích experimentů)

Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách: Jde o induktivní objevný experiment (soubor dílčích experimentů), který může být zařazen do různých fází výuky, kromě základní expoziční fáze také do fáze aplikační a motivační. Učitel může v tomto experimentu využít k motivaci žáků techniky (Trna, 2012b) jako: aplikace fyziky v denním životě (fyzikální zákonitosti plavání a potápění, vodní sporty); technické aplikace (vodní a letecká doprava, vodní stavby, vodní živočichové); historie objevů (Archimédes) apod. Základem tohoto bádání je tvorba vlastních či upravených experimentů. K rozvoji fyzikálního myšlení mohou přispět více-jevové experimenty, ve kterých se projevuje současně (i protichůdně) několik různých jevů. Patří sem např. plování tající kostky ledu v nádobě s teplou vodou (viz obr. 9). Žáci mohou sestavovat varianty tohoto experimentu se zdůrazněním jednotlivých jevů: teplotní roztažnost ledu, vody a nádoby, odpařování vody atd. Žáci sami vytvářejí a ověřují hypotézy vedoucí k řešení problémů, které si stanoví v diskusi s učitelem. Závěrečná syntéza výsledků samostatného bádání vede k řešení problémů.



Obrázek 9. Sklenice s teplou vodou a tajícím ledem

Na této úrovni bádání je vhodné řešit i mezioborové problémy, v tomto případě např. spojené s táním ledovců díky globálnímu oteplování, vyvolávající riziko zpomalení či zastavení oceánských vodních proudů (teplý Golfský proud) a následky v podobě další malé doby ledové v Evropě atd.

Prezentovaný výstup DBR v podobě taxonomie experimentů vhodných do různých etap IBSE se stal základem pro následnou implementaci experimentů v modulech s experimenty v IBSE (Trna & Trnová, 2012a). Obdobně slouží tato taxonomie experimentů v IBSE pro výběr vhodných experimentů pro znevýhodněné (Pavličková & Trna, 2014) a nadané žáky (Škrabánková, Trna a kol. 2013).

5.2.2 Moduly s experimenty v IBSE

Základem vzdělávací technologie, která byla speciálně v českých podmínkách aplikována v přípravě učitelů na implementaci IBSE v projektu PROFILES, byl modul s experimenty v IBSE. Český modul s experimenty v IBSE byl vytvořen jako rozšířená varianta modulu v IBSE, který vznikl v projektu PROFILES jako klíčový produkt tohoto projektu. Při vývoji tohoto vzdělávacího prostředku, těsně spjatého s příslušnou vzdělávací metodou a formou, byla dodržována základní filozofie projektu PROFILES, vycházející ze sociálního konstruktivismu a dalších aktuálních idejí současného přírodovědného vzdělávání v Evropě i ve světě. Učitelé-účastníci vzdělávání se podrobně seznámili v rámci tohoto projektu s modulem s experimenty v IBSE a jeho základními charakteristikami tvorby a implementace do výuky, které byly definovány řešiteli projektu takto:

- odráží potřeby a postoje žáků v oblasti přírodovědného vzdělávání,
- týká se každodenního života žáků,
- posiluje a podporuje osvojování vědeckých poznatků v souladu se zásadou přiměřenosti věku, poznávacím schopnostem a předpokladům žáků,
- začleňuje badatelské přístupy (IBSE), tím zajišťuje rozvoj dovedností žáků řešit badatelské (vědecké) problémy,
- zařazuje mezipředmětová témata a posiluje kompetence žáků tak, jak je stanoveno ve vzdělávacích standardech mnoha evropských zemí,
- vede žáky k zamyšlení nad problémy a odpovědnému rozhodování,
- zaměřuje se na vnitřní motivaci žáků.

V souladu s uvedenými charakteristikami modulu v IBSE byl navržen, odzkoušen a aplikován design tohoto výukového prostředku v IBSE. Základem designu modulu v IBSE byl třístupňový model (Bolte, Streller, Holbrook, Rannikmae, Hofstein, & Naaman, 2012), který umožňuje tento modul implementovat do výuky s touto vnitřní etapovou strukturou:

1. etapa modulu v IBSE: Tato vstupní etapa obsahuje motivaci žáků, která je vyvolána jim blízkou a relevantní sociálně-přírodovědnou problémovou situací. Konkrétním výukovým prostředkem této etapy je scénáριο, které je příběhem vycházejícím z každodenních problémů života žáků. Scenáριο je navrženo tak, aby vyvolalo zájem a kladení otázek s cílem nalézt pomocí bádání odpovědi. Tuto motivaci je však nutné posílit tím, že žáci uznají daný problém za pro ně důležitý, chtějí ho sami řešit a že toto řešení je adekvátní jejich schopnostem. Termín „scenáριο“ je používán jako označení specifického příběhu ve všech vytvořených modulech. V českých modulech implementovaných do výuky je však z důvodu lepší srozumitelnosti pro žáky nahrazen termínem „příběh“, proto v následujícím textu je uváděn pouze tento termín.

2. etapa modulu v IBSE: Ve druhé etapě jsou žáci zapojeni do vlastního bádání vedoucího k aktivnímu řešení problému formulovaného do badatelských otázek vycházejících z příběhu. Vnitřní poznávací motivace z příběhu žáky vybízí k spontánnímu zapojení do procesů učení v IBSE. V této etapě bývá využito experimentování žáků. Žáci realizují vlastní bádání na základě učebních kognitivních aktivit, jejichž míra závisí na příslušné úrovni IBSE (Banchi & Bell; 2008).

3. etapa modulu v IBSE: Po realizaci vlastního bádání v druhé etapě se žáci vrací k původnímu problému, obsaženému v příběhu, a rozhodují se, jak problém vyřešit a na badatelské otázky odpovědět. Své závěry žáci racionálně zdůvodňují, přičemž se opírají o výsledky vlastního bádání. Nově osvojené vědomosti a dovednosti využívají v tomto rozhodování (angl. decision making).

Formálně se modul v IBSE skládá z hlavních dvou částí:

- materiálů pro žákovské aktivity,
- metodického průvodce pro učitele.

Každý ze členů řešitelského projektového konsorcia vytvořil se svým sub-týmem několik originálních modulů v IBSE, které ověřil v praxi a využíval v hlavní výzkumné aktivitě projektu PROFILES, kterou bylo vzdělávání učitelů v implementaci IBSE do jejich výuky. V závěrečné fázi tohoto učitelského vzdělávání se mnozí učitelé-účastníci projektu stali sami autory nových modulů v IBSE. Všechny vytvořené moduly jsou volně dostupné a použitelné na webu projektu (PROFILES, 2015). Mnoho desítek modulů je zde prezentováno v anglické verzi, zbytek pak v národních jazycích řešitelů. Je samozřejmé, že zahraniční moduly musí být kvalitně přeloženy do národního jazyka a adaptovány do místních podmínek. Konkrétní ukázky modulů s experimenty v IBSE jsou uvedeny v druhé části studie.

Někteří z řešitelů se v rámci projektového konsorcia zaměřili na specifické vlastní výzkumné aspekty IBSE a vzdělávání učitelů. Český řešitelský tým (tvořený autory této práce) se v tomto dílčím rozšiřujícím specializovaném výzkumu v podmínkách České republiky zaměřil zejména na aplikaci experimentů. Jak již bylo uvedeno, byl vytvořen specifický modul s experimenty v IBSE, ve kterém byly využity výše uvedené výsledky autorského výzkumu o roli experimentů v IBSE.

5.3 Hodnocení a testování vyvinutého řešení v praxi

Vyvinuté moduly s experimenty v IBSE byly v projektu PROFILES použity jako základ vzdělávání učitelů-účastníků, kteří akční výzkum realizovali společně s autory v praxi. Učitelé-účastníci projektu PROFILES v České republice byli na počátku důkladně seznámeni s vzorovými moduly s experimenty v IBSE a jejich rolí ve výuce. Ve workshopech si natrénováli dovednosti, jak moduly s experimenty v IBSE implementovat ve své výuce. Učitelé realizovali tyto moduly ve své výuce, přitom je upravovali a nakonec vytvářeli své vlastní.

Cílem implementace experimentů do IBSE v podobě tvorby modulů s experimenty v IBSE bylo v souladu s výzkumnou otázkou zkvalitnění žakovských vědomostí, dovedností a postojů, včetně výrazného posílení motivace žáků. Kritériem účinnosti modulů s experimenty v IBSE byla zejména úroveň žakovských vědomostí, dovedností a postojů s důrazem na úroveň motivace žáků (Kulička & Berková, 2015).

Zejména pomocí akčního výzkumu ve školském terénu byla v této fázi DBR ověřována vhodnost a účinnost jednotlivých modulů s experimenty v IBSE. V rámci reflexní fáze akčního výzkumu byly použity k hodnocení a testování úrovně vědomostí a dovedností žáků obvyklé diagnostické metody (pozorování žáků, analýza produktů žáků, dotazníky, pre-testování a post-testování vědomostí a dovedností). Vytvořeny byly i speciální diagnostické metody např. v podobě průzkumu motivační efektivity pomocí rodinného přírodovědného vzdělávání (Trna & Trnová, 2010a). Vhodné kombinování různých výzkumných metod a nástrojů vedlo ke křížovému ověřování efektivnosti vyvinutých modulů.

Jelikož motivace žáků byla v centru pozornosti, řešitelé aplikovali specifickou diagnostickou metodu, která byla hromadně využita v projektu PROFILES. Touto výzkumnou metodou byl dotazník MoLE (angl. Motivational Learning Environments in science classes), který byl aplikován všemi partnery v projektu PROFILES s cílem diagnostikovat změny ve vnitřní motivaci žáků, vyvolané implementací modulů v IBSE (Bolte, 2006). Obsahově MoLE dotazník zahrnoval sedm dimenzí:

- srozumitelnost učiva,
- význam učiva pro žáka,
- možnost žáka se zapojit do aktivit,
- spolupráce ve třídě,
- ochota žáka se zapojit do aktivit,
- spokojenost žáka,
- způsob prezentování učiva.

MoLE dotazník byl diferencován na dvě části:

(1) REAL: vycházela z vnímání reálného stavu výuky žákem.

(2) IDEAL: byla založena na přání žáků a jejich představě optimálního stavu ve výuce.

Při vyhodnocování dotazníku byla kombinována data z obou částí dotazníku a určována „přidaná“ hodnota motivace výpočtem rozdílu ideálních a reálných dat. Dotazník byl administrován před implementací modulu s experimenty v IBSE a následně po užití tohoto modulu ve výuce. Pre-dotazník i post-dotazník obsahovaly obsahově shodné položky, lišily se jen mírně formulačně. MoLE dotazník využíval sedmistupňovou škálu.

Pomocí MoLE dotazníku byla diagnostikována sada proměnných. MoLE dotazník obsahoval řadu položek, z nichž jsou vybrány položky týkající se motivační účinnosti motivačního příběhu modulu v IBSE. Jako příklad je nyní uveden výstup výzkumu motivační účinnosti příběhu. Vzorkem bylo 362 žáků druhého stupně základní školy na školách v ČR, kde působili učitelé-účastníci projektu PROFILES, kteří tento dotazník použili v rámci svého akčního výzkumu. Dotazník se sedmistupňovou škálou byl distribuován v roce 2014 po implementaci modulu: „Bezpečné plavání a potápění“ ve výuce přírodopisu a fyziky. V tabulce 11 jsou prezentovány dílčí výsledky pro ilustraci poměrně účinného motivování žáků příslušným příběhem.

Tabulka 11. Motivační účinnost příběhu: MoLE, REAL-část

Položka z MoLE dotazníku:	Četnost odpovědí žáků (v %)						
	Mimořádně zajímavý	Velmi zajímavý	Zajímavý	Docela zajímavý	Trochu zajímavý	Málo zajímavý	Mimořádně nezajímavý
Pro mne byl příběh:	4	21	49	12	11	2	1
Uveďte prosím, jak často jste se odkazoval zpět k příběhu při tvorbě otázek, řešení úkolů atd.	Vždy	Velmi často	Často	Docela často	Občas	Zřídka	Nikdy
	3	24	47	15	9	2	0
Úroveň pomoci, kterou mi příběh pomohl pochopit problematiku modulu, lze popsat jako:	Mimořádně užitečná	Velmi užitečná	Užitečná	Docela užitečná	Poměrně málo užitečná	Velmi málo užitečná	Mimořádně užitečná
	1	7	61	21	8	2	0

Podle uvedených výsledků MoLE dotazníku použitý příběh dovede vyvolat zájem žáků o vyřešení prezentovaného problému v modulu s experimenty v IBSE a pomáhá jim porozumět problematice, protože 97 % žáků uvedlo, že příběh byl pro ně aspoň částečně zajímavý, 74 % žáků se často nebo vždy vracelo k příběhu při vytváření otázek nebo řešení úkolů a 69 % žáků uvedlo, že příběh byl velkým přínosem pro pochopení problematiky modulu.

V rámci třetí etapy DBR byl aplikován také dotazník pro učitele-účastníky projektu. Cílem dotazníku byla diagnostika kompetencí a ownershipu učitelů-účastníků. Výzkumný PROFILES tým Weizmannova Institutu (Izrael) vytvořil příslušný dotazník s devítistupňovou škálou (1 bod – minimum; 9 bodů – maximum). Tabulka 12 uvádí vybrané položky z tohoto dotazníku. Dotazník byl distribuován 50 českým učitelům-účastníkům projektu v letech 2013–2014.

Tabulka 12. Učitelské názory po implementaci modulů s experimenty v IBSE

Názory učitelů	Průměrné hodnoty (devítistupňová škála; 1 = min.; 9 = max.) N = 50
Jak dobře umíte vybrat modul v IBSE vhodný pro vaše žáky?	6,86
Jak dobře umíte použít moduly v IBSE na podporu badatelsky orientované výuky vašich žáků?	6,48
Jak dobře umíte vést žáky k badatelskému zdůvodnění jejich rozhodnutí v problému modulu v IBSE?	6,84
Jak dobře umíte adaptovat modul v IBSE pro vaše žáky?	7,62
Jak dobře umíte navrhnout nový modul pro vaši třídu?	6,82
Jak dobře umíte provést reflexi svého vyučování?	7,04

Na základě prezentovaných výsledků dotazníkového šetření lze usoudit, že učitelé-účastníci projektu PROFILES byli spokojeni s implementací modulů v IBSE do své výuky. Velmi důležité je, že učitelé mají pocit, že došlo k posílení jejich profesních kompetencí v IBSE a narostl jejich ownership. Je nadějně, že došlo k potlačení jejich starých stereotypů a mohou pokračovat v aplikaci inovativních výukových metod, jako je IBSE. Toto tvrzení je však třeba ověřit dlouhodobějším výzkumem, který již probíhá.

5.4 Dokumentace a reflexe vedoucí k tvorbě nových zásad

Dokumentace a reflexe jako finální čtvrtá etapa je zásadní součástí DBR, která výsledky tohoto výzkumu syntetizuje a zobecňuje. V této fázi je třeba se vrátit k původním výzkumným problémům a otázkám a zjistit, jestli vytvořené, testované a hodnocené řešení je skutečně řešením zkoumaných problémů. Reflexe vychází z dat získaných ve třetí etapě a uvádí je do souvislostí a v zobecněné podobě jimi obohacuje dosavadní poznání. Finální částí této etapy prezentovaného DBR je zobecnění výsledků vývoje nových postupů, technik a nástrojů, vedoucích k produkci „konstrukčních principů“. Jde tedy o syntézu obecných zásad tvorby a implementace modulů s experimenty v IBSE.

Výzkum a vývoj specifického výukového prostředku, kterým je vzdělávací (výukový) modul s experimenty v IBSE, vychází z dat, získaných ve všech třech předchozích etapách DBR. Tato data potvrzují, že vytvořený a ověřený modul s experimenty v IBSE splňuje požadavky, které stanovila hlavní výzkumná otázka, jež hledala vhodný vzdělávací prostředek IBSE, doplněný příslušnou metodou a formou výuky, zaměřený na experimentování, který by byl vhodný a účinný pro školní praxi.

Vyvinutý modul s experimenty v IBSE má potenciál stát se vhodným a účinným výukovým prostředkem pro implementaci IBSE do školské praxe, jelikož byl vyvinut a ověřen tak, aby splňoval požadované parametry, které jsou uvedeny v tabulce 13:

Tabulka 13. Požadavky na modul s experimenty v IBSE a jeho charakteristiky

Požadavky na modul	Charakteristiky modulu
Příprava žáků na multioborové pojetí jejich přírodovědného vzdělávání (multioborové paradigma přírodovědného vzdělávání)	Téma modulů bývá obvykle mezipředmětové; bádání vyžaduje aplikaci vědomostí a dovedností z různých předmětů.
Orientace na aktivní úlohu žáků při konstruování jejich vědomostí a dovedností (konstruktivismus)	Základem každého modulu jsou žákovské badatelské aktivity.
Rozvoj nových způsobů práce s informacemi, vědomostmi a dovednostmi odpovídajícími pojetí učení současných žáků (konektivismus)	Badatelské aktivity žáků v modulu silně podněcují práci žáků s informacemi: vlastní zkušenosti a prekoncepce, spolupráce s ostatními, využívání dat z Internetu, spolupráce na sociálních sítích atd.
Použití vzdělávacích kontextů z běžného života (příprava na budoucí život a práci)	Téma modulu obsažené v příběhu je vždy silně vázáno na problematiku každodenního života žáků.
Akceptace specifických poznávacích potřeb jednotlivých žáků a podpora znevýhodněných a nadaných	Součástí bádání v rámci modulu je sada odlišných žákovských rolí, které vyhovují různým poznávacím potřebám žáků; je možno do modulu vložit specifické úkoly pro nadané či znevýhodněné.
Akceptace genderových, sociálních, národnostních, jazykových, náboženských aj. specifik žáků	Tematika modulů může být velmi různorodá a schopna akceptovat specifika žáků.
Rozvoj schopnosti žáků řešit problémy, stanovovat badatelské otázky, kriticky myslet, vyvozovat závěry atd.	Badatelská činnost žáků je základem aktivit žáků v modulech.
Rozvoj komunikačních schopností – umět diskutovat, argumentovat, prosadit svůj a akceptovat jiný názor	Základní formou výuky v modulu je skupinová práce žáků, která naplňuje úkoly rozvoje komunikace; vazba příběhu a finálního rozhodnutí na konci modulu silně k této komunikaci přispívá.
Podpora individuální i týmové práce žáků	V modulu si najdou svoje místo jak týmové, tak individuální aktivity žáků.
Propojování přírodovědných nových a dřívějších poznatků (prekoncepce) i se znalostmi z jiných předmětů (interdisciplinární přístup)	Moduly s mezipředmětovou tematikou naplňují požadavek interdisciplinárního vzdělávání s využitím různých znalostí a zkušeností žáků.
Posilování pozitivního vztahu k přírodovědě (motivace žáků)	Silný motivační účinek bádání v rámci modulu je základem vnitřní motivace žáků a tvorby jejich kladného postoje k přírodovědě.
Používat nové způsoby hodnocení a sebehodnocení výkonů žáků vedoucí k prožitku úspěchu	Bádání v rámci modulu dává příležitosti k novým metodám hodnocení i k prožívání úspěchů při vyřešení zkoumané problematiky.

Moduly s experimenty v IBSE mají vzdělávací potenciál v přírodovědné výuce, pokud jsou dodržována následující pravidla jejich tvorby a aplikace ve výuce:

- téma by mělo být aktuální a silně provázáno s životem,
- téma by mělo mít praktický přínos pro současný či budoucí život (sociálně-přírodovědná dimenze),
- téma by mělo být silně motivující a podněcující badatelské aktivity,
- nutností je dodržet kompletní a propojené metodické schéma: příběh – bádání – rozhodování,
- maximální využití experimentování při bádání žáků,
- dodržování didaktických zásad při tvorbě a aplikaci modulu (cílevědomost, systematická, vědeckost, přiměřenost, názornost, individuální přístup aj.),
- aplikaci modulu do výuky by měl realizovat připravený a motivovaný učitel,
- dodržování výukových zásad jako je příprava, správná regulace, výuky, zpětnovazební reflexe po skončení výuky modulu.

Ve stručnosti je možno závěrem stanovit několik pravidel („konstrukčních principů DBR“) obohacujících teorii přírodovědného vzdělávání, která byla v rámci prezentovaného BDR objevena a ve školské praxi primárně ověřena.

Oblast paradigmat přírodovědného vzdělávání:

- Multiparadigmatičnost přírodovědného vzdělávání je aktuálním a zřejmě i v blízké budoucnosti vhodným přístupem.

Oblast teorií učení:

- Obdobně jako v oblasti paradigmat jsou a budou fungovat současně a integrovaně různé teoretické přístupy k učení, zejména pak konstruktivismus a konektivismus.

Oblast vzdělávacích cílů:

- Při stanovování obecných vzdělávacích přírodovědných cílů je třeba akceptovat volbu přírodovědných kompetencí (systémy vědomostí, dovedností a postojů) potřebných pro praktický každodenní život, uplatnění na trhu práce a vyrovnání se s konkurencí a neočekávanými životními situacemi.

Oblast vzdělávacích technologií:

- Aplikovat vzdělávací metody aktivizující (motivující) žáka, využívat prvky konstruktivismu a konektivismu, badatelské, problémové a projektové výuky, posílit a zkvalitnit implementaci demonstračních a žákovských experimentů; využívat kooperativní učení, které rozvíjí komunikativní dovednosti.

Samozřejmostí je, že platnost těchto pravidel je třeba ověřit dalšími výzkumy a zejména praktickou aplikací v přírodovědné výuce.

6. APLIKACE VYVINUTÝCH MODULŮ S EXPERIMENTY V IBSE

Pomocí výše prezentovaného DBR byl vyvinut specifický vzdělávací prostředek IBSE, kterým je modul s experimenty v IBSE. Je specifický tím, že je postaven na žákovském experimentování. Tím se liší od dalších typů modulů v IBSE, které jsou založeny např. na vyhledávání a zpracování informací v informačních databázích, zkoumání produktů atd. Pochopitelně i v těchto jiných typech modulů se experiment vyskytuje, nehraje ale zcela zásadní roli jako v tomto modulu s experimenty v IBSE.

Součástí prezentovaného DBR a také následného aplikačního výzkumu bylo zkoumání metod implementace těchto modulů do školské praxe. V současné době je velmi aktuální otázkou podpora vzdělávání nadaných žáků, proto byla část výzkumu věnována i této problematice. Vzdělávání současných žáků, kteří jsou příslušníky Net-generace, vyvolalo realizaci dílčího výzkumu vztahu IBSE a konektivismu, jehož výstupy jsou také dále prezentovány.

6.1 Implementace modulů s experimenty v IBSE

Moduly s experimenty v IBSE, vyvinuté a ověřené v rámci projektu PROFILES, jsou inovativními výukovými materiály pro učitele a žáky. Cílem implementace těchto modulů do výuky je zvýšení efektivity přírodovědné výuky a posílení popularity přírodovědných předmětů v očích žáků.

Moduly s experimenty v IBSE mají kromě ustálené struktury a formy stavebnicově vytvořený obsah (např. různé experimenty a měření), což umožňuje jejich variabilní použití ve výuce. Ustálenou formou a strukturou je členění těchto modulů na úvodní část, učební materiály pro žáky a metodické materiály pro učitele. Učební materiál pro žáky obsahuje motivační příběh, problémové otázky, vybrané teoretické části (potřebné pro řešení úkolů), úkoly, experimenty, pracovní listy, závěrečnou hodnotící část atd. V učitelských metodických materiálech jsou všechny části učebních materiálů pro žáky komentovány a doplňovány metodickými radami, rozšiřujícími informacemi a poznámkami.

Motivace žáků je základem veškerého vzdělávání, včetně přírodovědného. Inovativní výukové strategie (metody), ke kterým IBSE patří, se bez motivace neobejdou. Naopak, právě vyšší míra motivování žáků je základní charakteristikou inovativních výukových metod. Základem efektivního motivování je přiměřená úroveň vnitřní motivace žáků. Samozřejmě nelze opominout motivaci vnější, která by měla být doplňkem motivace vnitřní (Trna & Trnová, 2008; Trna, 2012b). Motivace žáků byla v centru pozornosti při vývoji modulů s experimenty v IBSE. Při analýze motivování v těchto modulech je třeba vzít v úvahu vstupní i průběžnou motivaci, především vnitřní – poznávací.

Důraz na motivaci je kladen již při tvorbě názvu modulu, který je vytvořen tak, aby vzbudil zájem o studium dané problematiky a vystihoval závažnost studovaného tématu pro každodenní život žáků. Velmi se osvědčila formulace ve formě otázky.

Například modul s experimenty v IBSE, zabývající se měřením na lidském těle, byl nazván: „Jak může měření lidského těla chránit naše zdraví?“.

Hlavním úkolem motivace žáků v IBSE je podnícení zájmu žáka řešit badatelský problém (Trnová & Trna, 2015). V souladu s experty a výstupy tohoto DBR je vhodným nástrojem vstupní motivace příběh, který obsahuje přírodovědný problém často se sociálním kontextem, jenž tvoří jeho jádro (Bolte, Streller, Holbrook, Rannikmae, Hofstein, & Naaman, 2012). Jak příběh, tak vlastní problém, jehož je příběh nositelem, mají za úkol vyvolat zájem žáků a stimulovat je k následnému bádání. Volba formy příběhu pro vstupní motivaci vychází z pedagogicko-psychologických zákonitostí, kdy narativita hraje významnou roli v lidském životě, v komunikaci a také ve výchově i vzdělávání. Andrews, Squire, & Tambokou (2008) tvrdí, že lidé chápou a tvoří si životní názory na základě příběhů. V rámci příběhů získáváme zkušenosti ze života a o životě (Bochner, 2007). Lidé přiřítají význam myšlenkám popisovaným v příbězích proto, jelikož sami hledají pro sebe odpovědi na stejné či obdobné otázky či tak objevují nové myšlenky (Josselson, 2006).

Další charakteristikou příběhu je podpora snahy žáka o hlubší porozumění prezentovanému problému (přírodnímu jevu). Mělo by dojít k posílení významu zkoumaného tématu pro žáka, což se může stát základem pro jeho úspěšnost při řešení nastíněného problému. Po porozumění příběhu se žák posune od situace k otázkám, které je třeba řešit. Předpokládá se, že si žák vytvoří názor na řešení problému a bude motivován k bádání.

Hlavní rolí příběhu však zůstává motivovat, vyvolat zájem žáka řešit přírodovědné problémy. Posílení poznávací motivace je realizováno výběrem témat z každodenního života a vychází z žákových zkušeností (prekonceptů jevů). Motivaci žáků posiluje mezi-předmětovost (Trna, 2012b), kdy příběh obsahuje sociálně-přírodovědný problém, který není v přírodovědné výuce jednotlivých izolovaných předmětů často obsažen. Jako příklad může sloužit tematika bezpečnosti v dopravě, ochrany zdraví atd. Tento způsob úvodní motivace je pro české učitele zcela nový. V praxi se ukázal jako velmi účinný. Jako příklad může sloužit příběh modulu: „*Jak může měření lidského těla chránit naše zdraví?*“.

Sedmiletá Kamilka si za všechny ušetřené peníze nakupuje sladkosti. Nejradaší má mléčné čokolády. Každý den si koupí alespoň jednu čokoládu, kterou ihned po příchodu domů u počítače sní. Kamilina maminka, říká, že jíst tolik sladkého není zdravé, že bude obézní a nemocná. Kamilka už obézní je, ale myslí si, že ji maminka jenom tak straší. Má maminka pravdu? Je Kamila opravdu „tlustá“? Jak velká zdravotní rizika představuje obezita?

Dobře vytvořený příběh může být základem pro individuální přístup ke vzdělávání žáků, zejména těch, kteří mají specifické vzdělávací problémy. Může jít o znevýhodněné i nadané žáky. Takový příběh totiž otvírá možnost, aby si v něm každý žák našel svoji podobu problémové otázky a individuální skladbu motivů k jejímu badatelskému řešení.

Příběh by měl vyvolat první etapu badání žáků, kterou je formulace problémových otázek, které si žáci položí. Tyto otázky učitel strukturuje a určí jejich prioritu, závažnost a pořadí řešení. Jako pomoc a inspirace pro žáky může sloužit i sada předem připravených otázek. V prezentovaném modulu mohou mít návodné otázky tuto podobu:

- *Co je to obezita, jak ji mám u sebe poznat?*
- *Jak obezita vzniká?*
- *Jaká zdravotní rizika obezita přináší?*

- *Jak obezitě předcházet?*
- *Je nebezpečná i nedostatečná tělesná hmotnost?*

Vstupní motivace žáků je rozhodující pro zahájení IBSE. Nesmí se ale zapomínat na motivaci průběžnou, která udržuje aktivitu žáků v průběhu celého IBSE. Zde máme k dispozici různé motivační techniky, mezi kterými dominují:

- (a) poznávací motivace: experimentování, výběr témat ze života, které žákům přinášejí z jejich hlediska smysluplné učení,
- (b) sociální motivace: spolupráce při bádání, komunikace se spolužáky a učitelem,
- (c) výkonová motivace: soutěžení, šance na úspěch v dílčích úkolech.

Uvedené a další motivační techniky je třeba střídat a užívat je v optimální míře a individuálně.

Hlavní pozornost je v modulech s experimenty v IBSE věnována především žakovskému experimentování. Při přípravě na toto žakovské bádání a experimentování musí učitel věnovat pozornost vědecky správné prezentaci přírodního jevu, technicky dokonalému provedení experimentu, výběru vhodné úrovně IBSE a optimálnímu didaktickému zařazení experimentu do výuky. Většinou je pozornost věnována pouze prvním dvěma aspektům. U experimentů je však velmi důležité mít na zřeteli všechny aspekty, má-li experiment plnit svoji vzdělávací úlohu.

Vlastní badatelské aktivity jsou jádrem IBSE. V modulech s experimenty v IBSE jsou tyto aktivity didakticky strukturovaně navázány na otázky, které si žáci po porozumění příběhu postavili. Je-li třeba, je vložena část teorie, o kterou se žáci mohou opřít při experimentování. V závislosti na úrovni IBSE jsou tyto výchozí informace uvedeny přímo v učebním modulu nebo si je žáci sami vyhledají v informačních zdrojích. V prezentovaném modulu (autorka: S. Červenková) byl vložen stručný text o metodě měření BMI (Body Mass Index) v této podobě:

Obezita představuje velké zdravotní riziko. Zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a poškozuje klouby, zvyšuje pravděpodobnost onemocnění cukrovkou a je rizikovým faktorem mnoha dalších nemocí. V moderní industriální rozvinuté společnosti se obezita stává novou epidemií a řadí se k největším problémům medicíny. Jednoduchou prevencí obezity je pravidelná kontrola hmotnosti a výpočet BMI pomocí jednoduchého vztahu a porovnání s normálními hodnotami (viz tab. 14).

$$\text{Výpočet BMI: } BMI = \frac{\text{hmotnost (kg)}}{[\text{výška (m)}]^2}$$

Tabulka 14. Vyhodnocení obezity

Tabulka na vyhodnocování obezity:		
BMI	stav organismu	zdravotní rizika
méně než 18,5	podváha	vysoká
18,5 – 24,9	norma	minimální
25,0 – 26,9	mírná nadváha	nízká
27,0 – 29,9	těžší nadváha	vzrůstající
30,0 – 34,9	obezita 1. stupně	zvýšená
35,0 – 39,9	obezita 2. stupně	vysoká
40,0 a více	obezita 3. stupně	velmi vysoká

Specialitou modulů s experimenty v IBSE jsou právě experimenty a měření. Tyto experimenty a měření musí vyhovovat všem požadavkům, které jsou kladeny na školní experimenty. Patří k nim kromě bezpečnosti především dodržení a správnost:

- vědeckosti
- technického provedení
- didaktického využití (Trna, 2008).

Největší rozdíl proti obvyklému využití experimentů spočívá v jejich zařazení do těchto modulů v částečně odlišném didaktickém zařazení. Tato odlišnost je dána badatelským principem. Je třeba experimenty aplikovat s dodržением zvolené úrovně IBSE (viz kapitola 5.2.1). Jako příklad takového vhodného experimentu (měření) může sloužit popis a návod na měření BMI:

<p>Experiment BMI:</p> <p>Pomůcky: váhy, metr, kalkulačka.</p> <p>Postup měření:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Změřte hmotnost vašeho těla 2. Změřte výšku vašeho těla 3. Vypočítejte svůj BMI 4. Srovnajte výsledek s hodnotami v tabulce

Žáci plní většinou jednoduché úlohy založené na experimentech. Vzhledem k tomu, že jsou experimenty odlišné podle příslušné úrovně IBSE, umožňují učitelům použít různé úrovně badání podle schopností žáků, což silně individualizuje výuku. Nadaní žáci mohou pracovat na vyšší úrovni a vlastním tempem, což podporuje jejich zájem, stejně tak jako možnost větší pomoci stimuluje slabší žáky.

Závěrečnou fází IBSE v těchto modulech je předložení řešení badatelské problematiky z úvodního příběhu. Jeho standardní formou je soubor odpovědí žáků na jejich otázky, stanovené po analyzování příběhu, které vycházejí z badání žáků s využitím experimentů:

- *Otázka: Vysvětlete, co je to obezita, jak ji lze poznat?*
Odpověď:
- *Otázka: Popište, jak obezita vzniká?*
Odpověď:
- *Otázka: Zhodnoťte, jaká zdravotní rizika obezita přináší?*
Odpověď:
- *Otázka: Navrhněte, jak obezitě předcházet?*
Odpověď:
- *Otázka: Zjistěte, je-li nebezpečná i nedostatečná tělesná hmotnost?*
Odpověď:

Velmi cennou finální částí modulu s experimenty v IBSE je diskuse žáků o zkoumané problematice, která obsahuje argumentaci, založenou na výsledcích bádání s experimenty. Tato část žákovských aktivit může být formálně podpořena pracovním listem v podobě:

Do levého sloupce tabulky 15 napiš svoje názory, které podle tebe patří k úvodnímu příběhu. O svých názorech diskutuj se spolužáky a učitelem, opravy a doplnění svých názorů zapiš do pravého sloupce.

Tabulka 15. Návrhy a doporučení

Problém	Moje názory:	Opravy a doplňky:
1		
2		
3		
4		
5		

Metodická materiály pro učitele obsahují metodické poznámky, doplňující informace či popis alternativního uspořádání modulu. V druhé části této studie jsou prezentovány příklady modulů, použitelné v různých situacích.

6.2 Moduly s experimenty v IBSE pro nadané žáky

IBSE je efektivní vzdělávací strategií (postupem) pro všechny žáky, včetně nadaných. Tento fakt je potvrzen skutečností, že hlavní charakteristiky IBSE jsou v souladu s potřebami nadaných žáků, zejména díky plné akceptaci jejich učebního stylu (Renzulli, 1986). Důraz je kladen na učení se pomocí vlastního bádání, porozumění pojmům a logický proces při vytváření vědomostí a dovedností nadaných žáků.

IBSE koresponduje se vzdělávacími potřebami nadaných žáků, jelikož uspokojuje jejich specifické vzdělávací potřeby kladení otázek, originality a neobvyklosti řešení problémů, nezávislosti, preferování individuální práce apod. V rámci IBSE nadaný žák

může uplatnit své výjimečné schopnosti aplikace informací, tvorby hypotéz a jejich ověřování, vyslovování závěrů a tvorby nových řešení (Cvetkovic-Lay, 1995). Nadaný žák zde také uplatní neobvyklé propojování a překvapující kombinace svých řešení (Trnová & Trna, 2011c). Je důležité, aby si učitel uvědomoval, že zájmy nadaného žáka mohou být velmi široké, ale i výrazně zúžené jen na několik či dokonce jen jednu oblast (Škrabánková, Trna a kol., 2013). Tyto zájmy bývají obvykle odlišné od zájmů jeho vrstevníků. Z těchto i dalších důvodů nadaní žáci upřednostňují jiné vzdělávací metody než jejich spolužáci. Zařazením IBSE může učitel také objevit skryté nadání žáka a rozvinout je v individuálním přístupu díky možnosti využití více úrovní obtížnosti IBSE, protože může být nadanému žákovi nabídnuto bádání vyšší úrovně.

Moduly s experimenty v IBSE by měly tedy obsahovat prvky vhodné pro identifikaci a rozvoj přírodovědného nadání žáků. Aby tyto prvky mohly být do modulů vloženy, je třeba zjistit, které to jsou. Tato problematika se stala vedlejším produktem prezentovaného DBR. Speciálně byla pozornost zaměřena na hledání specifických experimentů pro nadané žáky, které by bylo možno vložit do modulů s experimenty v IBSE. Dotazníkovou metodou byly identifikovány specifické vzdělávací potřeby nadaných žáků v oblasti experimentování. V roce 2011 byl administrován dotazník 15 nadaným a 138 žákům s neprojeveným přírodovědným nadáním ve věku 15–18 let na střední škole (gymnázia). Nadání bylo verifikováno kombinací vyjádření pedagogicko-psychologické poradny a jejich učitelů. Část výstupů dotazníku uvádí tabulka 16:

Tabulka 16. Specifické vzdělávací potřeby nadaných žáků

Které aktivity bys chtěl realizovat ve výuce, aby tě bavily a zajímaly?	Nadaní žáci N = 15 (%)	Nenadaní žáci N = 138 (%)	Rozdíl nadaní/ nenadaní (%)
Měření	93	25	68
Zkoumání jevů	87	29	58
Ověřování hypotéz	67	16	51
Hledání základních přírodních jevů	93	43	50
Pozorování	93	49	44
Tvorba hypotéz	60	18	42
Experimentování	100	59	41
Formulování závěrů	73	33	40
Hledání nových řešení	80	41	39
Práce s daty	67	28	39
Hodnocení	53	17	36
Popis jevů	73	41	32
Vyjadřování názorů a jejich obhajoba	87	59	28
Řešení projektů	80	62	18

Tento dotazníkový výzkum, kombinovaný s rozhovory s učiteli nadaných žáků, přinesl zjištění, že největší odlišnosti ve vzdělávacích potřebách mezi nadanými žáky a jejich spolužáky jsou v oblastech měření veličin, zkoumání jevů, ověřování hypotéz atd. (viz tab. 16). Pokud shrneme nejrozdílnější aktivity, pak je můžeme sjednotit pod aktivity bádání s experimentováním a hledání zákonitostí jevů vycházející z žákovských hypotéz a jejich ověřování. Tyto specifické potřeby nadaných žáků mohou být uspokojovány právě v modulech s experimenty v IBSE.

V dalších částech DBR bylo vytvořeno několik typů experimentů v rámci IBSE, které mohou rozvíjet nadané žáky. K těmto experimentům patří zejména experimenty použitelné ve třetí a čtvrté úrovni IBSE. V nasměrované (guided) a otevřené (open) úrovni se mění výrazně nejen role učitele, ale i aktivity žáka, které plně vyhovují nadaným žákům. Učitel je v roli partnera a dává prostor individualitě nadaného žáka (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). Nadaný žák sám otvírá problémy a hledá jejich řešení. Učitel by neměl omezovat originální postupy řešení navrhované žáky, naopak by je měl podporovat. Velmi hodnotný je rozvoj kreativity žáků, která se projevuje v oblasti experimentování např. navrhováním alternativních experimentů, aparatur, postupů apod.

Jako příklad vhodného experimentu pro nadané žáky mohou sloužit experimenty na téma tepelné regulace lidského těla, které bylo navrženo samotnými žáky v rámci modulu s experimenty v IBSE, který byl vytvořen pro otevřenou úroveň IBSE (Trnová & Trna, 2012).

Žáci stanovili výzkumnou otázku: Jak se lidské tělo ochlazuje v horkém prostředí? Vyslovili hypotézy, že se na tomto ochlazování mohou podílet fyzikální jevy tepelné záření a odpařování. Poté vyvíjeli a ověřovali sadu ověřujících experimentů pro svoje hypotézy. Jako příklad mohou sloužit tyto dva experimenty:

(1) Tepelné záření: Po přiblížení dlaní na nich ucítíme vzrůst teploty. Dlaně rukou si totiž vzájemně předávají vyzářené teplo, které tak nemůže unikat do okolí a ochlazovat tělo (viz obr. 10).



Obrázek 10. Tepelné záření lidského těla

(2) Odpařování vody: Jednu ruku namočíme ve vodě a druhou ponecháme suchou. Po chvíli cítíme, že se mokrá ruka ochlazuje. Je to způsobeno odpařováním vody, která modeluje odpařování potu z těla, čímž tělo reguluje (snižuje) svoji teplotu. Proces můžeme urychlit foukáním na mokrou ruku, kdy dojde k urychlení odpařování odstraňováním páry z okolí ruky. Tento jev je znám podchlazením zpoceného těla v průvanu.

Tento výzkum experimentální složky IBSE pro nadané žáky obohatil prezentovaný DBR o závěry v podobě zásad pro vytváření specifických prvků pro nadané žáky v rámci modulů s experimenty v IBSE, ke kterým patří zejména:

- podpora aktivní role nadaného žáka,
- silně individuální přístup k nadanému žákovi,
- podněcování nadaných žáků řešením náročnějších otevřených úkolů s experimenty,
- aplikace specifických postupů práce nadaných žáků (analýza jevů, ověřování hypotéz aj.),
- důraz na komplexní rozvoj experimentování (od návrhu po vyhodnocení experimentu),
- mezioborovost (i neobvyklá) řešených problémů,
- rozvoj zkušeností, prožitku úspěchu a sebevědomí z profesionálního růstu se sebeuvědoměním vlastního nadání žáka,
- rozvoj specifické komunikace s okolím (argumentace, diskuse).

Tyto a jistě i další zásady jsou platné pro vzdělávání nadaných žáků, jelikož naplňují jejich specifické vzdělávací potřeby. Byly vytvořeny během akčního výzkumu v rámci DBR a ověřeny pomocí interview se zkušenými učiteli, kteří výše prezentované zásady potvrdili. Pro jejich exaktní verifikaci je třeba provést další, zejména longitudinální výzkumy a případové studie vlivu IBSE na nadané žáky.

6.3 Moduly s experimenty v IBSE a konektivismus

Jak bylo uvedeno výše, výrazně se mění učební styl dnešních žáků, kteří jsou příslušníky Net-generace. Je tedy třeba vkládat do inovativních vzdělávacích strategií a metod, jako je IBSE, také konektivistické prvky. Pokud se podaří organicky propojit IBSE a konektivistický přístup, máme velkou šanci získat moderní efektivní vzdělávací metody. Cílem prezentovaného DBR bylo také odpovědět na výzkumnou otázku:

Jak lze moduly s experimenty v IBSE modifikovat pro konektivistický přístup?

Výraznou součástí tohoto konstrukčního výzkumu byl akční výzkum ve školní přírodovědné výuce. Výzkumný tým, složený z výzkumníka a učitele, aplikoval určitý prvek IBSE, přičemž do něj implementoval konektivistický přístup. Efektivnost těchto metod byla ověřována empirickými metodami dotazníku, testu, analýzy žakovských produktů, pozorování atd. Výsledkem výzkumu je soubor společných rysů IBSE a konektivismu. V níže uvedené tabulce 17 je uvedený jejich přehled.

Tabulka 17. Srovnání konektivismu a IBSE

Konektivismus	IBSE
Vychází z teorie konstruktivismu.	Vychází z teorie konstruktivismu.
Vhodné obsahy jsou témata z každodenního života.	Vhodné obsahy jsou témata z každodenního života.
Zásadní role ICT.	Často využívá ICT.
Žáci neradi pracují podle přesných návodů.	Cílem je, aby žáci hledali cesty, přemýšleli a ne aby slepě sledovali návod.
Žáci upřednostňují peer-to-peer přístup.	Žáci pracují ve skupinách, učí se spolupracovat, komunikovat.
Žáci nemají memorovat fakta, ale mají je umět vyhledávat, mají vědět co a kde hledat.	Žáci se učí logicky myslet, propojovat fakta, vyvozovat z nich závěry – ne je memorovat.
Při hledání informací se žáci střetávají s informacemi z mnoha oborů, musí je umět propojovat.	Aktivity žáků mají interdisciplinární charakter.
Cílem je osvojování mnoha dovedností.	Cílem je rozvoj dovedností a kompetencí.
Umět najít fakta je důležitější než samotná fakta.	Dovednost „jak se učit“ je mnohem významnější než znalost dílčích vědomostí.
Žáci se učí rozpoznávat, které informace jsou důležité a kde je hledat (Internet).	Důležitost informace žáci ověřují či zjišťují pomocí badání.
Žáci propojení v síti si předávají informace, diskutují atd. V lavinovité komunikaci se zdánlivě žáci „ztrácí“, ale toto větvení může přinést mnoho nových poznatků a rozvíjí dovednosti pracovat s informacemi.	Žáci navrhnou svá řešení, diskutují, vznikají nová řešení, není dáno, k jakým výsledkům mají dojít. Žáci se učí badat, což je důležitější než výsledek tohoto badání. Učí se pracovat s informacemi.
Při propojení na sítích žáci nejsou stejného věku, spojuje je zájem.	Žáci nemusí být stejného věku. Spolupracují a plní svoji úlohu v týmu žáků se stejným zájmem.
Při propojení v síti mizí role vůdčí autority. Učitel si musí autoritu získat svými profesními schopnostmi.	Učitel plní úlohu rádce a průvodce.

Na základě existence řady společných rysů IBSE a konektivismu je možno vytvořit vhodný výukový postup implementace modulu s experimenty v IBSE mající zároveň konektivistické charakteristiky. Byly realizovány výzkumy, jejichž výsledky potvrzují úspěšnost propojení konektivismu a IBSE (Ješková, Kireš, Ganajová, & Kimáková, 2011; Půlpán & Kulička, 2015; Trna, & Trnová, 2010b).

Jako příklad konektivistické metody v IBSE můžeme uvést pilotní modul s experimenty v IBSE realizovaný on-line ve dvou zemích s využitím ICT: v ČR a Portugalsku. Pro Net-generaci žáků byla tato spolupráce využívající on-line komunikaci (např. Skype) silně motivační. Byla realizována tak, že žáci řešili společně on-line modul s experimenty v IBSE ve dvou skupinách českých a portugalských žáků (věk 16 let, gymnázium,

2009–2010). Tato výuka probíhala ve stejnou dobu v české a portugalské škole pod vedením české a portugalské učitelky (Trnová & Trna, 2010b). Tématem výukového modulu s experimenty v IBSE byla fotosyntéza. Portugalští i čeští žáci vystupovali střídavě v roli vedoucích (lídrů) při jednotlivých modulových aktivitách. Prováděli on-line experimenty, při kterých žáci pracovali podle instrukcí žáků-vedoucích z druhé země. Připravovali společné videokonference, kde prezentovali výsledky svých experimentů. Tato spolupráce byla obohacující také pro učitele obou zemí, protože získali nové zkušenosti a nové výukové materiály. Dokladem efektivity této metody je výběr z žákovského dotazníku (využito škálování), který potvrdil vysokou úroveň motivace a následné aktivity všech zúčastněných žáků v obou zemích.

Tabulka 18. Výsledky žákovského dotazníku on-line výuky

Otázky a odpovědi portugalských/českých žáků: N = 27/21	Nesouhlasím (%)	Částečně souhlasím (%)	Souhlasím (%)	Silně souhlasím (%)	Nemám názor (%)
Online experimenty realizované ve spolupráci českých a portugalských žáků pomohly mému porozumění tématu Fotosyntéza.	5/5	26/33	46/38	18/19	5/5
Spolupráce v online prostředí mi pomohla k mému kvalitnějšímu učení tématu Fotosyntéza.	0/0	17/19	54/48	24/28	5/5

Z uvedených výstupů výzkumu (tab. 18) můžeme vyvodit, že tato metoda implementace modulů s experimenty v IBSE v on-line prostředí s mezinárodní spoluprací měla výrazný vzdělávací a motivační efekt na Net-generaci dnešních žáků.

Výsledkem DBR výzkumu bylo zjištění, že je možno organicky propojit IBSE a konektivistický přístup ve výuce. Srovnávací analýzou byl nejdříve vytvořen přehled společných rysů IBSE a konektivismu. Na základě těchto společných charakteristik IBSE a konektivismu jsme pomocí DBR výzkumu vyvinuli metodu implementace modulu s experimenty v IBSE s konektivistickými prvky.

7 UKÁZKY VYVINUTÝCH MODULŮ S EXPERIMENTY V IBSE

Z praktického hlediska je modul formálně rozdělen do dvou částí: žakovské aktivity a učitelský průvodce. V žakovských aktivitách jsou uvedeny všechny základní aktivity modulu, včetně úkolů pro žáky, popisů a návodů k experimentování, doplňkové informace atd. Žakovské aktivity obsahují tyto části:

- Příběh
- Problémy a otázky
- Úlohy, experimenty a měření
- Řešení problémů a závěry

Učitelský průvodce je metodická příručka pro učitele, kde jsou zopakovány žakovské aktivity a doplněny instrukcemi a návody pro učitele, jak má žáky během jejich bádání vést. Struktura učitelského průvodce má následující podobu:

- Popis modulu
- Metodický průvodce
 - Příběh
 - Problémy a otázky
 - Úlohy, experimenty a měření
 - Řešení problémů a závěry
- Poznámky a doporučení

V učitelském průvodci jsou graficky zvýrazněny příslušné části učitelských aktivit. Učitel nemusí dodržovat uvedené návody, ty slouží pouze jako doporučení a uvádí osvědčené postupy. Měly by učitelé pomáhat především ve fázi, kdy nemá s IBSE dostatek zkušeností.

Standardní součástí implementace modulů s experimenty v IBSE bylo závěrečné hodnocení jeho vzdělávací účinnosti. Mělo podobu sebereflexe učitele a žáků a využívalo různé hodnotící nástroje. Takto získaná data byla využita při úpravě modulů i pro další výzkumy v projektu PROFILES (viz kap. 5.3). Záznamové hodnotící nástroje (tabulky, archy aj.) pro hodnocení a sebehodnocení žáků byly specifické u jednotlivých modulů, ale také v konkrétních podmínkách jednotlivých tříd. Proto je v této studii neuvádíme.

7.1 Modul s experimenty v IBSE: Bezpečné plavání a potápění

Modul s experimenty v IBSE s názvem „Bezpečné plavání a potápění“ je příkladem modulu, který je plně založen na žakovském bádání v podobě experimentování. Je v něm použita strukturovaná úroveň IBSE, kdy je úkolem žáků objevovat přírodní zákonitosti pomocí učitelem připravených jednoduchých pomůcek (včetně instrukcí k experimentům). Pro nadané žáky je možno zvýšit úroveň bádání na nasměrované bádání, kdy může nadaný žák sám sestavit experimentální aparaturu nebo ji alespoň upravit.

Hlavním cílem tohoto modulu je, aby si žáci na základě realizace jednoduchých experimentů uvědomovali některá nebezpečí spojená s plaváním a potápěním jako aktivit, které v životě provozují. Bezpečné chování v každodenním životě je učivo, které má praktické využití a vyvolává zájem žáků o učení (Trna & Trnová, 2008). Může být použito i v rodinném vzdělávání, tedy předávání informací o bezpečnostních rizicích ze školy do rodiny prostřednictvím žáků. Toto učivo propojené se životem, může pozitivně ovlivnit vztah žáků i veřejnosti k přírodním vědám.

Žáci se seznámí s parametry lidského těla, které mohou být vyjádřeny pomocí veličin, jednotek a zákonů. Poznají, že také vnější fyzikální a chemické podmínky jsou velmi důležité pro zachování životních funkcí lidského organismu, včetně zdraví. Tento modul umožňuje, aby si žáci osvojili vědomosti a dovednosti z přírodopisu a fyziky; porozuměli přírodovědným zákonům; naučili se uplatňovat osvojené znalosti v každodenní praxi; propojili si znalosti z jednotlivých předmětů (fyzika a přírodopis).

7.1.1 Bezpečné plavání a potápění – žákovské aktivity

Bezpečné plavání a potápění

Předměty: Přírodověda, Fyzika, Přírodopis

Ročník: 6 až 9

ŽÁKOVSKÉ AKTIVITY:

Příběh:

☞ Přečti si příběhy a zamysli se nad nimi:

Kdo má pravdu?

Petr jel na kole s rodiči na společný výlet. V poledne přijeli k řece. Petrovi bylo velké horko, byl celý zpocený a těšil se, jak se ochladí. Okamžitě chtěl skočit do studené vody. Maminka ho však zarazila, že musí počkat, až nebude tak uhrátý, protože jinak by se mohl i utopit. Petr se smál, že je to pověra, kterou rodiče říkají dětem, protože se bojí, že se ve studené vodě nachladí. On je ale otužilý a studené vody se nebojí. Kdo má pravdu?

Smrt při potápění.

Zpráva z televizního vysílání: Známy zpěvák D. N. včera tragicky zahynul při sportovním potápění v přímořském letovisku H. Mluvčí místní policie uvedla, že přesnou příčinu úmrtí objasní nařízená soudní pitva. Na náš dotaz odpověděl starší instruktor potápění L. T., že příčinou tragédie při potápění může být zdánlivě drobný úraz, kterým je např. protření ušního bubínku. Podrobnosti přineseme v dalších zprávách.

Problémy a otázky:

☛ **Pozorně si znovu přečti oba příběhy a napiš otázky, které tě napadnou:**

1.
2.
3.
4.
5.

☛ **Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:**

- (a) Jaké vlastnosti vody mohou způsobit zdravotní rizika či dokonce smrt člověka?
- (b) Které orgány lidského těla a proč mohou být při koupání a potápění poškozeny?
- (c) Jaké druhy koupání a potápění ve vodě jsou riskantní?
- (d) Která pravidla bezpečného plavání a potápění musíme dodržovat?

Na otázky ti pomohou odpovědět následující experimenty:

Úlohy, experimenty a měření:

❖ **Experiment 1: Chladový test krevního tlaku**

- Změř a zaznamenej teplotu vzduchu v místnosti.
- Změř tlak krve na levé paži spolužáka pomocí tlakoměru a zapiš zjištěnou hodnotu.
- Manžetu nech na paži – budeš měření ještě jednou opakovat.
- Změř teplotu studené vody připravené pro ochlazení pravé ruky spolužáka.
- Ochlaď pravou paži spolužáka vložením studené vody (obr. 11) a znovu změř tlak krve na levé paži. Zaznamenej hodnotu tohoto měření do tabulky 19.



Obrázek 11. Ochlazování pravé paže

- Obě naměřené hodnoty krevního tlaku porovnej a vyhodnoť stav cév spolužáka.

Tabulka 19. Chladový test

Pracovní list	Chladový test tlaku krve			
1.	Teplota místnosti:		Tlak krve na levé paži:	
2.	Teplota studené vody:		Tlak krve na levé paži po ochlazení pravé paže ve vodě:	
3.	Rozdíl mezi teplotou vzduchu a vody:		Rozdíl mezi naměřenými hodnotami krevního tlaku:	
4.	Výsledky měření a pozorování:			

Výsledky a aplikace experimentu:

- Chladové jevy způsobují stažení cév (vasokonstrikci), a tím snižují prokrvení orgánů, především kůže a svalů. Jde o udržení teploty tělního jádra (orgány uvnitř hrudníku), která je velmi důležitá pro správnou funkci organismu. Jestliže teplota tělního jádra klesne pod 21°C, enzymy nemohou pracovat a nastává smrt. V chladu se tedy cévy v méně důležitých částech těla, především povrchové cévy v kůži a svalech, stáhnou, takže krev se dále neochlazuje a neklesá teplota tělního jádra.
- Stažení (vasokonstrikce) povrchových cév zvyšuje tlak krve v centrálních tepnách. Je-li změna teploty rychlá a navíc na velkém povrchu těla, může dojít k prudkému nárůstu tlaku krve a ke kolapsu organismu, který může způsobit smrt.
- Změna tlaku závisí na stavu cév a chladový test zjišťuje stav cévní reaktivity. Zvýšení tlaku o 20/15 mm Hg ukazuje na normální cévní reaktivitu. Zvýšení větší než 50/35 mm Hg ukazuje na vysoký tlak (hypertenzi) v první fázi choroby.

❖ Experiment 2: Modelování protržení ušního bubínku velkým tlakem

Základní pomůckou je plastová láhev s širokým hrdlem (obr. 12).



Obrázek 12. Plastová láhev

Do víčka láhve je vyvrtán otvor a našroubován ventil z pneumatiky jízdního kola (obr. 13).



Obrázek 13. Víčko s ventilkem

Přetlak v plastové láhvi je ve všech experimentech vytvářen pomocí hustilky pro jízdní kola (obr. 14).



Obrázek 14. Hustilka

Pomůcky v plastových lahvích jsou upevněny na stojánky vyrobené z měděného drátu, pletací jehlice a dřevěných menších koleček (obr. 15).



Obrázek 15. Stojánek s pomůckou

- Ústí zkumavky překryj gumovou blánou (z nafukovacího balónku) a upevni gumičkou (obr. 16).
- Připoj hustilku k ventilku a pumpuj – vytváříš v lahvi přetlak vzduchu.



Obrázek 16. Zkumavka s blánou v láhvi

- Blána se vlivem přetlaku prohne do zkumavky (obr. 17).



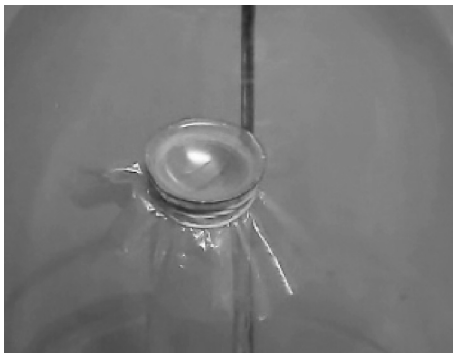
Obrázek 17. Blána prohnutá přetlakem

- S rostoucím přetlakem se zvětšuje prohnutí blány (obr. 18).



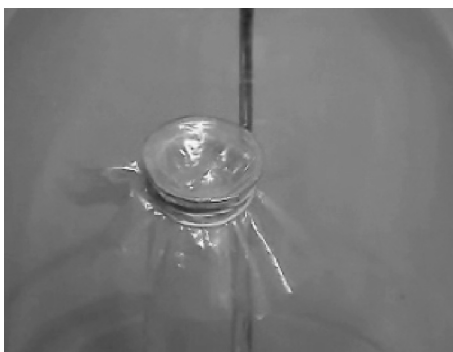
Obrázek 18. Zvětšení přetlaku

- Gumovou blánu nahrad' tenkou plastovou fólií (obr. 19).
- Při přetlaku se také prohne do zkumavky.



Obrázek 19. Plastová fólie na zkumavce

- Je-li přetlak v láhvi dostatečně veliký, plastová fólie se protrhne (obr. 20).



Obrázek 20. Protržená plastová fólie

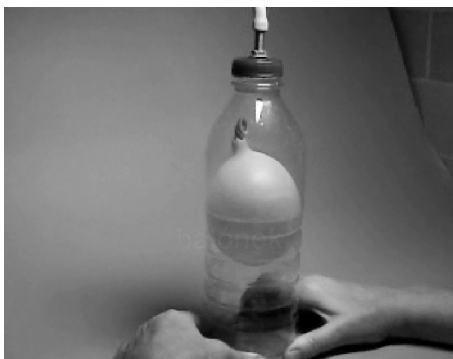
Gumová blána nebo plastová fólie napodobuje chování ušního bubínku během plavání, koupání a potápění. Voda v uchu (ušním zvukovodu) tlačí na ušní bubínek stejně jako v případě našeho experimentu vzduch. Výsledkem tlaku je deformace ušního bubínku a v případě velkého tlaku (přetlaku) jeho protržení.

Výsledky a důsledky experimentu:

- Deformační účinek přetlakové síly se projevuje prasknutím membrány vyrobené z kusu plastového sáčku, která kryje ústí zkumavky.
- Gumová nebo plastová blána simuluje chování ušního bubínku během plavání, koupání a potápění. Voda v uchu (ušním zvukovodu) tlačí na ušní bubínek. Je-li tlak velký, dojde k jeho protržení. Následkem je ostrá bolest a ztráta prostorové orientace. Pro potápěče to představuje vážné ohrožení života.

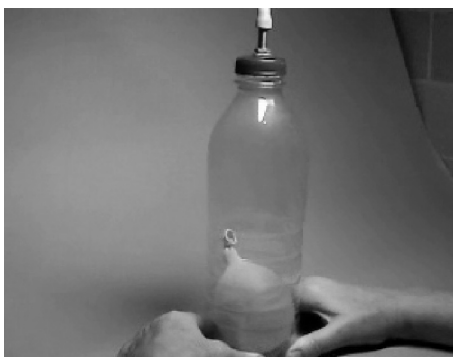
❖ **Experiment 3: Stlačení (komprese) plic**

- Gumový balónek nafoukneme uvnitř plastové láhve (obr. 21).



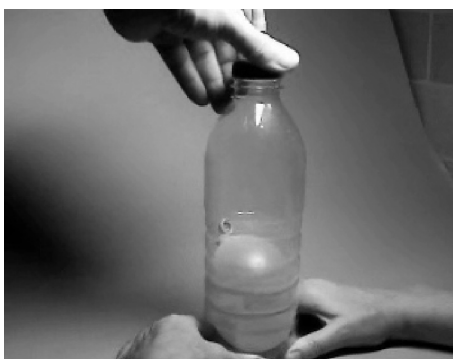
Obrázek 21. Gumový balónek v láhvi

- Přetlak v láhvi vyvolaný pumpičkou způsobí zmenšení objemu balónku (obr. 22).



Obrázek 22. Zmenšený gumový balónek

- Po otevření lahve balónek opět zvětší svůj objem (obr. 23).



Obrázek 23. Zvětšení balónku v otevřené láhvi

Výsledky a důsledky experimentu:

- Deformační účinek přetlakové síly se projevuje změnou objemu nafouknutého malého gumového balónku.
- Přetlak pod vodou při potápění snižuje objem plic. Spontánně jsme schopni dýchat jen asi jeden metr pod vodní hladinou. Během potápění musí být vzduch do našich plic tlačěn. V hloubce deseti metrů je kapacita plic snížena na polovinu. Pokud se potápeč vynoří příliš rychle, jeho plíce mohou být vážně poškozeny. Tento jev se při dlouhodobém a hlubinném potápění nebezpečně kombinuje s uvolňováním dusíku z krve (viz dále).

❖ Experiment 4: Rozpuštění plynů v krvi

- Ve vodě v přetlakové láhvi se rozpustí více vzduchu (plynu) než za normálního atmosférického tlaku (obr. 24).



Obrázek 24. Voda v přetlakové láhvi

- Po otevření láhve se začnou z vody uvolňovat bublinky plynu (obr. 25).



Obrázek 25. Uvolňování bublinek v otevřené láhvi

- Za chvíli je uvolněných bublinek velké množství (obr. 26).



Obrázek 26. Množství uvolněných bublinek v otevřené láhvi

Výsledky a důsledky experimentu:

- Vzduch se vlivem přetlaku rozpustí ve vodě v láhvi. Obdobně se rozpustí v krvi během potápění vzduch (dusík). Embolie je nejčastější příčinou smrti potápěčů po rychlém vynoření.
- Největším nebezpečím je barotrauma, které může způsobit různě závažná poškození až smrt. Barotrauma znamená změnu tlaku uvnitř organismu, který byl určitou dobu vystaven velkému přetlaku, a při rychlém vynoření došlo k jeho náhlému snížení. Vlivem toho se cévy roztahují, mění se tlak a z krve se uvolňují plyny a zpění se krev. Například vlivem nedostatečného vyrovnávání tlaku v potápěčské masce může dojít k barotraumatu očí a následně k popraskání očních cév a postižený potápěč vypadá nějakou dobu jako upír. Takže ne upír, ale neopatrný potápěč!

Řešení problémů a závěry:

Odpovědi na otázky:

☞ Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil.

1.

Odpověď:

2.

Odpověď:

3.

Odpověď:

4.

Odpověď:

5.

Odpověď:

- (a) Jaké vlastnosti vody mohou způsobit zdravotní rizika či dokonce smrt člověka?
Odpověď:
- (b) Které orgány lidského těla a proč mohou být při koupání a potápění poškozeny?
Odpověď:
- (c) Jaké druhy koupání a potápění ve vodě jsou riskantní?
Odpověď:
- (d) Která pravidla bezpečného plavání a potápění musíme dodržovat?
Odpověď:

Závěry a doporučení k příběhům:

- **Do levého sloupce tabulek napiš svoje názory (doporučení), které podle tebe patří k těmto příběhům. O svých názorech diskutuj se spolužáky a učitelem, opravy a doplnění svých názorů uveď do pravého sloupce (tab. 20 a 21).**

Tabulka 20. Tabulka – příběh 1– Kdo má pravdu?

Pracovní list: Kdo má pravdu?		
	Můj názor:	Oprava a doplnění po diskusi:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Tabulka 21. Tabulka – příběh 2 – Smrt při potápění

Pracovní list: Smrt při potápění		
	Můj názor:	Oprava a doplnění po diskusi:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

7.1.2 Bezpečné plavání a potápění – učitelský průvodce

POPIS MODULU:

Cíle modulu:

Žáci získají vědomosti o bezpečnostních rizicích při plavání a potápění. Budou rozumět fyzikální podstatě těchto rizik. Osvojí si dovednosti tvorby problémových otázek a hypotéz, realizace experimentů a jejich modifikací, zjišťování mezipředmětových informací a jejich propojování, spolupráce při badatelské činnosti, vyhodnocení rizik pro lidský organismus v závislosti na vnějších fyzikálních podmínkách při pohybu ve vodě. Dotvoří si kladný postoj k ochraně zdraví života svého i dalších lidí.

Vzdělávací výstupy modulu:

Žáci budou schopni:

- pochopit a vysvětlit použití Archimédova zákona v každodenním životě,
- zjistit, jaké procesy probíhají v lidských orgánech a v celém organismu při plavání a potápění,
- navrhnout a provádět soubor experimentů, které modelují chování lidských orgánů při plavání a potápění,
- vyhodnotit zdravotní rizika pro lidské tělo při plavání a potápění.

Vzdělávací obsah:

Aplikace Archimédova zákona, zdravotní prevence při plavání a potápění

Základní výstupní vědomosti:

Archimédův zákon, plování, vznášení, potápění, hustota, hydrostatický tlak, dýchání, sluch.

Druhy aktivit:

Bádání, experimentování, tvorba hypotéz, vytváření experimentálních aparatur, skupinová práce apod.

Předpokládaný rozsah:

3 vyučovací hodiny (po 45 minutách)

Autoři modulu:

E. Trnová, J. Trna

METODICKÝ PRŮVODCE:

Příběh:

➔ Přečti si příběhy a zamysli se nad nimi:

Příběh slouží k motivaci žáka a k podnícení vzniku problémové situace, kdy si žák klade otázky, které chce řešit. Žák si má sám v klidu příběh přečíst.

První příběh se týká problému vasokonstrikce, kdy prudce ochlazené tělo zúží své cévy a dojde tak k prudkému nárůstu tlaku krve, který může vyvolat kolaps organismu nebo dokonce smrt.

Kdo má pravdu?

Petr jel na kole s rodiči na společný výlet. V poledne přijeli k řece. Petrovi bylo velké horko, byl celý zpocený a těšil se, jak se ochladí. Okamžitě chtěl skočit do studené vody. Maminka ho však zarazila, že musí počkat, až nebude tak uhřátý, protože jinak by se mohl i utopit. Petr se smál, že je to pověra, kterou rodiče říkají dětem, protože se bojí, že se ve studené vodě nachladí. On je ale otužilý a studené vody se nebojí. Kdo má pravdu?

Druhý příběh uvádí problematiku ohrožení zdraví a dokonce i života při potápění

Smrt při potápění.

Zpráva z televizního vysílání: Známy zpěvák D. N. včera tragicky zahynul při sportovním potápění v přímořském letovisku H. Mluvčí místní policie uvedla, že přesnou příčinu úmrtí objasní nařízená soudní pitva. Na náš dotaz uvedl starší instruktor potápění L. T., že příčinou tragédie při potápění může být drobný úraz, kterým je např. protřetí ušního bubínku. Podrobnosti přineseme v dalších zprávách.

Problémy a otázky:

➔ Pozorně si znovu přečti oba příběhy a zapiš otázky, které tě napadnou:

Všichni žáci si znovu pozorně přečtou text příběhů s výzvou, že následně budou zapisovat své otázky, které je při čtení příběhů napadnou.

1.
2.
3.
4.
5.

Do tabulky žák zapíše své otázky.

➔ Pokud tě hned nějaké otázka nenapadá, vyber si některé z následujících otázek:

Žáci, kteří neumí vytvořit své otázky k příběhu, mohou vybrat z nabídky sestavených otázek, které směřují k jádru problému obou příběhů.

- (a) Jaké vlastnosti vody mohou způsobit zdravotní rizika či dokonce smrt člověka?
- (b) Které orgány lidského těla a proč mohou být při koupání a potápění poškozeny?
- (c) Jaké druhy koupání a potápění ve vodě jsou riskantní?
- (d) Která pravidla bezpečného plavání a potápění musíme dodržovat?

Tyto přehledové otázky budou na konci modulu společně v celé třídě zodpovězeny a spojeny se žakovskými otázkami.

Na otázky ti pomohou odpovědět následující experimenty:

Následuje série experimentů, pomocí kterých žáci objevují potřebné jevy a zákonitosti. Experimenty jsou vybrány a uspořádány tak, aby svými výsledky pomohly odpovědět na žakovské otázky. Jde o modelové experimenty, kde musí žák použít např. analogii mezi jevy ve vzduchu a ve vodě (experiment 2–4). Jde o aplikace druhé a třetí úrovně IBSE, kde žák bádáním (experimentováním) hledá odpovědi na zadané nebo své otázky.

Úlohy, experimenty a měření:

❖ Experiment 1: Chladový test krevního tlaku

- Změř a zaznamenej teplotu vzduchu v místnosti.
- Změř tlak krve na levé paži spolužáka pomocí tlakoměru a zapiš zjištěnou hodnotu.
- Manžetu nech na paži – budeš měření ještě jednou opakovat.
- Změř teplotu studené vody připravené pro ochlazení pravé ruky spolužáka.
- Ochlad' pravou paži spolužáka vložením studené vody (obr. 11) a znovu změř tlak krve na levé paži.
- Zaznamenej hodnotu tohoto měření (tab. 19).



Obrázek 11. Ochlazování pravé paže

- Obě naměřené hodnoty krevního tlaku porovnej a vyhodnot' stav cév spolužáka.

Tento žákovský experiment umožňuje žákovi objevit závislost tlaku krve na ochlazení části lidského těla – v tomto případě paže. Jako pomůcku použijeme tlakoměr – nejlépe digitální a nádobu se studenou vodou. Experiment je bezpečný, žáci jej mohou bez rizika provádět. Použijeme také teploměr na určení teploty vzduchu v místnosti a teploměr na určení teploty chladné vody.

Tabulka 19. Chladový test

Chladový test tlaku krve					
Pracovní list					
1.		Teplota místnosti:		Tlak krve na levé paži:	
2.		Teplota studené vody:		Tlak krve na levé paži po ochlazení pravé paže ve vodě:	
3.		Rozdíl mezi teplotou vzduchu a vody:		Rozdíl mezi naměřenými hodnotami krevního tlaku:	
4.		Výsledky měření a pozorování:			

Pracovní list slouží k zapsání zjištěných hodnot měřených veličin a vede žáky k formulování a zapisování výsledků experimentování a pozorování. Takto se žáci osvojují dovednosti přírodovědného bádání.

Výsledky a aplikace experimentu:

- Chladové jevy způsobují stažení cév (vasokonstrikci), a tím snižují prokrvení orgánů, především kůže a svalů. Jde o udržení teploty tělního jádra (orgány uvnitř hrudníku), která je velmi důležitá pro správnou funkci organismu. Jestliže teplota tělního jádra klesne pod 21°C, enzymy nemohou pracovat a nastává smrt. V chladu se tedy cévy v méně důležitých částech těla, především povrchové cévy v kůži a sva-lech stáhnou, takže krev se dále neochlazuje a neklesá teplota tělního jádra.
- Stažení (vasokonstrikce) povrchových cév zvyšuje tlak krve v centrálních tepnách. Je-li změna teploty rychlá a navíc na velkém povrchu těla, může dojít k prudkému nárůstu tlaku krve a ke kolapsu organismu, který může způsobit smrt.
- Změna tlaku závisí na stavu cév a chladový test zjišťuje stav cévní reaktivity. Zvýšení tlaku o 20/15 mm Hg ukazuje na normální cévní reaktivitu. Zvýšení větší než 50/35 mm Hg ukazuje na vysoký tlak (hypertenzi) v první fázi choroby.

Žáci srovnají svoje výsledky bádání (pozorování a experimentování) se správným odborným výkladem.

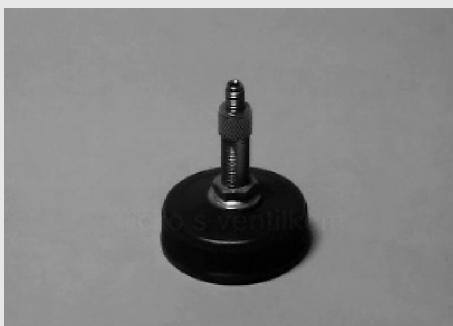
❖ Experiment 2: Modelování protržení ušního bubínku velkým tlakem

Základní pomůckou je plastová láhev s širokým hrdlem (obr. 12).



Obrázek 12. Plastová láhev

Do víčka láhve je vyvrtán otvor a našroubován ventil z velocipedové pneumatiky (obr. 13).



Obrázek 13. Víčko s ventilkem

Přetlak v plastické láhvi je ve všech experimentech vytvářen pomocí hustilky pro jízdní kola (obr. 14).



Obrázek 14. Hustilka

Do plastové láhve vkládáme jednotlivé experimentální pomůcky, které jsou dále blíže popsány. Pomůcky v plastových lahvích jsou upevněny na stojánky vyrobené z měděného drátu, pletací jehlice a dřevěných menších koleček (viz obr. 15).



Obrázek 15. Stojánek s pomůckou

- Ústí zkumavky překryj gumovou blánou (z nafukovacího balónku) a upevni gumičkou (obr. 16).
- Připoj hustilku k ventilku a pumpuj – vytváříš v lahvi přetlak vzduchu.



Obrázek 16. Zkumavka s blánou v láhvi

- Blána se vlivem přetlaku prohne do zkumavky (obr. 17).



Obrázek 17. Blána prohnutá přetlakem

- S rostoucím přetlakem se zvětšuje prohnutí blány (obr. 18).



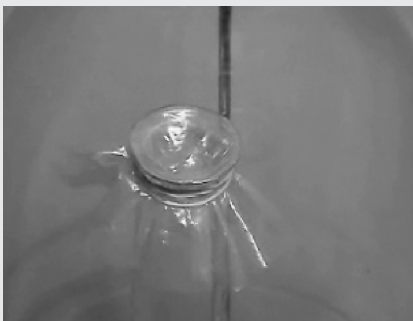
Obrázek 18. Zvětšení přtlaku

- Gumovou blánu nahradíme tenkou plastovou fólií, také se prohne do zkumavky (obr. 19).



Obrázek 19. Plastová fólie na zkumavce

- Je-li přtlak v láhvi dostatečně veliký, plastová fólie se protrhne (obr. 20).



Obrázek 20. Protržená plastová fólie

Gumová blána nebo plastová fólie napodobuje chování ušního bubínku během plavání, koupání a potápění. Voda v uchu (ušním zvukovodu) tlačí na ušní bubínek stejně jako v případě našeho experimentu vzduch. Výsledkem tlaku je deformace ušního bubínku a v případě velkého tlaku (přtlaku) jeho protržení.

Žáci provedou experiment podle popsaného návodu.

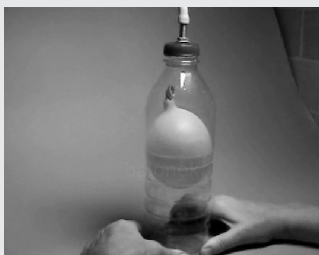
Výsledky a důsledky experimentu:

- Deformační účinek přetlakové síly se projevuje prasknutím membrány vyrobené z kusu plastového sáčku, která kryje ústí zkumavky.
- Gumová nebo plastová blána simuluje chování ušního bubínku během plavání, koupání a potápění. Voda v uchu (ušním zvukovodu) tlačí na ušní bubínek. Je-li tlak velký, dojde k jeho protržení. Následkem je ostrá bolest a ztráta prostorové orientace. Pro potápěče to představuje vážné ohrožení života.

Žáci srovnají svoje výsledky bádání (pozorování a experimentování) se správným vědeckým výkladem.

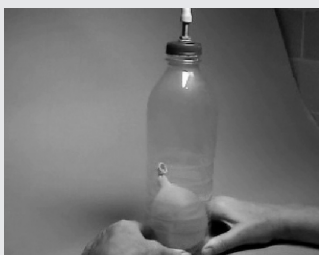
❖ Experiment 3: Stlačení (komprese) plic

- Gumový balónek nafoukneme uvnitř plastové láhve (obr. 21).



Obrázek 21. Gumový balónek v láhvi

- Přetlak v láhvi vyvolaný pumičkou způsobí zmenšení objemu balónku (obr. 22).



Obrázek 22. Zmenšený gumový balónek

- Po otevření lahve balónek opět zvětší svůj objem (obr. 23).



Obrázek 23. Zvětšení balónku v otevřené láhvi

Žáci provedou experiment podle popsaného návodu.

Výsledky a důsledky experimentu:

- Deformační účinek přetlakové síly se projevuje změnou objemu nafouknutého malého gumového balónku.
- Přetlak pod vodou při potápění snižuje objem plic. Spontánně jsme schopni dýchat jen asi jeden metr pod vodní hladinou. Během potápění musí být vzduch do našich plic tlačěn. V hloubce deseti metrů je kapacita plic snížena na polovinu. Pokud se potápeč vynoří příliš rychle, jeho plíce mohou být vážně poškozeny.

Žáci srovnají svoje výsledky bádání (pozorování a experimentování) se správným vědeckým výkladem.

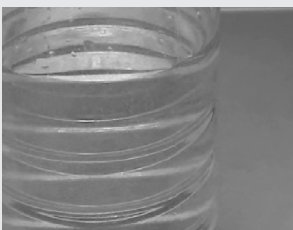
❖ Experiment 4: Rozpuštění plynů v krvi

- Ve vodě v přetlakové láhvi se rozpustí více vzduchu (plynu) než za normálního atmosférického tlaku (obr. 24).



Obrázek 24. Voda v přetlakové láhvi

- Po otevření láhve se začnou z vody uvolňovat bublinky vzduchu (obr. 25).



Obrázek 25. Uvolňování bublinek v otevřené láhvi

- Za chvíli je uvolněných bublinek velké množství (obr. 26).



Obrázek 26. Množství uvolněných bublinek v otevřené láhvi

Žáci provedou experiment podle popsaného návodu.

Výsledky a důsledky experimentu:

- Vzduch se vlivem přetlaku rozpustí ve vodě v láhvi. Obdobně se rozpustí v krvi během potápění vzduch (dusík). Embolie je nejčastější příčinou smrti potápěčů po rychlém vynoření.
- Největším nebezpečím je barotrauma, které může způsobit různé závažná poškození až smrt. Barotrauma znamená změnu tlaku uvnitř organismu, který byl určitou dobu vystaven velkému přetlaku, a při rychlém vynoření došlo k jeho náhlému snížení. Vlivem toho se cévy roztahují, mění se tlak a z krve se uvolňují plyny a zpění se krev. Například vlivem nedostatečného vyrovnávání tlaku v potápěčské masce může dojít k barotraumatu očí a následně k popraskání očních cév a postižený potápěč vypadá nějakou dobu jako upír. Takže ne upír, ale neopatrný potápěč!

Žáci srovnají svoje výsledky bádání (pozorování a experimentování) se správným vědeckým výkladem.

Formulace závěrů:

Odpovědi na otázky:

➤ **Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil.**

1.
Odpověď:
2.
Odpověď:
3.
Odpověď:
4.
Odpověď:
5.
Odpověď:

Odpovědi na otázky:

➤ **Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil.**

- (a) Jaké vlastnosti vody mohou způsobit zdravotní rizika či dokonce smrt člověka?
- (b) Které orgány lidského těla a proč mohou být při koupání a potápění poškozeny?
- (c) Jaké druhy koupání a potápění ve vodě jsou riskantní?
- (d) Která pravidla bezpečného plavání a potápění musíme dodržovat?

Závěry a doporučení k příběhům:

- Do levého sloupce tabulky napiš svoje názory (doporučení), které podle tebe patří k těmto příběhům. O svých názorech diskutuj se spolužáky a učitelem, opravy a doplnění svých názorů uveď do pravého sloupce (tab. 20 a 21).

Tabulka 20. Tabulka – příběh 1– Kdo má pravdu?

Pracovní list: Kdo má pravdu?		
	Můj názor:	Oprava a doplnění po diskusi:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Tabulka 21. Tabulka – příběh 2 – Smrt při potápění

Pracovní list: Smrt při potápění		
	Můj názor:	Oprava a doplnění po diskusi:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Pracovní listy (tabulky) žák v levé části nejdříve vyplní sám na základě svého bádání. Poté v diskusi dojde ke zpřesnění a opravám závěrů žáků.

POZNÁMKY A DOPORUČENÍ:

- Učitel by si před realizací modulu měl zajistit co nejvíce informací o potápění. Potápění se stává velmi populárním sportem. Existují manuály pro potápěče, kde jsou uváděny tabulky udávající dobu nutnou pro vynoření, zásady bezpečného potápění nebo první pomoc apod. Učitelé (i žáci) v těchto manuálech mohou najít celou řadu důležitých informací. V případě velkého zájmu je možné uspořádat besedu s instruktorem potápění.
- Pomůcky pro experimenty s přetlakovou plastovou láhví může svépomocí vyrobit učitel, nejlépe ve spolupráci s žáky. Výroba těchto pomůcek je zřejmá z fotografií.
- Existuje malé riziko prasknutí silně přetlakované plastové (láhev nepraskne dříve než při pětinasobném přetlaku proti atmosférickému tlaku). Tak vysoké přetlaky nelze dosáhnout při realizaci experimentů, kdy stačí jen několik stlačení pístu pumpičky. Větší riziko je v případě uvolnění víčka s ventilkem při přetlakování láhve. Mohlo by dojít ke zranění oka. Doporučujeme upozornit žáky na pečlivé nasazení víčka do závitů láhve a jeho řádné a pevné zašroubování. Doporučujeme použít ochranné brýle či štít, což jsou ochranné prostředky běžně používané.
- Při použití pumpičky (hustilky) s tlakoměrem je možno simulovat tlak v různé hloubce a porovnávat míru jednotlivých jevů (např. množství rozpuštěného vzduchu ve vodě apod.

E) Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE



IOSTE BORNEO 2014

Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE

Eva Trnova^a, Josef Trna^{b,*}

^{a,b} *Masaryk University, Porici 7, 603 00 Brno, Czech Republic, EU*

Abstract

Rapidly developed science and technology have affected the lives of us all. It is, therefore, necessary to motivate children and adults for the study of science and technology. There is expert consensus that science and technology education should be a compulsory part of the education of all children. Educators have the task of developing effective educational methods which are appropriate for teaching/learning science and technology. Inquiry based science education is a suitable method for the science education of all groups of students (gifted, ungifted students and students with other special educational needs). The motivation of students in science and technology education is the key for effectiveness in developing their knowledge and skills. We aimed to find practical motivational techniques and instruments in inquiry based science education. Our research method for the description of the state of motivation was a Delphi study, accompanied by questionnaires and interviews. We present the arguments discovered regarding why inquiry based science education represents an appropriate motivational method for science education. Our research result is that a scenario is a core motivational element in inquiry based science education. The scenario is a narrative which motivates students to solve scientific problems. We also present good examples of the use of the scenario as a part of inquiry based science education in practice developed by our design-based research. Science teachers need consistent support and access to the best methods and practice. Therefore we are implementing the scenario as an element of inquiry based science education in pre-service and in-service teacher education in the frame of the European project PROFILES.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>).

Peer-review under responsibility of Universiti Teknologi MARA.

Keywords: effectiveness; IBSE; motivation; scenario; science and technology education

* Corresponding author. Tel.: +420-549497436; fax: +420-549497436.
E-mail address: trna@ped.muni.cz

1. Introduction

Science and technology have developed rapidly and have affected our lives. There is expert consensus that science and technology education should be a compulsory component in education. It is necessary to prepare today's students for their roles as adults. This new attitude to science and technology education involves especially skills and knowledge important for successful everyday lives, referred to as "learning for life and work" and/or "twenty-first century skills". These skills include mainly critical thinking, problem solving, cooperation, effective communication and self-education (Pellegrino & Hilton, 2012).

It is necessary to consider what science and technology education students should receive. In this context, it is necessary to deal with the nature and structure of curricula, educational methods and motivation of students. It is important to develop educational methods which are appropriate for the teaching/learning of all students. We consider the motivation of students towards science and technology to be an essential and demanding task for teachers. Motivation can be induced in students by various means. It is also necessary to consider that motivation is not permanent. We can attract students' interest, but this may decrease, therefore it is necessary to support it. Moreover, motivation is highly individual; what motivates one student is not necessarily interesting for others. It is therefore advisable to find the sorts of motivation that have the potential to be successful for most students.

In our experience, this motivational element might be a scenario, which combines several elements of motivation. It is a narrative (story) based on everyday problems, and research shows that it motivates students. It is designed to evoke interest and raise questions to find answers. Such motivation is more permanent. The scenario is the motivational basis of the IBSE modules prepared in the European project PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) (2014).

2. Rationale

Recent science education prefers the design of instructional environments that involve students in learning about scientific inquiry and the nature of science. Research supports teachers engaging their students in pursuing answers to questions important in the lives of adolescents, as well as those questions important to scientists (Brown, 1990; Schwab, 1976). Constructivist views of learning lend theoretical support to teachers in facilitating students in reconstructing their own knowledge through a process of interacting with objects in the environment and engaging in higher-level thinking and problem solving (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994). Efforts to engage students in inquiry-based instruction date back to J. Dewey (1938). Dewey believed that children learn from activity, through extended experiences in real world problem-solving and from discussion with others. Authentic problems that students solve collaboratively differ from traditional school science "experiments" that tend to be verification labs in which students seek the "right" answer. In contrast to passively completing worksheets, students construct their understanding by solving real-world problems.

Practicing teachers often use terms as "doing science", "hands-on science", and "real-world science" for description of inquiry-based learning approaches. But there is a danger in equating IBSE with the currently accepted notion of "hands-on science" in which students carry out a series of hands-on activities that often are unconnected to substantive science content. In this case the nature of IBSE can be lost. Inquiry-based teaching strategies need to harmonize with theories of how children learn science which include students revising their understanding through teachers building on students' experiences (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994). The integration of socio-constructivist perspectives of learning with hands-on instruction enhances the opportunity for knowledge construction of inquiry (Rogoff, 1994; Solomon, 1989).

It is necessary to motivate students to solve problems in IBSE. We can motivate students through extrinsic and intrinsic motivation. For several reasons, we prefer intrinsic cognitive motivation that results in changes in students' interest. According to experts and to our research a suitable form might be a **scenario**. A scenario is a narrative which stimulates student interest in solving scientific problems. Narratives play an important role in our lives. According to Andrews, Squire, & Tambokou (2008), it is possible to accept the premise that, as human beings, we come to understand and give meaning to our lives through narratives. In the gathering and telling of "stories", we are gathering knowledge from life and knowledge about life (Bochner, 2007). People ascribe importance to ideas described in narratives because they try to find the answer to their questions or new ideas (Josselson, 2006). But, a scenario is more than the uncritical writing or gathering of stories. Its purpose is to enable a better understanding of

issues. It makes science learning more relevant, more interesting and hence more meaningful for students and lastly more successful. After considering the scenario, students move from the situation to the science question(s) to be studied. Students are expected to construct meaning in a motivational manner through exploring the scenario.

The goal of the scenario is to motivate, to promote students' interest in solving scientific and technology issues. The scenario is often based on students' lives and experiences. A properly conceived scenario should raise questions students want to solve. This is the advantage of IBSE because students with different levels of knowledge and skills or interests (gifted - ungifted; future scientists - non-scientists) ask and then solve different questions. Therefore it is possible to apply an individual motivational approach to everybody.

The PROFILES project approach (Bolte, Streller, Holbrook, Rannikmae, Hofstein, & Naaman, 2012) has been developed based on a 3-stage model. The model is based on the recognition that there is a need to initiate the learning from a familiar and student-relevant situation. But even that, by itself, is not sufficient. It is also seen as important that students identify with the initial situation and feel that it is within their sphere of action. In this initial approach (in PROFILES using a scenario), teachers stimulate students through the relevance of the learning situation, issue or concern. In the second stage the students' triggered self-motivation encourages them to be involved in the IBSE learning processes. Finally, in the third stage, the students build on their science learning to transfer their learning to the relevant socio-scientific situation encountered in the scenario and to develop reasoned justification for decisions made. To summarise, the idea is that the relevance is triggered by the PROFILES modules' titles, and further amplified by means of a scenario. For this the titles relate to the students' world, using familiar words (unknown, non-general scientific words are absent).

Students are actively involved in exploring the scenario which is intended to promote curiosity, intrigue as well as to be seen as meaningful by students. The science learning needed to sustain consideration of the scenario happens through guiding students to undertake inquiry-based science education in a manner which promotes a meaningful and acceptable scientific challenge to students (whether a structured, guided or open form of IBSE is utilized). Based on experts and on our research, we suppose that the scenario as a part of IBSE has motivational effectiveness in science education on different groups of students (gifted and students with other special educational needs).

3. Research methods

We aimed to find arguments regarding why IBSE represents an appropriate educational method with strong motivation of students and to present examples of good practice in IBSE teaching/learning motivation. Our research question is:

Why is IBSE with a scenario an appropriate motivational method? The answers to our research questions are an important point for the wider motivational use of IBSE.

We used a curricular Delphi study (Osborne, Ratcliffe, Collins, Millar, R., & Duschl, 2001; Bolte, 2008) and design-based research (Reeves, 2006). The curricular Delphi was developed within the PROFILES project. The objective of our curricular Delphi study was to find out the views of different groups of respondents to the contents and aims of science education in general as well as to engage them to express an opinion on IBSE and motivation.

Design-based research can be described as a cycle (see Fig. 1): analysis of a practical problem, development of solutions, iterative testing of solutions, reflection and implementation (Reeves, 2006).

(1) Analysis of practical problems: We identified the existing educational problems in the motivation of students in science education.

(2) Development of solutions with a theoretical framework: We have created teaching materials in the form of IBSE modules with motivational scenarios.

(3) Evaluation and testing of solutions in practice: Science teachers (participants of PROFILES project) were the authorised implementers and evaluators of the IBSE modules with motivational scenarios. They used action research as their core method. We used a questionnaire concerning the scenario.

(4) Documentation and reflection to produce "Design principles": The final stage of our research was the documentation and the establishment of a set of design principles for implementation of motivational scenarios.

We used design-based research for the development of a scenario as a motivational instrument in IBSE.

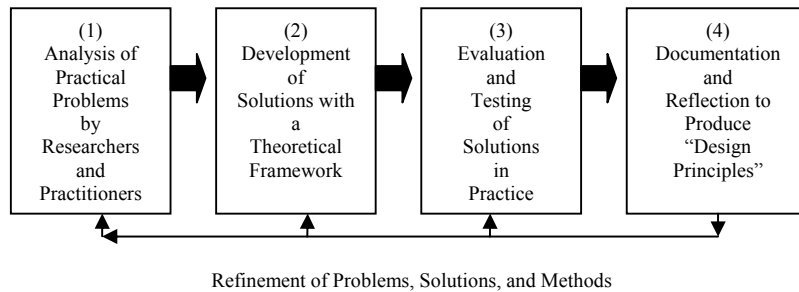


Fig. 1. Design-based research (according: Reeves, 2006).

4. Results and discussion

Our Delphi study on science education was carried out in three rounds between the years 2011-2013. We asked four groups of participants: 56 students (age 14-16), 30 science teachers (secondary schools), 28 science educators (university teachers) and 25 scientists. We present only a part of the results from the descriptive-statistical analyses in the Delphi study (see Tab. 1) with regard to the priority-practice differences in the views of all participants (top five aspects).

Table 1. Priority-practice differences in science education.

	Aspect	Priority-practice difference (6 scale points)
1	Rational thinking / analysing / drawing conclusions	2,2
2	Judgement /opinion-forming / reflection	2,2
3	Applying knowledge, thinking creatively / abstractly	2,2
4	Motivation and interest	2,0
5	Inquiry-based science learning	2,0

Large differences between the assessments of priority and actual realization in science educational practice speak about a big discrepancy between priority and reality in some aspects such as IBSE and motivation. Other data for each group of respondents can be found on the project PROFILES (2014).

The results of our design-based research are a set of IBSE modules with a motivational scenario. A scenario from the module: “Safety of the human body: swimming and diving” may serve as an example of the motivational scenario:

Scenario: *John went cycling with his parents. At noon they came to a river. It was really hot and John was very sweaty and looked forward to cooling down. He wanted to jump into the cold water immediately. His mother stopped him and told him he had to wait to cool down, because otherwise he could even drown. John laughed, thinking it was a superstition that parents tell their children, because they are afraid that they might catch a cold. But he is hardy and is not afraid of cold water. Who is right?*

In our case, students usually ask the following questions:

- How does the human body cool down?
- What causes vasoconstriction?
- Why is the body temperature an important indicator of health?

The next step of IBSE is students’ activities where students research, seek information leading to the solution, discuss with peers in groups and perform experiments. Example of instructions for the experiment:

- Measure the normal blood pressure in the left arm

- Put your right arm into the bucket of cold water (see Fig. 2)
- Measure the pressure in your left arm again
- Compare the results and evaluate the condition of your vessels



Fig. 2. Right arm in the bucket of cold water.

The third and the final IBSE phase is students’ decision making. In our case, students, using the inquiry, came to the following conclusion:

- Rapid cooling leads to a sudden increase in blood pressure due to vasoconstriction of blood-vessels
- Sudden increase of blood pressure may lead to heart failure and subsequently to drowning
- It is necessary to cool down gradually to prevent sudden vasoconstriction resulting in collapse
- External physical and chemical conditions might threaten our health or even life

We wanted to make sure that the scenario really had motivational effectiveness. Therefore we used a questionnaire where students were asked several questions (tasks) concerning the scenario. The questionnaire was distributed to 362 students who used a scenario in their instruction based on the IBSE module “Safety of the human body: swimming and diving”: We present some important findings in Tab. 2.

Table 2. Scenario – students’ questionnaire results.

Questions, tasks	Answers - frequency responses (%)						
	Extremely interesting	Very interesting	Interesting	Fairly interesting	Somewhat interesting	Very uninteresting	Extremely uninteresting
For me, the scenario was:	4	21	49	12	11	2	1
Please indicate how often you referred back to the scenario when creating questions, solving tasks, etc.	Never	Rarely	Sometimes	Fairly often	Often	Very often	Always
	0	2	9	15	47	24	3
The level of help that the scenario gave me in understanding the issues of the module may be described as:	Extremely helpful	Very helpful	Helpful	Fairly helpful	Rather small	Very small	Extremely small
	1	7	61	21	8	2	0

According to the research findings presented above, the scenario raises students' interest in solving a problem and helps them to understand it because 97 % of students reported that the scenarios were interesting (to a certain extent) for them; 74 % of students often or always referred back to the scenario when creating questions or solving tasks; and 69 % of students reported that the scenario was a great help in understanding the issues of the module.

5. Conclusions and implications

Based on the presented research outcomes, we have verified that the scenario has strong motivational effectiveness because it arouses intrinsic motivation among students and supports them in learning about scientific inquiry and the nature of science. Similarly, we can conclude that IBSE is a suitable method for science education and motivation. IBSE enables not only preparation for life but also provides a starting point for lifelong science and technology education. The results of our research will be implemented in science teacher education especially in the PROFILES project.

References

- Andrews, M., Squire, C., & Tambokou, M. (Eds.) (2008). *Doing narrative research*. London: Sage.
- Bochner, A. P. (2007). Notes toward an ethics of memory in auto ethnographic inquiry. In N. K. Denzin & M. D. Giardina (Eds.), *Ethical futures in qualitative research* (pp.196-208). Walnut Creek, Ca: Left Coast Press.
- Bolte, C. (2008). A Conceptual Framework for the Enhancement of Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy, based on Stakeholders' Views by Means of a Curricular Delphi Study in Chemistry. *Science Education International*, 19(3), 331-350.
- Bolte, C., Steller, S., Holbrook, J., Rannikmae, M. Hofstein, A., & Naaman, R. M. (2012). Introduction into the PROFILES project and its philosophy. In: C. Bolte, J. Holbrook & F. Rauch (Eds.). *Inquiry-based science education in Europe: reflections from the PROFILES project*. (pp. 31-42). Berlin: Freie Universität Berlin.
- Brown, A. L. (1990). Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive Science*, 14(1), 107-133.
- Dewey, J. (1938). The school and society. In M. Dworkin (Ed.). *Dewey on education*. New York: Teachers College Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Josselson, R. (2006). Narrative research and the challenge of accumulating knowledge. *Narrative Inquiry*, 16(1), 3-10.
- Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & Duschl, R. (2001). *What should we teach about science? A Delphi study*. London: King's College.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- PROFILES project. (2014). Retrieved from <http://www.profiles-project.eu/>
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 86-109). London, UK: Routledge.
- Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of communities of learners. *Mind, Culture, and Activity*, 4, 209-229.
- Schwab, J. (1976). Education and the state: Learning community. In *The great ideas today*. (pp. 234-271). Chicago: Encyclopedia Britannica Press.
- Solomon, J. (1989). The social construction of school science. In R. Millar (Ed.). *Doing science*. Great Britain: Falmer Press.

F) The Current Paradigms of Science Education and Their Expected Impact on Curriculum



7th World Conference on Educational Sciences, (WCES-2015), 05-07 February 2015, Novotel Athens Convention Center, Athens, Greece

The Current Paradigms of Science Education and Their Expected Impact on Curriculum

Josef Trna^{a*}, Eva Trnova^a

^aMasaryk University, Faculty of Education, Porici 7, Brno, 60300, Czech Republic

Abstract

Science education is undergoing changes due to its increasing importance these days, as it faces economic and social challenges. Several science paradigms influenced and are still affecting science education. But these are unsatisfactory, and experts are trying to find a new paradigm. Using the PROFILES-project curricular Delphi study we try to identify stakeholders' views on science education as a base of a new paradigm. The main research outcome is three concepts: (1) awareness of science in current, social, globally relevant and occupational contexts, (2) intellectual education in interdisciplinary science contexts and (3) facilitation of interest in the contexts of nature, everyday life and living environment.

© 2015 Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of Academic World Education and Research Center.

Keywords: History of paradigms, Curricular Delphi study, paradigms, science education, stakeholders.

1. Introduction

We can register changes in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education in most European countries as well as the USA (Osborne & Dillon, 2008). The reason is that STEM education has become even more important today, facing economic, environmental, and social challenges. Society has a task to prepare the younger generation for their adult roles as citizens, employees, managers, parents, and entrepreneurs (Pellegrino & Hilton, 2012; Rocard et al., 2007). We need a workforce with generally higher levels of STEM literacy for all students, as well as a sufficient number of highly gifted individuals entering scientific and engineering careers

* Josef Trna. Tel.: +4-345-54-32.

E-mail address: tRNA@ped.muni.cz

(Bybee & Fuchs, 2006). This new attitude involves especially knowledge and skills which are necessary for everyday life.

The expert commission of the EU “Science Education Now” (Rocard et al., 2007) stated that a new attitude to science education could increase the interest of young people in science. In order to be successful important curricular changes have to be accepted by all of the stakeholders in education: students, their parents, politicians and especially by teachers, who should implement these curricular changes into practice. Teachers do not accept changes which are forced upon them by administrators, policy-makers, etc. (Pajares, 1992; Raymond, 1997; Richardson, 1998; Lederman, 1999; Powers, Zippay, & Butler, 2006). Findings indicate that teachers’ beliefs and practice were not wholly consistent, but nonetheless it is not easy to change them. According to Raymond (1997), there is inertia in teachers' beliefs.

We focused on the identification of views on science education, what opinions on current science education are held by stakeholders and what priority should be preferred in their opinion. We present the research results of the PROFILES-project curricular Delphi study on science education, which involved important conclusions about current paradigms of science education. Our research results could be an incentive for innovation in science education towards new requirements of society (science for life) and can support development of the new science paradigm.

2. Rationales

We defined the paradigm of science education as a set of basic postulates, approaches, contents, objectives and instruments which influence and cause the transformation of scientific knowledge into science education. There is a gap between science and science education, which have different objectives and research paradigms (Herron, 1999).

Science education is closely linked with the development of science but also with society's demands for STEM education. It used to be focused much more practically, especially on industry, agriculture, crafts and military applications.

The first school science courses (more than one hundred years ago) were taught in a descriptive way to use simple knowledge primarily for future work. Students were not encouraged to explore natural phenomena. This approach changed at the end of the 19th century with the rapid development of science, technology and industry application (e.g. gasoline engines, electrification). The science paradigm aimed at simple practice for life was replaced by more modern approaches. The teaching of science was still descriptive and practically oriented, but significant changes were in the broader content and increase of theoretical knowledge (Skoda & Doulik, 2009).

Several major science paradigms have emerged from the second half of the nineteenth century:

- Pragmatic (from the second half of the 19th century)
- Study of the nature (from the beginning of the 20th century)
- Simple science (from the beginning of the 20th century)
- Technological (from the end of WW2)
- Humanistic (from the 1970s)
- Scientistic (from the 1970s)
- Multidisciplinary (from the 1990s)

These paradigms strongly influenced and some of them (humanistic, scientistic and multidisciplinary) are still affecting science education (Skoda & Doulik, 2009). But most of them are outdated and unsatisfactory, and educational experts try to find some theoretical and empirical support for the creation of a new paradigm which would meet the requirements of all present stakeholders.

The search for a new paradigm of science education is an important research issue. This problem is a global problem because it is based on global social and technology changes. In the search for a new paradigm of science education it is necessary to consider future conditions such as:

- Rapid increase of STEM knowledge
- Wide application of STEM knowledge in daily life (Internet)

- Impact of new technologies on the whole world population (information boom)
- Growth of human population (higher level of needs, emphasis on education)
- Demand on limited resources for population (water, food, energy)
- Protection of population against risks (natural disasters, pollution, terrorism)

We can say that finding the new future paradigm of science education has become a strategic social and economic issue.

The issue of the search for a new paradigm in science education has a high complexity with many variables. A new factor is the relatively wide range of topics and problems that should be covered by the science education of the population:

- Environmental issues (sustainable development)
- Relationship and balance between science and society (postmodernism)
- Various criteria for selecting the curriculum (contents, methods)
- Interdisciplinary and multidisciplinary approach
- Individualization and virtualization of education
- Specializations in science education (in relation to professional needs of people)
- Acceptance of special educational needs (disabled, gifted)
- New learning approach of current students (NET-generation)
- Continuous life-long education of all people

We decided to study the opinions of significant stakeholders in science education: students, teachers, educators and scientists. The results of our study can help to find the appropriate paradigm for the future.

3. Research question and methods

We tried to describe the opinions of the stakeholders on a new paradigm in science education. In our study we are presenting our findings related to science education, but it is possible to identify data from physics, chemistry and biology education separately. Our main research question was:

Which conceptual frameworks (concepts, paradigms) are considered as being important for current and future science education?

The research method we used was a Curricular Delphi study (hereinafter CDS). Our research question was examined in the total sample and in the individual groups of the participants of CDS (Osborne, Ratcliffe, Collins, Millar, & Duschl, 2001; Bolte, 2008) as well. We applied the CDS on science education which was specifically developed within the PROFILES-project (2014). The main objective of this CDS was to find out the views of different groups of stakeholders (respondents of CDS) to the content and aims of science education in general (Osborne, Ratcliffe, Collins, Millar, & Duschl, 2003) as well as to engage them in outlining aspects and approaches of innovative science education (inquiry-based science education etc.). Our PROFILES CDS on science education was carried out in three rounds between the years 2011-2013 in the Czech Republic. We selected four different groups of participants: students (age 14-16), science teachers (from lower and upper secondary schools), science educators (university teachers involved in pre-service and in-service teacher training and research) and scientists (see Table 1).

Table 1. Structure and number of participants.

	students	teachers	educators	scientists	total
Number of participants	56	30	28	25	139

(1) The first round offered the participants a possibility to express their ideas about aspects of contemporary and pedagogically desired science education in three open questions regarding motives, situations and contexts as well as fields, aspects and qualifications.

(2) In the second round, the participants were informed about the allocated categories of the first round and asked both to assess to what extent the aspects expressed by the categories are realized in practice and to prioritize the given categories (see Table 2). In order to identify concepts that are considered important regarding science education, the participants were also asked to combine categories from the given set of categories.

Table 2. Categories in questionnaire.

Categories	Number of items
Part I: Situations, contexts and motives	18
Part II a: Basic concepts and topics	20
Part II b: Scientific disciplines and perspectives	24
Part III: Qualifications	18
Part IV: Methodical Aspects	8

CDS participants answered the same questions from two points of view: (a) wishes and (b) reality. They wrote answers to the questions according to their opinion about the reality in Czech schools and they also wrote their wishes – their opinion on what it should be like. A sample of a questionnaire item (“Everyday life”) is presented in Table 3.

Table 3. A sample of a questionnaire item.

Part I:	(a) WISH:	(b) REALITY:
Situations, contexts and motives:	Which priority should the respective aspects have in science education?	To what extent are the respective aspects realized in current science education?
Please assess the following categories according to the two questions stated.	1 = to a very low extent	1 = very low priority
	2 = to a low extent	2 = low priority
	3 = to a rather low extent	3 = rather low priority
	4 = to a rather high extent	4 = rather high priority
	5 = to a high extent	5 = high priority
	6 = to a very high extent	6 = very high priority
Everyday life	[1] [2] [3] [4] [5] [6]	[1] [2] [3] [4] [5] [6]

(3) In the third round, those concepts identified by cluster analysis were fed back to the participants for a weighted assessment in the same way as in the second round.

4. Results and discussion

The answer to our research question “*Which conceptual frameworks (concepts, paradigms) are considered as being important for current and future science education?*” is presented through the findings of the third round of the PROFILES CDS on science education. The main research results are the set of concepts in science education which were developed in collaboration with 22 countries involved in the PROFILES-project (2014). Here is a description of the core of these concepts A, B, and C:

(A) Awareness of science in current, social, globally relevant and occupational contexts in both educational and out-of-school settings refers to an engagement with science within the frame of current, social, globally relevant, occupational and both educational and out-of-school contexts, enhancing emotional personality development and basic skills.

(B) Intellectual education in interdisciplinary science contexts refers to an engagement with science, their terminology, their methods, their basic concepts, their interdisciplinary relations, their findings and their perspectives, which enhance individual intellectual personality development.

(C) General science-related education and facilitation of interest in contexts of nature, everyday life and living environment refers to a science-related engagement with everyday life and living environment issues that takes up and promotes students' interests, enhancing general personality development and education. Dealing with topics from the natural and technological living environment shows how science research, science applications and science phenomena influence both public and personal life.

The objective of the third round PROFILES CDS on science education was to identify the priorities and opinions regarding the implementation of these concepts in science education with different groups of stakeholders. We found out (in the Czech Republic) these main research results:

- Issues important for a new attitude to science education are included in all the three concepts.
- There is a gap between the priority and opinion regarding implementation in all groups. Wishes have a higher level of positive assessment than current school reality.
- All these concepts gained supporters. A slight predominance was seen in concept C, which is preferred especially by students and teachers.
- Scientists slightly preferred concept B.
- The concept of science education, which is persistently established in many Czech schools; participants determined concept B.

The overall conclusion of our research highlighted the fact that it is necessary to change the existing paradigm of science education, although it is not too clear what new paradigm it should be. This fact is confirmed by the three concepts that were accepted by the stakeholders. We can observe a tendency towards promoting “science for life” and motivation of students to science.

CDS is a relatively new research method in which only a small number of participants was included. Therefore we tried to verify our results by some subsequent research (Trnova & Trna, 2014). Using a teachers' questionnaire we asked a larger group of science teachers what concept (A, B, and/or C) they preferred. We present the priorities (a) and opinion (b) of the group of 145 Czech science teachers from 2013 (see Figure 1).

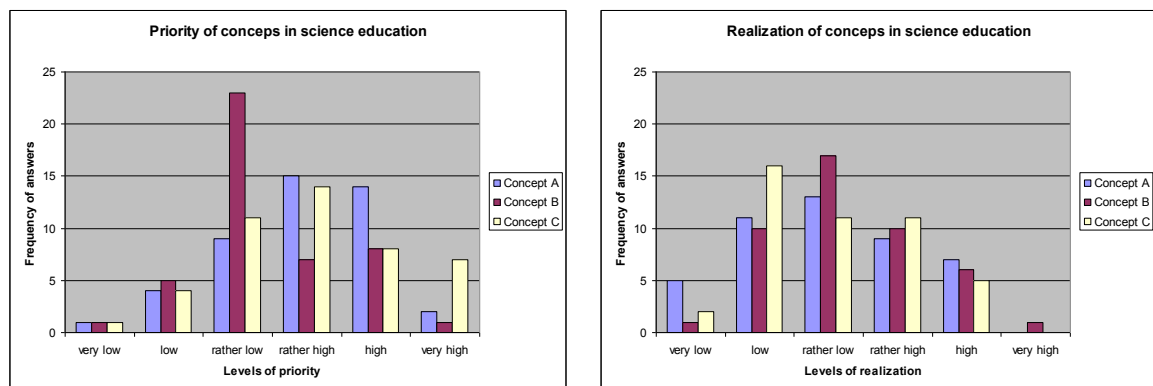


Figure 1. (a) Teachers' priority of concepts; (b) Teachers' realization of concepts.

The outcomes of our subsequent research on Czech science teachers tended towards a slight predominance for concept C. Concept A was chosen as the second option and concept B was supported the least. These research outcomes confirm that there is a change in Czech science teachers' thinking about teaching/learning science.

We can compare our research with earlier research and experience, which has shown that Czech teachers used to prefer the concept (B) that school science subjects need to copy the structure of science and students should be “little scientists.” This earlier view of teaching science is also related to the traditional way of teaching, which preferred an “active teacher” to an “active student.”

Figure 1 shows that science teachers would like concept C as a part of new paradigm (see the number of responses with the highest priority), but the reality is different. The reason may be inertia of the “old” way of science teaching/learning.

5. Conclusions and recommendations

The creation of a go-ahead paradigm of science education has to be based on research of the views of all stakeholders on the basic issues. Using the PROFILES CDS on science education we try to add a contribution to this sorely needed work. In the implementation of the educational process, a new paradigm fulfils the role of a “plan”; how to achieve the desired outcomes. However, this “plan” must be accepted by all stakeholders. The quality of education is closely related to the quality of teachers (Hanusek, Kain, & Rivkin, 2005), which is one of the most important factors influencing student educational outcomes. To accept changes teachers need to be familiar with them and accept them.

The main result of our research is a set of concepts (A, B and C) in science education which can be used in new paradigm creation. It is gratifying that teachers' wishes coincide with the views of experts on future science education. All stakeholders are aware that science education should change and it is positive that they know what changes should be implemented. But it is not easy to change teachers' beliefs, therefore it is important to pay attention to teachers' education in pre-service and in-service as well.

Acknowledgements

The study initiated within the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

References

- Bolte, C. (2008). A Conceptual Framework for the Enhancement of Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy, based on Stakeholders' Views by Means of a Curricular Delphi Study in Chemistry. *Science Education International*, 19(3), 331-350.
- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Hanusek, A. E., Kain, F. J., & Rivkin, G. S. (2005). Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, 2, 417-458.
- Herron J. D., & Nurrenbern, S. C. (1999). Chemical Education Research: Improving Chemistry Learning. *Journal of Chemical Education*, 76 (10), 1353.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of research in science teaching*, 36(8), 916-929.
- Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation, London. Retrieved from <http://hub.mspnet.org/index.cfm/15065>
- Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & Duschl, R. (2001). *What should we teach about science? A Delphi study*. London: King's College.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Powers, S. W., Zippay, C., & Butler, B. (2006). Investigating Connections between Teacher Beliefs and Instructional Practices with Struggling Readers. *Reading Horizons*, 47(2).
- PROFILES project. (2014, November 20). Retrieved from <http://www.profiles-project.eu/>
- Raymond, A. M. (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice. *Journal for research in mathematics education*, 550-576.
- Richardson, V. (1998). How teachers change. *Focus on Basics*, 2(C), 1-10.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Skoda, J., & Doulik, P. (2009). Vyoj paradigmat prirodovedneho vzdelavani. *Pedagogicka orientace*, 19(3), 24-44.

Trnova, E., & Trna, J. (2014). The Current Paradigms of Chemical Education and their Impact on Learning/teaching Technology and Teacher Education. In M. Bilek (Ed.). *Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics* (pp. 165-181), Hradec Kralove: Gaudeamus.

G) Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie

Monografie vznikla za finanční podpory Grantové agentury ČR (P407-10-0514).

Autoři:

Dana Řezníčková

Hana Cídlová, Věra Čížková, Hana Čtrnáctová, Radka Čudová, Martin Hanus, Milan Kubiátko,
Miroslav Marada, Tomáš Matějček, Eva Trnová

kapitoly 3.1, 4.1, 6.1 zpracovali: V. Čížková, R. Čudová, M. Kubiátko

kapitoly 3.3, 4.3, 6.3 zpracovaly: H. Cídlová, H. Čtrnáctová, E. Trnová

ostatní kapitoly zpracovali: M. Hanus, M. Marada, T. Matějček, D. Řezníčková

Pracoviště autorů:

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta

Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta

Recenzenti:

prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

doc. RNDr. Dagmar Popjaková, Ph.D.

Vydalo Nakladatelství P3K s. r. o. (www.p3k.cz) v Praze v roce 2013 v nákladu 220 ks.

Vydání první.

Ze sazby dodané autory vytiskl Carter\reproplus s. r. o.

Publikace neprošla jazykovou korekturou.

© Dana Řezníčková, Hana Cídlová, Věra Čížková, Hana Čtrnáctová, Radka Čudová, Martin Hanus,
Milan Kubiátko, Miroslav Marada, Tomáš Matějček, Eva Trnová, 2013

© Nakladatelství P3K, 2013

ISBN 978-80-87343-24-1

OBSAH

Úvod	5
1. Vymezení řešené problematiky	7
1.1 Výuka biologie, geografie a chemie v Česku: výzvy a podněty na počátku implementace kurikulární reformy	7
1.2 Cíle výzkumu oborových dovedností a jeho design	11
1.3 Obecná východiska realizovaného výzkumu	13
2. Dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie	18
2.1 Obsahové vymezení základních pojmů	18
2.2 Třídění obecných a oborových dovedností	22
2.3 Příklady třídění intelektových dovedností ve výuce biologie, geografie a chemie	26
3. Analýza názorů učitelů různých stupňů škol k návrhům oborových dovedností	39
3.1 Biologie	40
3.2 Geografie	54
3.3 Chemie	72
4. Testování dosaženého kurikula na základních a středních školách	89
4.1 Biologie	90
4.2 Geografie	108
4.3 Chemie	127
5. Testování dosaženého kurikula žáků 5. ročníků	146
5.1 Charakteristika úloh a vyhodnocení úspěšnosti žáků 5. ročníku	146
5.2 Dovednost kladení otázek	151
6. Rozhovory s učiteli na téma oborových dovedností	159
6.1 Výpovědi učitelů biologie	160
6.2 Výpovědi učitelů geografie	171
6.3 Výpovědi učitelů chemie	186
7. Shrnutí výsledků výzkumu	203
7.1 Názory pedagogů na návrh standardu biologických, geografických a chemických dovedností	203
7.2 Testování biologických, geografických a chemických dovedností	218
7.3 Vybrané podněty z řízených rozhovorů	225
7.4 Celkové závěry a náměty pro další výzkum	226
Seznam použité literatury	233
Summary	241
Věcný rejstřík	245

PŘÍLOHY

B Přílohy biologie	247
G Přílohy geografie	264
CH Přílohy chemie	276

SEZNAMY

Seznam příloh	283
Seznam grafů	283
Seznam obrázků	285
Seznam rámečků	285
Seznam tabulek	286

Úvod

Před více než deseti lety byla v Česku, vydáním Národního programu rozvoje vzdělávání v České republice – Bílá kniha (2001), zahájena rozsáhlá reforma všeobecného vzdělávání. Nástrojem modernizace vzdělávání se stala kurikulární reforma, realizovaná prostřednictvím zavádění dvojúrovňového systému vzdělávacích programů, tj. rámcových vzdělávacích programů (dále RVP), specifikuujících rámcové požadavky pro jednotlivé typy a stupně škol na národní úrovni a školních vzdělávacích programů (dále ŠVP), které předkládají vzdělávací koncepci jednotlivých škol. V současné době se nacházíme ve fázi implementace těchto kurikulárních dokumentů (podrobněji např. Janík & Knecht et al., 2010).

Hlavním deklarovaným záměrem reformy všeobecného vzdělávání je, ve zkratce řečeno, proměna priorit ve vzdělávacích cílech (podrobněji Školský zákon č. 561/2004 Sb., Bílá kniha, jednotlivé rámcové vzdělávací programy, Dlouhodobý záměr vzdělávání a rozvoje vzdělávací soustavy České republiky, resp. jednotlivých krajů aj.). Těžiště požadavků na výkony žáků ve všeobecném vzdělávání, pod vlivem značně změněných podmínek a potřeb kvalitního života na Zemi, by se mělo přesunout od toho, co žák pouze ví, k tomu, co umí, jak dokáže s nabytými vědomostmi pracovat a jak jich dokáže využívat. Ve všech vzdělávacích předmětech, biologii, geografii a chemii nevyjímaje, by proto nemělo jít jen o prosté osvojování znalostí, ale o takové osvojování, které se prostřednictvím činnostně orientovaného vyučování pojí s celkovým rozvojem osobnosti žáka včetně získání způsobilosti zodpovědně jednat v rozmanitých životních situacích. Konkrétně v biologii, geografii a chemii je tak snahou dosáhnout určité úrovně funkční oborové způsobilosti.

Proces naplnění této ideje představuje složitou komplexní mezioborovou problematiku, která je spojena s množstvím otevřených otázek. Vyvolává mimo jiné potřebu zaměřit se ve výuce, ale i ve výzkumu na důsledné a kontinuální osvojování oborových a obecných dovedností. Tato výzva podnítila obsahové zaměření grantového projektu s názvem *Dovednosti žáků v biologii, geografii a chemii: výzkum zamýšleného, realizovaného a osvojeného kurikula na počátku implementace kurikulární reformy* (GA ČR P407/10/0514), v rámci kterého vznikla předkládaná monografie.

Zaměřujeme se především na otázky spojené se specifikací, realizací a hodnocením vybraných dovedností v daných výukových předmětech. Jak naznačuje název projektu, oborové dovednosti sledujeme ve třech vzájemně propojených rovinách kurikula. Jsme si při tom vědomi, že dovednosti nepředstavují hlavní cíl vzdělávání samy o sobě nýbrž

funkční část oborové způsobilosti/kompetence. Jejich význam se umocňuje v určitém kontextu v kombinaci s nabytými znalostmi, návyky, postoji, získanými zkušenostmi ale i povahovými vlastnostmi jedince. Akcent na osvojování dovedností vnímáme jako jeden z prostředků přeměny stále ještě nadmíru encyklopedického pojetí všeobecného biologického, geografického a chemického vzdělávání v Česku.

Obsahové zaměření monografie koresponduje s hlavními fázemi výzkumného projektu. Úvodní dvě kapitoly rámuje sledovanou problematiku do širších souvislostí, v další části jsou prezentovány výsledky jednotlivých fází výzkumu, členěné podle oborů. Závěrečná sedmá kapitola porovnává a diskutuje dosažené výzkumné nálezy za biologii, geografii a chemii, získané na základě analogických metod a přístupů. Obsahem příloh jsou v projektu vytvořené a ve výzkumu použité didaktické testy a dotazníky.

Těžištěm pozornosti předkládané monografie jsou otázky spojené se vzdělávacím procesem, který je realizovaný na základních a středních školách prostřednictvím výukových předmětů přírodověda/vlastivěda, přírodopis/biologie, zeměpis/geografie a chemie. Z důvodů stručnějšího vyjadřování tyto výukové předměty v textu označujeme jako biologie, geografie a chemie nebo je shrnujeme pod slovní spojení s adjektivem „oborové“ či „přírodovědné“ (např. oborové/přírodovědné dovednosti/vzdělání). Nutno připomenout, že v případě pojmenování sledovaných předmětů výrazem „přírodovědné“ se v případě geografie dopouštíme určité nepřesnosti ve prospěch čtivosti textu. Do této skupiny předmětů se totiž tradičně řadí i jiné výukové předměty (fyzika, geologie) a naopak výukový předmět geografie sem patří jen částečně, neboť předmět a metodologie výzkumu mateřského vědního oboru – geografie – se nachází v obou skupinách disciplín, přírodovědných i společenskovědních.

Publikace je adresována komunitě odborníků zabývajících se problematikou všeobecného vzdělávání, zejména pak biologického, geografického a chemického, a to v různých pozicích. Oslovujeme akademické pracovníky působící na fakultách připravujících učitele, pracovníky z řad různých „školských“ ústavů i decizní sféry, ředitele a učitele základních a středních škol a v neposlední řadě vysokoškolské studenty, zapojené do řešení obdobné problematiky. Určitou inspiraci zde naleznou i ti čtenáři, kteří se zabývají ověřováním oborových dovedností.

Autoři monografie budou rádi, když předkládaná zjištění ovlivní uvažování tvůrců biologického, geografického a chemického projektového kurikula a budou využita jako podněty pro jejich případné úpravy či hlubší revize.

Ma kolektiv autorů Dana Řezníčková

1. Vymezení řešené problematiky

Kvalita výuky biologie, geografie i chemie, včetně úrovně osvojování určitých dovedností žáků, je dána působením vnitřních podmínek (zejména kvalitou žáků a učitelů a jejich vzájemné interakce) a působením vnějšího kontextu, v rámci kterého výuka probíhá. Promítají se do ní přímo či zprostředkovaně vlivy charakteru oborového, sociálního, ekonomického, politického aj., a to na úrovni jednotlivých tříd a škol, naší republiky, Evropské unie i celého světa. Širší kontext ovlivňuje výuku stejně jako výzkum přírodovědného vzdělávání – jeho zaměření, koncepci i interpretaci výsledků. Výjimkou není ani výzkum popisovaný v této monografii. Jde o nesčetné vzájemně podmíněné faktory na různých významových řádech s tím, že akcenty jednotlivých z nich se v průběhu času mění. V následujícím textu zmíníme ty skutečnosti, které zejména ovlivnily přípravu našeho projektu (vlastní projekt probíhal v letech 2010–2013).

Nejprve jsou zmiňovány skutečnosti ovlivňující volbu výzkumného tématu, v dalších částech této kapitoly jsou popsány výzkumné cíle i vlastní design výzkumu. Na závěr jsou shrnuta hlavní východiska ovlivňující zvolený způsob náhledu na problematiku oborových dovedností a způsob řešení stanovených cílů výzkumu.

1.1 Výuka biologie, geografie a chemie v Česku: výzvy a podněty na počátku implementace kurikulární reformy

Zaměření projektu v první řadě ovlivnil průběh **kurikulární reformy** v Česku a její dopady na výuku sledovaných předmětů. Nacházeli jsme se v prvních letech implementace kurikulárních dokumentů, kdy jednotlivé školy již realizovaly vlastní koncepci výuky, kterou si připravily na základě závazných tzv. rámcových vzdělávacích programů daného typu školy (dále RVP). Základní školy vstoupily do procesu implementace školních vzdělávacích programů (dále ŠVP) od školního roku 2007–2008, gymnázia od 2009–2010. Nyní dochází k postupným úpravám rámcových vzdělávacích programů, nová verze pro základní školy je platná od září 2013.

Proměny školského systému a jejich předpokládaný vliv na výuku sledovaných předmětů byl průběžně diskutován v pracích Čtrnáctová et al. (2007), Čtrnáctová & Zajíček (2010), Řezníčková (2003a,b, 2009) aj. Získané zkušenosti z průběhu kurikulární reformy v Česku dokládají ohromnou setrvačnost školského systému včetně výuky biologie, geografie a chemie. I když nemáme k dispozici výsledky rozsáhlé empirické stu-

die, mapující celkové dopady kurikulární reformy i reformy maturitní zkoušky přímo na výuku sledovaných předmětů, dílčí pohledy identifikují mj. rezistenci vůči změnám v jejich vzdělávacích cílech a obsahovém pojetí výuky (např. Píšová, Kostková, & Janík, 2011; Řezníčková, 2009; Řezníčková & Marada, 2011). Například z videozáznamů ze souboru 50 vyučovacích hodin geografie v 8. a 9. třídách základních škol převažovaly v 41 hodině organizační formy orientované na učitele (tj. výklad, přednáška, instrukce, diktát, rozhovor se třídou) a pouze v 9 hodinách formy orientované na žáky (Hübelová, Janík, & Najvar, 2008). Dílčí oborové nálezy korespondují s výsledky studií, které zjišťují širší souvislosti kurikulární reformy, a tím nepřímou naznačují její možné dopady na výuku biologie, geografie a chemie.

V době přípravy grantového projektu byly známy práce, které diskutovaly samotnou koncepci rámcových vzdělávacích programů (např. Dvořák & Dvořáková, 2006; Pelikán 2006; Řezníčková, 2006a) nebo se soustředily na podmínky a průběh kurikulární reformy. Konkrétně na připravenost škol, na postoje učitelů či ředitelů k tvorbě školních vzdělávacích programů, na informovanost o reformních změnách, na akceptaci reformy ze strany ředitelů a učitelů různých aprobací aj. Přehled těchto výzkumů uvádí Janík & Knecht et al. (2010). Mnohá šetření poukazují na četná úskalí spojená s realizací kurikulární reformy (např. Matějů & Straková et al., 2005; Simonová & Straková, 2005; Straková et al., 2009). Potvrzují, že školský systém se vyznačuje neobyčejnou rezistencí vůči změně. Například Botlík a Souček (2006) zjistili u 817 učitelů základních škol z různých regionů Česka, že většina z nich (přes 90 %) „prostudovala“ RVP, ale jen asi polovina respondentů se s tímto projektem ztotožňuje a ještě menší část předpokládá změnu vlastních vyučovacích metod a postupů pod vlivem tohoto dokumentu. Obdobný názor zastávali i ředitelé základních škol v tzv. Rychlém šetření (UIV, 2007). Pouze 65 % z více než dvou tisíc oslovených ředitelů základních škol považovalo zavedení školních vzdělávacích programů za změnu velkou, ale zbytečnou. Také rozsáhlý výzkum zacílený na kurikulární reformu na pilotních gymnáziích upozorňuje na problematickou akceptaci školské reformy: „odráží se nejen v poměrně nízké míře souhlasu s výroky poukazujícími na přínosy reformy, ale také v poměrně vysoké míře souhlasu s výroky poukazujícími na její problémy“ (Janík & Janko et al., 2010, s. 5).

Výzkumné zaměření předkládaného projektu zároveň ovlivnily průměrné, klesající a nerovnoměrné výsledky českého základního a středního školství (podrobněji např. studie Klesající výsledky českého základního a středního školství, 2010), které jsou

zřejmé mj. z výkonů našich žáků v mezinárodních projektech PISA a TIMSS¹. Z komparativních analýz těchto projektů mj. vyplývá, že žáci v Česku mají osvojenou nižší úroveň určitých dovedností. Například podle přírodovědných testů PISA z roku 2006 dokáží mnohem lépe získávat vědecké znalosti než identifikovat vědecké problémy nebo používat důkazy (Palečková, et al., 2007). U biologických otázek v testech PISA v roce 2009 je zkušenost jiná. Úspěšnost českých žáků byla lepší v řešení metodicky zaměřených otázek „o“ přírodních vědách a horšího průměru dosáhli čeští žáci v otázkách „z“ přírodních věd, tj. z otázek vyžadující znalost obsahu².

Kurikulární reformou každá země usiluje o dosažení určité **kvality školního vzdělávání**. I když se obsahové vymezení tohoto slovního spojení v odborné literatuře více či méně liší (podrobněji např. Janoušková & Maršák, 2008; Janík, Najvar, & Kubiátko et al., 2011), u většiny autorů panuje shoda v tom, že kvalita tohoto mnohoúrovňového a multifaktoriálně podmíněného procesu se váže ke stanoveným vzdělávacím cílům. Jinými slovy řečeno, proces vzdělávání je kvalitní, naplní-li se předem stanovené vzdělávací cíle. Abychom tuto tezi mohli považovat za výchozí premisu, měly by být kvalitní i samotné vzdělávací cíle. Touto podmínkou však vyvoláváme další polemickou otázku: podle kterých kritérií definovat kvalitu vzdělávacích cílů? Obsahová relevantnost cílů v době postmoderního myšlení bude asi vždy pro určitou skupinu „uživatelů“ polemic-ká až nepřijatelná. Základní parametry formální stránky vzdělávacích cílů (hierarchičnost, srozumitelnost, kontrolovatelnost aj.) by měly být samozřejmostí, zvláště v závazných kurikulárních dokumentech.

Z tohoto pohledu současné rámcové vzdělávací programy mají určité slabiny. Zprvė hlavní cíle všeobecného vzdělávání, deklarované v úvodních kapitolách, jsou konkretizovány na úrovni vzdělávacích oblastí, nikoli očekávaných výstupů jednotlivých oborů. Pro výuku geografie nejsou specifikovány relevantní cíle na úrovni vzdělávacích oblastí Člověk a příroda a Člověk a společnost, do kterých byl tento obor formálně „roztržen“. Zadruhé požadavky na výkony žáků v biologii, geografii a chemii,

¹ První zmiňovaný projekt je program OECD pro mezinárodní hodnocení žáků, jenž každé tři roky posuzuje úroveň výkonů patnáctiletých žáků v přírodovědné, čtenářské a matematické gramotnosti. TIMSS je program Mezinárodní asociace pro hodnocení studijních výsledků IEA, který každé čtyři roky hodnotí úroveň přírodovědných a matematických znalostí a dovedností žáků čtvrtých a osmých tříd (podrobněji Tomášek et al., 2012).

² Čeští žáci měli na rozdíl od průměru zemí OECD v obou typech otázek relativně vyrovnaný výkon. Je známo, že výuka biologie v Česku má spíše akademický a encyklopedický charakter a úlohám „o“ přírodních vědách, které ověřují vědecké postupy (experimentování, práce s daty a využívání důkazů v praxi), není věnována dostatečná pozornost. Lze proto předpokládat, že celkově metodické otázky „o“ přírodních vědách budou řešeny hůř než u druhého typu úloh. Tento předpoklad se v roce 2009 nepotvrdil (Mandíková et al., 2012).

prezentované formou očekávaných výstupů, nejsou specifikovány tak, aby byl zřejmý jejich systematický kontinuální rozvoj mezi jednotlivými stupni vzdělávání (tj. mezi 1. a 2. stupněm základních škol a středními školami). Celkově specifikace požadavků na výkony žáků v oboru biologie, geografie a chemie je málo návodná, mj. proto, že každý obor je prezentován velmi obecně jen na 2–3 tiskových stranách rámcových vzdělávacích programů. Podrobné hodnocení rámcových vzdělávacích programů z pohledu geografie předkládá Řezníčková (2006a, 2009), způsobem zpracování vybraných dílčích okruhů dovedností (konkrétně mapových) v RVP se zabývá např. Hanus (2012), Hanus & Marada (2013). Srovnávací analýzu RVP v Česku a na Slovensku z hlediska pojetí výuky biologie uvádí Pokorná & Čížková (2012). Vývoj kurikulárních dokumentů a charakteristiku RVP z hlediska pojetí chemie popisuje Čtrnáctová (2008, 2012) a další.

Každá **školská reforma** je pokus o prolomení dosavadních tradic ve vzdělávání. Co dělat, abychom i příště nedošli k obdobným výše uvedeným závěrům, které spíše dokládají, že tradiční pojetí (ve smyslu pasivního pamětního učení) výuky biologie, geografie a chemie je velmi hluboce zakořeněné a tak proměna priorit v cílech tohoto oborového vzdělávání je na úrovni Česka nevýrazná?

Realizovat hlubší koncepční změny je velmi obtížné, neboť vyžadují vzájemně provázaný sled promyšlených kroků v rovině projektové, realizační, evaluační, a to na úrovni národní, školní i jednotlivých tříd. Jednotlivé kroky realizují konkrétní lidé, jde tedy zároveň o vzájemně provázaný proces komunikace různých aktérů, pomocí různých médií, a to v rámci zmiňovaných úrovní a mezi nimi.

Úspěšná implementace školské reformy je založena především na přijetí jejích klíčových myšlenek hlavními aktéry – nejen učiteli základních a středních škol, ale i akademiky, kteří připravují budoucí učitele na vysokých školách a současně participují v kurzech dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Jak zdůrazňuje Levin (2008, cit. podle Veselý, 2013, s. 25), „vize a stanovení cílů jsou důležité, nikoli však ve formě dokumentu, ale ve formě skutečného sdílení a vzájemného porozumění“.

Rozhodli jsme se realizovat určitý **kurikulární experiment**. Navrhli jsme ve srovnání se stávajícím stavem v rámcových vzdělávacích programech výrazně odlišnou a zároveň kontinuální strukturu dovedností žáků, založenou na obecném modelu řešení problémů (zvláště za sledované obory). Následně jsme zjišťovali, zda se tato „norma“ dostává do rozporu s realitou, jak na ni reagují učitelé a jak žáci (podrobněji kapitoly 3 až 5).

Navržená struktura dovedností nespecifikuje tematickou (obsahovou) stránku biologického, geografického a chemického vzdělávání. Lze ji proto jen částečně považovat za návrh **oborových standardů**. Této skutečnosti jsme si vědomi, z důvodů stručného vyjadřování je však navržený přehled dovedností žáků označován i tímto výrazem.

Konkrétní cíle výzkumu a jeho jednotlivé fáze popisuje následující kapitola.

1.2 Cíle výzkumu oborových dovedností a jeho design

Hlavním cílem grantového projektu bylo na základě víceúrovňové analýzy dovedností v rovině projektového (zamýšleného), realizovaného a dosaženého kurikula navrhnout provázaný systém dovedností žáků, které by si měli osvojit v biologii, geografii a chemii na konci 5. a 9. ročníku základní školy a 4. ročníku gymnázií. Jednotlivé dílčí cíle jsou obsahem rámečku 1.

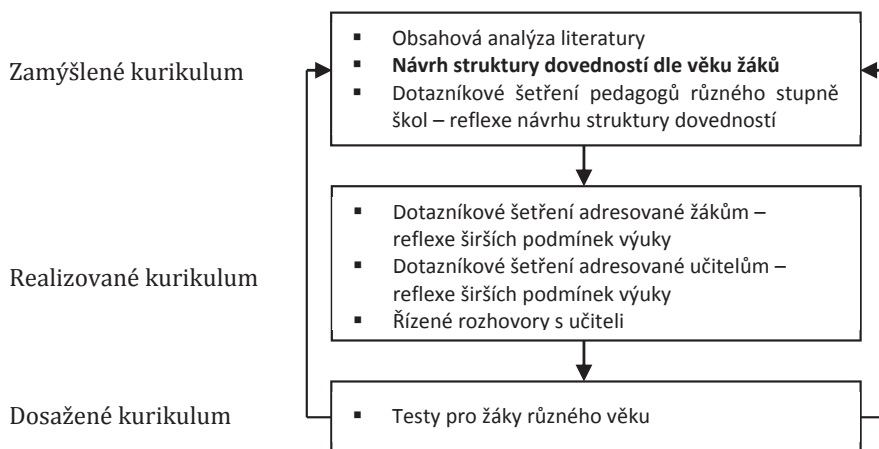
Rámeček 1 – Dílčí cíle výzkumného projektu

1. Obsahová analýza odborné literatury a kurikulárních dokumentů za účelem:
 - 1.1 porovnání přístupů ke specifikaci a kategorizaci dovedností požadovaných ve výuce geografie, biologie a chemie u absolventů 1. a 2. stupně základních škol a gymnázií v Česku a ve všeobecném vzdělávání ve vybraných zahraničních zemích;
 - 1.2 vytvoření prvotního návrhu systému dovedností za jednotlivé obory, který bude popisovat požadavky na výkony žáků na konci 5. a 9. ročníku základní školy a žáků 4. ročníku gymnázií;
 - 1.3 stanovení průřezových (přírodovědných a environmentálních) dovedností společných pro geografii, biologii a chemii, které představují platformu pro mezioborové přístupy.
2. Příprava, realizace a vyhodnocení dotazníkového šetření, které vychází z návrhu oborových dovedností a zjišťuje:
 - 2.1 názory vysokoškolských odborníků a vědeckých pracovníků na potřebnost osvojení konkrétních oborových dovedností v geografii, biologii, chemii vzhledem k věku žáků, resp. stupňům škol;
 - 2.2 názory a požadavky učitelů základních škol a gymnázií na osvojení dovedností absolventy 5. a 9. ročníků základní školy a 4. ročníků gymnázií v geografii, biologii, chemii.
3. Příprava, realizace a vyhodnocení testů:
 - 3.1 mezioborového zaměření pro žáky 5. ročníku základní školy;
 - 3.2 za jednotlivé obory pro žáky 9. ročníku základní školy a 4. ročníků gymnázií, které ověřují míru osvojení vybraných „kategorií“ dovedností v geografii, biologii, chemii.
4. Příprava, realizace a vyhodnocení dotazníkových šetření, adresované žákům 5. a 9. ročníku základní školy a vyšším ročníkům gymnázií, které zjišťují důvody dosažení či nedosažení požadované úrovně vybraných dovedností.
5. Na základě shrnutí výsledků předchozích etap výzkumu finální úprava prvotního návrhu oborových dovedností a jejich strukturace podle úrovně 5. a 9. ročníku základní školy a 4. ročníku gymnázií.

Jednalo se o společný výzkumný projekt tří oborů, tj. biologie, geografie a chemie, proto byl zvláštní zřetel věnován možnosti kontinuálního rozvoje průřezových mezioborových dovedností. Snahou bylo naplňovat dílčí výzkumné cíle na základě shodných přístupů a metod, abychom mohli provádět i komparativní studie dosažených výsledků.

Výzkumný design projektu (obr. 1) koresponduje s plněním stanovených dílčích cílů. Použity byly jak kvantitativní tak i kvalitativní metody. V první fázi byla navržena pro všeobecné vzdělávání v Česku v biologii, geografii a chemii nová struktura dovedností, která graduje dle věku žáků od 1. a 2. stupně základní školy po gymnaziální úroveň. Jednotlivé návrhy vycházely z rozboru rozsáhlé odborné literatury a kurikulárních českých i zahraničních dokumentů.

Obr. 1 – Výzkumný design projektu



Pro všechny obory byl zvolen stejný princip výběru a třídění požadovaných dovedností, a to objektivní způsob poznávání při řešení problémů, jenž odpovídá v současné době v přírodovědných předmětech velmi preferovanému **badatelskému přístupu** (Inquiry Based Science Education/Learning). U všech tří oborů u jednotlivých věkových kategorií jsou tak požadované dovednosti strukturovány do čtyř až pěti hlavních okruhů dovedností: klást otázky související s přírodovědnými tématy, získávat informace z různých zdrojů (text, mapy, tabulky, grafy, schémata, obrázky aj.), organizovat informace, vyhodnocovat výsledky a formulovat závěry (podrobněji viz kapitola 2).

Navržené přehledy dovedností se v další fázi výzkumu staly obsahem tří dotazníků (za každý obor zvlášť), adresovaných pedagogům z 1. a 2. stupně základních škol, víceletých a čtyřletých gymnázií a pedagogům z vysokých škol. Analýza jejich výpovědí představuje jeden z podkladů pro korekci první verze návrhů dovedností a zároveň umožňuje sledovat názorové disproporce mezi pedagogy různých stupňů škol.

Ve třetí fázi výzkumu jsme provedli testování vybraných dílčích dovedností dle výše zmiňovaných hlavních okruhů dovedností u žáků ve věku 10–11 let a za jednotlivé obory ve věku 14–15 a 17–18 let na 2. stupni základních školách, na víceletých a čtyřletých gymnáziích a středních odborných školách. Zároveň jsme žáky a jejich učitele oslovili dotazníkem, abychom výkony žáků v testu mohli zasadit do širších souvislostí. V neposlední řadě podklady pro zpětné přehodnocení původně navržené struktury dovedností poskytují i výsledky řízených rozhovorů s náhodně vybranými učiteli různé aprobace a délky profesní praxe. Konkrétní výsledky dílčích studií jsou popsány v druhé části monografie.

Koncepce projektu vychází z principu vzájemně provázaného výzkumu a tvorby víceúrovňového kurikula. Jde o model, který reprezentuje různé podoby kurikula tak, abychom je mohli na základě kvantitativních či kvalitativních přístupů blíže poznat. Tyto a další obecné přístupy jsou diskutovány v následující kapitole.

1.3 Obecná východiska realizovaného výzkumu

V předkládaném projektu sledujeme širokou mezioborovou mnohovrstevnou problematiku překračující možnosti každé jednotlivé teorie i obecných metodologických přístupů. Vycházíme proto z několika myšlenkových směrů, které se vzájemně ovlivňují a prolínají. Na tomto místě zmíníme pouze přístupy, které zastřešují projekt ve svém celku.

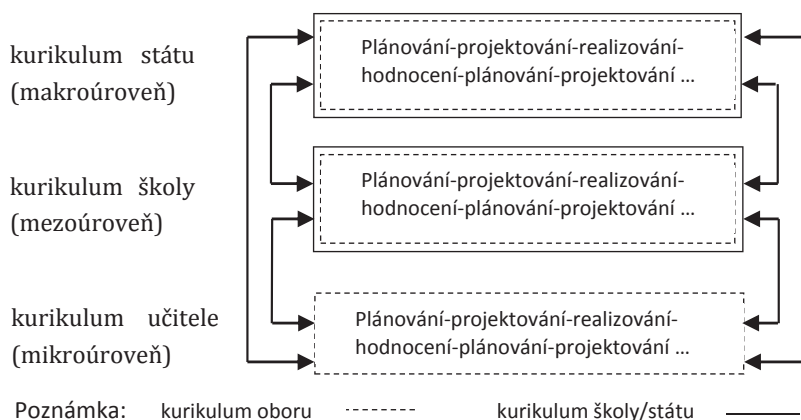
Širším kontextem realizovaného výzkumu je biologické, geografické a chemické školní vzdělávání a jejich vzájemné mezioborové přesahy. Praktickým cílem je aplikace dosaženého oborového poznání ve sféře vzdělávání.

Jedná se o víceúrovňový multifaktoriálně podmíněný proces, který má obsahovou a procesuální stránku. Obsahovou stránkou při tom rozumíme náplň vzdělávání čili určité dosažené oborové poznání i způsob uvažování a poznávání v daných oborech, které mj. reprezentují požadované dovednosti žáků.

Dovednosti jsou úzce provázané s učivem (věcným obsahem) stejně jako s dalšími komponenty vzdělávacích cílů (podrobněji 2. kapitola). V našem pojetí nepředstavují cíl vzdělávání samy o sobě, nýbrž funkční část určité oborové způsobilosti/kompetence. Jejich význam se umocňuje v určitém kontextu v kombinaci s nabytými znalostmi, návyky, postoji, získanými zkušenostmi, ale i povahovými vlastnostmi jedince. Ve výzkumu dovednosti od ostatních komponent neoddělujeme, pouze je klademe na první místo pozornosti, protože představují dlouhodobě podceňovanou složku vzdělávacích cílů v biologii, geografii a chemii v Česku.

Procesuální stránku oborového vzdělávání lze přiblížit jako sled vzájemně podmíněných a propojených činností různých subjektů na různých významových řádech, resp. institucionálních úrovních. Tyto činnosti se týkají především plánování, projektování, realizování a hodnocení obsahu, prostředků, podmínek a výsledků vzdělávacího procesu, a to na státní (makro)úrovni, tak i na úrovni jednotlivých škol (mezoúroveň) a tříd, resp. v mysli či v písemných přípravách jednotlivých učitelů (mikroúroveň). Oborové vzdělávání je přitom vnímáno jako funkční prvek všeobecného vzdělávání. Schéma na obr. 2 dále připomíná, že je při tom žádoucí propojit řešení vzájemně podmíněných otázek po linii horizontální (na jednotlivých úrovních) i vertikální (mezi jednotlivými subjekty). Doplněno slovy Walterové (1994, s. 13), v širším slova smyslu³ kurikulum zahrnuje „komplex problémů vztahujících se k řešení otázek proč, koho, v čem, jak, kdy, za jakých podmínek a s jakými očekávanými efekty vzdělávat“. Celou tuto problematiku shrnujeme pod pojem **kurikulum**, resp. **oborové kurikulum**.

Obr. 2 – Víceúrovňová tvorba a realizace oborového kurikula



³ V užším vymezení je kurikulum obvykle chápáno jako obsahový program školního vzdělávání.

Popsaný koncept vychází z metodologie tvorby a realizace vzdělávacího obsahu, resp. kurikula v širším pojetí (Kasíková, 1994; Průcha ed., 1989; Řezníčková, 2006b; Walterová, 1992, 1994, 2006; Kalhous, Obst et al., 2002 a další). Určitou teoretickou oporu tak nacházíme v kurikulárních teoriích, jejichž předmětem zájmu je tvorba programů školního vzdělávání, obecné principy jeho tvorby a aplikace na jednotlivé vyučovací předměty (Dvořák, 2009; Pasch et al., 2005; Tyler, 1969, aj.). Naší snahou je řešit problematiku dovedností nejen na úrovni projektové čili v určité statické formě vzdělávacího obsahu, ale postihnout též skutečnost, že prochází transformacemi v různých fázích své existence. Konceptuálním rámcem, který umožňuje syntetizující pohled a zároveň pomáhá strukturovat myšlení o takto pojímané problematice, nabízí **model víceúrovňového kurikula** (Průcha, 1983, 2002, 2006; Maňák, Janík, & Švec, 2008 a další).

Tento model mj. předpokládá, že „obsah vzdělání není statický jev, existující v jediné podobě. Je to jev velmi dynamický či proměnlivý, jenž má několik forem či rovin existence, do nichž se postupně transformuje“ (Průcha, 2002, s. 245).

Na oborové vzdělávání tak nahlížíme jako na dynamický systém (tj. proměnlivý ve svém fungování, obsahu i struktuře), který nabývá určitých stavů (podob/form existence daných stupněm obecnosti) a přitom plní určité funkce. Pro takto široce vnímaný předmět zájmu používáme výraz **oborové**, resp. biologické, geografické a chemické **kurikulum**. Ve shodě s konceptem Mezinárodní asociace pro hodnocení vzdělávacích výsledků – IAE (cit. podle Straková, Tomášek, & Palečková, 1996) rozlišujeme tři jeho formy: zamýšlené, realizované a dosažené kurikulum.

Výsledkem plánování a projektování je **zamýšlené kurikulum** v našem případě návrh kontinuální struktury dovedností. Tvorba návrhu je spojena s řešením řady metodologických otázek: Které dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie procvičovat především (při vědomí omezené a měnící se časové dotace školních předmětů)? Podle kterých kritérií je vybírat a jak je strukturovat? Jak specifikovat kontinuální vývoj dovedností včetně indikátorů dosažení určité jejich úrovně? Lze vůbec najít kompromis mezi zdánlivě protichůdnými požadavky? Jak například rozvíjet klíčové a specifické kompetence, resp. škálu dovedností a přitom vychovávat občana s funkční oborovou způsobilostí, která je mj. založena i na určitém osvojeném poznání? Jakou formu by měly mít závazné kurikulární dokumenty, aby účelně specifikovaly jednotlivé úrovně požadovaných dovedností? Jak formulovat tyto dokumenty, aby nebyly na jednu stranu příliš obecné, vágní, formální a na druhou stranu příliš konkrétní, a tím svazující a vedoucí k jednotnému/unifikovanému vzdělání? Jakým způsobem dosaženou úroveň jednotlivých dovedností objektivně ověřovat a hodnotit? a další.

Řešení těchto otázek je spojeno s **ontodidaktickou transformací** čili s převedením oborových obsahů do obsahů zamýšleného kurikula. V obecné rovině o této problematice pojednává např. Janík, Maňák, & Knecht (2009). V souvislosti s plněním cílů projektu otázky spojené s ontodidaktickou transformací řešíme při hledání relevantních kritérií výběru a struktury oborových dovedností (viz kapitola 2). Další rovina transformací je spojena s převedením a zjednodušením požadavků v navrženém standardu do otázek v testu tak, aby ověřovaly míru osvojení daných dovedností. Ve shodě s přístupem výše zmiňovaných autorů tím ověřujeme výsledek **transformace psychodidaktické**, kdy se kurikulární obsahy převádí do obsahu výuky a **transformace kognitivní**, kdy dochází k proměně obsahu výuky do znalostí jako obsahů mysli.

Realizační formu kurikula vymezujeme v souladu s návrhem Průchy (2006, s. 114) jako „kurikulum ztvárněné učiteli a edukačními médii, s nímž se setkávají žáci a studenti v reálné výuce či ve vlastním mimoškolním studiu.“ Jak dokumentuje schéma na obr. 1, poznatky o realizovaném kurikulu získáváme nepřímo na základě odpovědí v žákovském a učitelském dotazníku a také pomocí výpovědí učitelů v řízených rozhovorech.

Dosažené kurikulum představuje obsah vzdělání osvojený žáky, v našem výzkumu prezentovaný osvojenými dovednostmi a znalostmi, které ověřujeme prostřednictvím písemných testů.

Pohled na sledovanou problematiku prostřednictvím **modelu víceúrovňového kurikula** umožňuje vzájemně propojit proces tvorby a výzkumu různých forem a rovin kurikula (Průcha, 2002; Řezníčková, 2006b; Walterová, 1994; aj.) a sledovat vztahy a vazby v horizontálním i vertikálním směru. Kombinace přístupu normotvorného s objasňujícím přispívá k naplnění obecného poslání kurikulárního výzkumu, tj. definováním a ověření alternativních vzdělávacích cílů a obsahů přispět k revizi stávající koncepce vzdělávání včetně různých dokumentů (srovnej Hesse & Manz, 1974; Robinsohn, 1967; Maňák, Janík, & Švec, 2008).

Tvorba a implementace oborového kurikula je výsledkem vzájemně provázaných rozmanitých činností mnoha subjektů, které mezi sebou určitým způsobem komunikují. Z tohoto pohledu je našim obecným východiskem i **komunikační pojetí** oborových didaktik (Brockmeyerová-Fenclová, Čapek, & Kotásek, 2000; Slavík & Janík, 2007; Jelemenská, 2009 a jiní). Jednou z hlavních otázek tohoto modelu je, jakým způsobem komunikovat, resp. zprostředkovávat dosažené poznání, aby byl tento víceúrovňový proces optimální. V našem výzkumu nás zajímají především bariéry komunikace

v podobě subjektivních představ pedagogů různých stupňů škol o významu/důležitosti a náročnosti předkládaných dovedností (viz kapitola 3).

Ve shodě s výše uvedenými názory je dalším z myšlenkových směrů, který ovlivňuje zejména naši „zdrženlivost“ při prosazování návrhu dovedností i v závěrečném hodnocení získaných empirických výsledků, **sociální konstruktivismus**. V tomto kontextu koncepce oborového vzdělávání, prezentovaná v kurikulárních dokumentech i námi navrhované přehledy dovedností, představují sociální konstrukci určité skupiny zainteresovaných osob a její schopnost prosadit svoje představy a zájmy (Kalhoust & Obst et al., 2002; Kaščák, 2002; Štech, 2009). Zda se jejich návrh prosadí, záleží mimo jiné i na tom, do jaké míry bude korespondovat se sociální reprezentací daného výukového předmětu, tj. mínění o jeho poslání ve všeobecném vzdělávání. **Sociální reprezentaci** chápeme v pojetí Moscoviciho (2000) jako systém hodnot, představ a praktik umožňující jak orientaci a zvládnutí světa, tak i vzájemnou komunikaci členů určité skupiny. Vzhledem k tomu, že ve výzkumu oslovujeme pouze členy biologické, geografické a chemické obce (učitele od základních škol po univerzity), lze předpokládat, že tento faktor nesehraje takový vliv jako při reálném prosazování oborového kurikula, kdy do procesu tvorby i implementace kurikulárních požadavků často vstupují názory i jiných odborníků, než biologů, geografů a chemiků, popř. laiků.

Základním metodologickým východiskem řešení projektu je **systémový přístup**, který respektuje principy systémového myšlení (orientace systému na hlavní cíl, propojenost všech prvků systému, zpětná vazba aj.). Volba konkrétních výzkumných metod závisí na charakteru a cílech dílčích analýz. Jak bylo předesláno výše, v projektu využíváme kvantitativní i kvalitativní přístupy.

2. Dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie

Středem naší pozornosti jsou dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie. Pro jednoznačné pochopení těchto klíčových pojmů následující kapitola nejprve vymezuje samotný pojem dovednost a některé další pojmy, které se s ním obsahově překrývají. V další části jsou diskutovány různé přístupy třídění dovedností.

2.1 Obsahové vymezení základních pojmů

Pojem **dovednost** patří k nejméně frekventovaným termínům v odborné didakticko-pedagogicko-psychologické literatuře. Jeho obsahové vymezení však není jednotné a v průběhu času se pod vlivem různých přístupů mění. Jde navíc o pojem běžně používaný v laické mluvě, což svádí k tomu, že někteří autoři tento „banální“ pojem explicitně nedefinují.

Podrobný rozbor přístupů k vymezení dovedností provedl Švec (1991, 1998), Trna (1998), Trnová (2012), Vaculová (2009) aj. Na základě zhodnocení různých českých i zahraničních definic lze konstatovat, že „z mnoha prací je zřejmé, že dovednosti jsou chápány jako výkonová složka lidské činnosti, chování“ (Švec, 1998, s. 8). Protože chování jedince ovlivňují i další složky jeho osobnosti (vědomosti, schopnosti, postoje, zkušenosti, motivace aj.), definice dovedností se často liší podle toho, které další složky a v jakém vztahu se zmiňují.

V dřívějších pracích se pojem dovednost obvykle vztahoval k pohybovým (senzomotorickým) a pracovním aktivitám, a tak se do značné míry překrýval s pojmem **návyk**. Příkladem je pojetí Janáčka (1958), který dovednosti vymezil jako zcela nebo částečně zautomatizovanou složku naší vědomé činnosti. Švec připomíná (1998, s. 8), že toto pojetí se přenášelo i na ostatní druhy dovedností, a proto poměrně dlouhou dobu přetrvával názor, že „dovednosti a návyky tvoří praktickou část činnosti, kdežto vědomosti jsou její kognitivní, poznávací složkou“. V tomto kontextu byly dovednosti často považovány zjednodušeně za ne zcela dovršené návyky, a proto tvoří mezičlánek mezi vědomostmi a návyky (Singule, 1961). Obdobný názor zastával po více než třiceti letech Maňák (1993). Dle jeho vymezení jsou dovednosti souborem návyků, které představují výcvikem zautomatizované úkony. V našem pojetí se míra osvojení určité dovednosti vyvíjí, nelze proto označit výkonovou složku lidské činnosti za dovednost až v okamžiku, kdy dojde k zautomatizovaným úkonům. **Dovednosti** vnímáme obdobně jako Vaculová (2008, 2009) za zcela nebo částečně zautomatizované složky naší vědo-

mé činnosti, kde návyky jsou součástí dovedností a tvoří jeden z jejích dílčích elementů. Například dovednost zorientovat se v terénu podle mapy zahrnuje několik zautomatizovaných kroků (tj. návyků) jako je vyhledat v území klíčové orientační body a podle nich si mapu „natočit“.

Popis jednotlivých charakteristik, které se podílejí na požadovaném výkonu jedince, se v jednotlivých pracích liší. Někteří autoři například při obsahovém vymezení pojmu dovednost zdůrazňují jejich úzký vztah k osvojeným vědomostem, jiní autoři klíčové prvky (charakteristiky) dovedností blíže nespecifikují, neboť operují s obecnějšími pojmy, jako jsou dispozice, způsobilost, vnitřní plán, složitější kognitivní struktura aj.

Ukázkou prvního přístupu je definice Chlupa a Kopeckého (1965), dle kterých jsou dovednosti aktivní vědomostí nebo pohotovostí k praktické činnosti, která je na základě vědomostí uvědoměle vykonávána. Akcent na vědomosti obsahuje i definice Veverkové (2002, s. 129), která uvádí, že „dovednosti mají strukturu, jež zahrnuje cíl činnosti, volbu prostředků, postup činnosti a kontrolu výsledků. Dovednost tedy zahrnuje i vědomosti a operace s nimi“. Druhý přístup reprezentuje definice Skalkové (2007, s. 166), která pod pojmem dovednosti chápe „učení získané dispozice (pohotovost) ke správnému, přesnému, rychlému a úspěšnému vykonávání určitých činností. Některé složky těchto složitých činností se na základě mnohonásobného cvičení mohou zautomatizovat. To znamená, že přestávají vyžadovat uvědomění každé jednotlivé operace“.

Další nespočetné příklady obsahového vymezení pojmu dovednost nabízí zahraniční literatura. Je to dáno mimo jiné tím, že v mnohých zemích má výuka orientovaná na důsledné osvojování určitých dovedností delší tradici než v Česku. Jak uvádí Leveson (2000), studie k této problematice vycházely již v 50. letech 20. století. Výraznější zájem se projevil ke konci 20. století (Clanchy & Ballard, 1995; Lake & Kemp, 1996; Dorfman & Taylor, 1998; Patterson & Bell, 2001).

Zvolené obsahové vymezení pojmu dovednost ovlivňuje způsob uvažování nad jejich tříděním. V tomto ohledu je podnětné konstatování Švece (1998), že někteří autoři chápou **dovednost** jako vnější projev prováděné činnosti, jiní naopak uvádějí, že jde spíše o vnitřní plán, tj. vnitřní model činnosti. V prvním případě dovednost představuje určitou činnost jedince, která je přístupná přímému pozorování a analýze. V druhém případě je vnitřní složka dovednosti, která obsahuje například motivy k činnosti, styly učení a poznávání či schopnosti a vlastnosti jedince, pozorovateli skryta.

Švec (1998, s. 12) na základě rozsáhlého rozboru českých a zahraničních přístupů dochází k závěru, že **dovednost** můžeme charakterizovat jako „komplexnější způsobnost subjektu (zahrnující vnitřní model dovednosti, syčený dalšími vnitřními složkami, zejména schopnostmi, zkušenostmi, stylem učení, motivy a prožitky) k řešení úkolových a problémových situací, která se projevuje pozorovatelnou činností“. Tato definice je uvedena i v českém Pedagogickém slovníku (Průcha, Walterová, & Mareš, 2003) a představuje pro nás východisko při definování oborových dovedností.

Oborové dovednosti specifikujeme obdobně čili jako komplexnější způsobnost člověka (syčená schopnostmi, zkušenostmi, stylem učení, motivy, prožitky ale i vědomostmi) k provádění určité činnosti, při které, na rozdíl od obecných dovedností, důležitou roli zastává dosažené oborové poznání (vědomosti) a specifický oborový způsob uvažování, poznávání a řešení problémů.

Oborové dovednosti jsou založeny na složitějších kognitivních strukturách (obdobně Trna, 1998; Trnová, 2012; Vaculová, 2009) s tím, že lze vysledovat odlišné úrovně osvojení dovedností. Na nižší úrovni se jedná pouze o mechanické opakování naučené činnosti, na vyšší jde o řešení různých problémových situací, vyžadujících od žáků i jistou úroveň tvořivého myšlení. Dosažení určitého stupně rozvoje dovednosti je při tom multifaktoriálně podmíněno. Význam sehrává vnitřní motivace jedince zabývat se danou činností, jeho schopnosti a učební a poznávací styly. Důležité jsou i jeho osobní zkušenosti či náročnost předložených úkolů a v neposlední řadě i úroveň osvojených vědomostí. Například dovednost vyhledat lokalitu na mapě podle abecedního rejstříku atlasu je spojena se znalostí abecedy. Nowacki (1973, s. 17, cit. podle Švec 1998, s. 34) roli kvality vědomostí komentuje slovy, že „pro mistrovství na nižších stupních rozvoje dovednosti postačují empirické poznatky, zkušenosti, avšak na vyšších stupních rozvoje dovednosti je nezbytná znalost teorie“. S uvedenou tezí lze souhlasit zejména při osvojování **intelektových dovedností**. Jak říká Skalková (2007, s. 167), nelze mezi vědomostmi a intelektovými dovednostmi vést ostrou hranici. „Naopak, již při prvotním osvojování vědomostí se tvoří základ pro budoucí dovednosti. Zároveň cvičení vedoucí k osvojování dovedností slouží k dalšímu upevňování a prohlubování vědomostí“ (podrobněji viz kapitola 2.3).

Vnější a vnitřní složky oborových dovedností chápeme obrazně řečeno jako úzce související dvě strany jedné mince. Přístupný našemu pozorování a následné analýze je buď samotný proces tj. vnější výkonová složka anebo jeho výsledky, jež jsou podmíněny kvalitou vnitřních složek.

Šířeji pojímané oborové dovednosti představují komplexnější způsobilost subjektu, napomáhající jedinci porozumět životu na Zemi a na základě tohoto porozumění pak adekvátním způsobem jednat (Řezníčková, 2003a). Toto vymezení dovedností se do určité míry překrývá s obsahem dnes velmi frekventovaného pojmu **kompetence** (podrobněji Janík & Knecht et al., 2010). Rozdíl mezi nimi spatřujeme v míře komplexity a integrity jednotlivých složek osobnosti subjektu (tj. osvojených vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot), které jsou potřebné pro úspěšnou realizaci relativně jednodušší, resp. složitější činnosti. Řečeno příkladem, jedinec, který je způsobilý orientovat se v území, má osvojeny dílčí dovednosti jako např. zorientovat si mapu v území, vyhledat svoji polohu na mapě či pomocí GPS, vyčíst tvar a profil reliéfu z mapy a současně zná, který druh mapy může použít, jaké funkce má GPS aj.

Odlíšné teoretické přístupy přiřazují pojmu dovednost různý obsah ale i pojmenování. Příkladem jsou výstupní požadavky na výkony jedinců, které se v kurikulárních dokumentech často specifikují zejména prostřednictvím intelektových dovedností. V 90. letech byl pro ně používán pojem **cílové** či **evaluační standardy**, ve stávajících rámcových vzdělávacích programech se operuje s výrazem **očekávané výstupy**. Dovednosti jsou také podstatou tzv. **cílových kompetencí** a **specifických cílů** v Katalozích požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky za jednotlivé vyučovací předměty.

Poměrně často bývá dovednost zaměňována s výrazem **schopnost**. V této monografii respektujeme jeho obsahové vymezení podle Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, & Mareš, 2003, s. 212), kde schopnost je přiblížena jako „individuální potenciál člověka pro provádění určité činnosti v budoucnu. Je to možnost, podmíněná do jisté míry vrozenými předpoklady, která se může (ale nemusí) rozvinout v závislosti na tom, do jakého sociálního prostředí je člověk začleněn, jak kvalitní výchovy a vzdělání se mu dostane, co on sám pro rozvoj svých schopností udělá.“

Průcha, Walterová, & Mareš (2003) upozorňují i na další překrývání významu pojmů. Konstatují (s. 312–313), že dovednosti a schopnosti k vykonání určitých činností mohou být součástí **znalosti** vymezené v širším slova smyslu. V tomto pojetí se znalosti člení například na **deklarativní**, **procedurální** a **kontextové**. První z nich se vztahují k faktografické složce učiva, zatímco procedurální znalosti se vztahují k postupům řešení daných činností, a proto představují důležitý předpoklad pro vykonávání určité dovednosti. Procedurální znalosti se vztahují zejména k postupům řešení úloh. Jsou to znalosti „jak něco udělat“. Jedná se o praktické znalosti, které jsou základem dovedností. Procedurální znalosti využívají znalostí deklarativních, proto by měly být ve výuce rozvíjeny ve vzájemné souvislosti. Kontextové znalosti se vztahují k účelům, důvodům a podmínkám, jak dosáhnout určitého cíle. Díky těmto znalostem víme za jakých pod-

mínek a z jakých důvodů něco vykonat. Jsou předpokladem pro uvážlivé řešení problémů, kde nestačí vědět jen „že“ a „jak“, ale také „proč“ (podrobněji Janík, Maňák, & Knecht 2009).

Nejednotné vnímání pojmu dovednost a používání i jiných pojmů, které zcela či jen částečně překrývají jeho vymezení, představuje bariéru v odborné komunikaci a komplikuje orientaci v odborné české i zahraniční literatuře při snaze navázat na výsledky studií obdobného zaměření.

2.2 Třídění obecných a oborových dovedností

Pro potřeby záměrného osvojování a diagnostikování oborových dovedností je zapotřebí je určitým způsobem podrobněji strukturovat a kategorizovat. V odborné literatuře existují různé **druhy dovedností** v závislosti na tom, které třídící kritérium je zvoleno. Nejprve uvádíme příklady z obecné pedagogické literatury a poté ukázky třídění dovedností publikované v pracích zaměřených na biologické, geografické či chemické vzdělávání, resp. vzdělávání přírodovědné. Na závěr této části předkládáme a do širších souvislostí uvádíme návrh třídění dovedností ve výuce biologie, geografie a chemie použitý v našem výzkumu.

Ve vyučovacím procesu na všeobecně vzdělávacích školách se osvojují dovednosti různého druhu. V Pedagogickém slovníku (Průcha, Walterová, & Mareš, 2003, s. 49) jsou zmiňovány pouze dva druhy, a to intelektové (např. čtení, řešení úloh určitého typu) a senzomotorické dovednosti (obsluha technického zařízení, jízda na kole, plavání).

Veverková (2002, s. 129) považuje časté dělení dovedností na rozumové a senzomotorické za velmi hrubé. Podle věcného obsahu člení dovednosti do následujících čtyř druhů:

- ▶ dovednosti pracovní, zahrnující osvojení činností potřebných k úspěšnému výkonu profese;
- ▶ dovednosti sociální komunikace a jednání, zahrnující kultivované projevy vztahu k ostatním lidem, osvojení mateřského a cizího jazyka, dovednosti spolupráce, organizační a řídicí, dovednosti analyzovat sociální situace, konflikty a podle nich konkretizovat normy chování;
- ▶ dovednosti pohybové a zdravotní, umožňující péči o zdraví i výkon dalších činností a také odolávat nadměrné zátěži;

- dovednosti poznávací, zahrnující osvojení metod pozorování, logického myšlení, vědeckého výzkumu i uměleckého odrazu skutečnosti.

Skalková (2007) výčet možných druhů dovedností ještě rozšiřuje. Nejprve vymezuje dovednosti intelektové, senzomotorické, pracovní a komunikativní (s. 166) a na dalším místě z jiného úhlu pohledu zmiňuje a obsahově přibližuje i dovednosti motorické, pracovní, technické a komplexní (s. 204–205).

Pohledem do zahraniční literatury se škála možných přístupů k třídění dovedností ještě rozšíří, i když se zaměříme pouze na přírodovědné dovednosti, resp. dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie.

Například Monk & Alexander (1973), kteří se zabývají rozvojem dovedností ve fyzické geografii, rozlišují dovednosti kognitivní a afektivní. Kognitivní dovednosti dále dělí na geografické dovednosti a dovednosti obecně intelektové. V rámci geografických dovedností vyčleňují dovednosti kartografické, dovednosti spojené s prací v terénu a interpretací fotografií (včetně leteckých snímků). V rámci intelektových dovedností rozlišují sedm kategorií – pozorování a sběr dat, klasifikace, interpretace, generalizace, analýza, syntéza a rozhodování.

Padilla (1990) přírodovědné dovednosti člení do dvou skupin, a to na tzv. základní a integrované. Do první skupiny řadí pozorování, komunikaci, třídění, měření a do druhé formulaci hypotéz, interpretaci dat, experimentování a kontrolování proměnných.

Valentino (2000) rozdělila přírodovědné dovednosti do tří skupin: zpracování (pozorování, třídění, měření, komunikace, předpovídání, experimentování...), kritické myšlení (analýza, hodnocení, řešení problémů...) a argumentační dovednosti (kladení otázek, hledání dat, vysvětlování, respektování logiky...).

Práce autorů Wilke & Straits (2005) je příkladem, kde přírodovědné dovednosti jsou tříděny pod vlivem badatelského přístupu do čtyř kroků. První krok vyžaduje znalost obsahu. Druhý krok se týká ovládnutí obecných dovedností (kladení otázek, kreslení, měření, hodnocení, tvoření, komunikace aj.). Ve třetím kroku se jedná o zvládnutí „vědeckých“ dovedností, jako např. tvorba hypotéz, odhadování, navržení experimentu, sběr dat, formulace závěru. Poslední krok popisuje experimentální dovednosti, ke kterým řadí např. hledání chyb, hodnocení vhodnosti materiálu, diskuse omezení atd.

Jinou škálu dovedností uvádí studie Eurydice (2006), jejímž cílem bylo podat srovnávací přehled předpisů a oficiálních doporučení k výuce přírodovědných předmětů. Tato

doporučení se vztahují pro žáky nižšího středoškolského vzdělání (ISCED 2). Jak dokumentuje rámeček 2, kritériem specifikace a třídění výstupů dva až pět byla převládající činnost intelektové povahy související s vědeckým myšlením jedince, s výběrem relevantních dat a s jeho komunikačními dovednostmi.

Rámeček 2 – Výstupy přírodovědného vzdělávání pro ISCED 2

1. Znalosti a vědomosti (znalosti vědeckých konceptů a teorií, znalosti experimentálních technik, matematické znalosti a schopnost aplikovat je).
2. Praktické dovednosti (dovednost diskutovat nad protokolem, dovednost vybrat správný aparát na experiment, dovednost pracovat podle laboratorního protokolu, schopnost provádět vědecké pozorování).
3. Práce s daty (schopnost najít a získat informace z dokumentu, schopnost interpretovat a hodnotit informace, schopnost získat a prezentovat informace z různých zdrojů).
4. Vědecké myšlení (schopnost řešit problémy formulací teoretických znalostí, schopnost zařadit problém do vědecké terminologie a schopnost formulovat vědecké hypotézy).
5. Dovednost prezentovat a popsat postupy a výsledky (schopnost zapojit se do vědecké diskuze, schopnost plánovat, vykonat a podat výsledky z projektu, schopnost použít ICT).

Zdroj: Eurydice, 2006

Určitý řád do třídění nejen obecně definovaných dovedností přináší přístup Švece (1998). Vyčleňuje čtyři okruhy dovedností, které se liší zaprvé charakterem činnosti, v níž se projevují. Z tohoto pohledu lze pak vymezit dovednosti myšlenkové (intelektové), psychomotorické, sociální, sociálně-komunikační. Druhé kritérium je stupeň konkrétnosti a tedy i obecnosti, dle kterého se rozlišují dovednosti konkrétní a obecnějšího charakteru. Třetí úhel pohledu, a to míra složitosti, vymezuje dovednosti do dvou skupin: jednoduché a komplexní. Čtvrté hledisko rozděluje dovednosti podle počtu předmětů, jichž se týkají. Rozlišují se tak dovednosti specifické pro jeden či více výukových předmětů či dovednosti mezipředmětové.

Nabízí se i další třídící kritéria dovedností. Například v souvislosti s potřebou postupného osvojování komplexněji pojatých dovedností kritérium obtížnosti, podle kterého se dovednosti rozdělí na základní a pokročilé (jednodušší a obtížnější). Jiné kritérium mohou být zdroje informací, neboť ve školní praxi se často dovednosti pojmenovávají jako „práce“ s mapou, grafem, textem, mikroskopem aj.

Švec (1998) upozorňuje, že mezi jednotlivými druhy dovedností dochází k vzájemnému prolínání, protože charakteristiky, které vyčleňují jednotlivé druhy dovedností, se vzájemně doplňují a překrývají (představují různý aspekt určité dovednosti). Například dovednost číst informace z mapy je dovednost myšlenková, částečně psychomoto-

rická (v případě, že při čtení informací z mapy se vyžadují jemnější psychomotorické dovednosti spojené s psaním či rýsováním), spíše konkrétní, relativně jednoduchá a týká se zejména kartografie a geografie. Proto někteří autoři hovoří nejen o druzích, ale i o **dimenzích dovedností**, které charakterizují klíčové aspekty dovedností nejen kategoriálně, ale v některých případech kontinuálně, a druh dovednosti se zde stává pouze jednou z dimenzí. Podle Švece (1998) se za základní dimenze považují druh činnosti, míra obecnosti a „předmětovost“, přičemž největší důraz se klade na rozměr pojmenovaný jako **druh činnosti**.

Popisovaný koncept třídění dovedností ve svých pracích akceptuje řada autorů. Aplikován je s určitými úpravami mimo jiné do třídění dovedností ve výuce fyziky (Vaculová, 2009), chemie (Trnová, 2012), geografie (Hanus, 2012; Řezníčková, 2003, 2006). Je také využit pro základní třídění dovedností v této monografii.

Dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie strukturujeme podle následujících aspektů. Za základní považujeme druh převažující činnosti, podle kterého vymezujeme intelektové (myšlenkové, intelektuální), senzomotorické a sociální (sociálně komunikativní) dovednosti. Intelektové dovednosti, na které je ve výuce přírodovědných předmětů kladen největší důraz, se dále člení. Dříve než přiblížíme příklady jejich třídění, uvedeme ještě další, pro nás důležité klíčové aspekty.

Patří mezi ně míra složitosti (komplexity), a to z důvodů postupného osvojování vyšších kvalit (úrovní) dovedností. Intelektové dovednosti jsou spojeny s procesem třídění informací v lidské mysli a velmi často i s využíváním informací získaných z jednoho či více zdrojů. Proto pro třídění oborových dovedností je důležitý i aspekt informačních zdrojů, zejména pro geografie. Jejich pozornost nejčastěji přitahují dovednosti spojené s využíváním různých typů a druhů map. Příkladem rozsáhlejšího výzkumu mapových dovedností v rovině projektového i dosaženého kurikula je práce autorů Hanus (2012), Hanus & Marada (2013). V posledních letech se tento směr výzkumu rozrostl o práce zaměřené na dovednosti potřebné pro využívání geografických informačních systémů (Král & Řezníčková 2013), fotografií (Boháček, 2010; Řezníčková & Boháček, 2010) či reálné krajiny (Tesařová, 2012).

Svůj význam má i „předmětovost“, která obrazně řečeno připomíná, který z výukových předmětů je za osvojení dané dovednosti zejména zodpovědný. V neposlední řadě rozvoj dovedností, zejména intelektových, se realizuje vždy na určitém konkrétním obsahu. Z tohoto důvodu je důležitým hlediskem i obsahová náplň (téma) realizované činnosti (viz v RVP třídění očekávaných výstupů, které vesměs reprezentují intelektové dovednosti, do tematických okruhů).

Při plánování, procvičování, diagnostice a hodnocení dovedností záleží na tom, které charakteristiky, resp. hlediska se zohledňují. Žádná klasifikace dovedností není a nemůže být ani vyčerpávající, ani jednoznačná. Nejenže dochází k prolínání zmiňovaných hledisek, ale mnohá další nebyla ani uvedena. Například Trnová (2009) mimo výše popisované aspekty rozlišuje míru uplatňované tvořivosti, na základě které dovednosti dělí na reproduktivní a produktivní. Připomíná také hledisko očekávaného uplatnění, podle kterého lze vytvořit dvě skupiny, a to dovednosti potřebné pro běžný život a dovednosti potřebné pro další studium nebo profesi.

V kontextu použité klasifikace, resp. sledovaných aspektů se mění i obsahová specifikace pojmu **oborové dovednosti**. V zásadě však lze vymezit **užší** a **širší pojetí** dovedností ve výuce biologie, geografie a chemie (Řezníčková, 2003a). V prvním případě jde o dovednosti spojené s využíváním metodologie mateřské vědní disciplíny vč. specifického způsobu poznávání a řešení problémů. Na příkladu chemie (Trnová, 2009) do tohoto okruhu spadá dovednost provádět chemické výpočty, odhadovat chemické a fyzikální vlastnosti látek na základě jejich složení a struktury, naplánovat a bezpečně realizovat chemický experiment apod. Geografické, stejně jako biologické a chemické dovednosti v **širším vymezení** zahrnují navíc obecné dovednosti intelektové, psychomotorické a sociální povahy s tím, že jejich využití je podmíněno kromě jiného i určitou úrovní osvojeného oborového poznání. Řečeno příkladem za tuto obecnou geografickou dovednost považujeme interpretaci grafů s geografickým obsahem, kde nesledujeme pouze převedení čísel a matematických vztahů do ústního projevu, ale také dovednost posoudit trendy zobrazeného jevu, odhalit řádovostní chyby na základě znalosti kontextu aj.

2.3 Příklady třídění intelektových dovedností ve výuce biologie, geografie a chemie

Oborové myšlení, v našem případě biologické, geografické a chemické, se neosvojí bez promyšlené přípravy a procvičování. V rámci přípravy jde pak mj. o vytvoření dostatečně návodné struktury intelektových dovedností v kurikulárních dokumentech národního významu. Této problematice je věnována následující stať.

Myšlení představuje složitý proces v mysli jedince, který má mnoho atributů (podrobněji Čáp & Mareš, 2002; Mareš, 2013; Thagard, 2001; Sternberg, 2002; ve vztahu k výuce geografie Řezníčková, 2003b). Dle Pedagogického slovníku je to poznávací proces, který se „skládá z vnitřních, implicitních myšlenkových operací; probíhá jednak na vědomé, řízené a kontrolované úrovni (myšlení logické, induktivní, deduktivní),

jednak na neuvědomované úrovni (myšlení intuitivní); obvykle se dá usměrňovat vůlí (myšlení volní), může však probíhat bez volního úsilí (myšlení vtíravé)“ (Průcha, Walterová, & Mareš 2003, s. 129).

V tomto textu vnímáme myšlení jako soubor vzájemně propojených intelektových dovedností, které operují slovy (např. názvy, daty, odbornými pojmy, symboly), větami (např. výroky, principy), ale i názornými představami (např. mentálními mapami). **Myšlenkové (intelektové) dovednosti** vymezujeme ve shodě se Švecem (1998) jako „komplexnější způsobilost subjektu k realizaci myšlenkové činnosti, k řešení úkolových a problémových situací s využitím myšlenkových operací“. **Myšlenkovou operaci** můžeme přitom vnímat dvěma způsoby: „... jednak jako zobecněnou myšlenkovou dovednost a jednak jako výkonovou složku myšlenkové dovednosti“ (s. 61).

Myšlenkové procesy se často realizují jako sled vzájemně provázaných dílčích myšlenkových operací, a tak je obtížné vést mezi nimi ostré hranice. Tato skutečnost ovlivňuje koncepci a následně užívání prostředků, pomocí kterých plánujeme, realizujeme a ověřujeme myšlení žáků. Konkrétně například strukturaci vzdělávacích cílů (srovnej např. Anderson & Krathwohl, 2001; Niemierko, 1979; Švec, 1998), taxonomie úkolů a otázek (Čtrnáctová 2001a; Řezníčková, 2002; Švec, Fialová, & Šimoník, 1998; Tollingerová, 1971), svým způsobem ovlivňují i koncepci evaluačních standardů a evaluačních nástrojů (podrobněji Kolářová et al. 1998; Míčová, 2005; Řezníčková, 2002b, 2007).

Zmiňované obecné přístupy se promítají do řady prací teoretického, výzkumného nebo aplikačního charakteru, které operují s více méně odlišnou strukturou intelektových dovedností ve výuce sledovaných předmětů (Čtrnáctová, 2001b; Čížková, 2001; Čížková & Mráčková, 2002; Hanus 2012; Hanus & Marada, 2013, Řezníčková, 2003a, 2006b; Trnová, 2012).

Také v kurikulárních dokumentech jsou intelektové dovednosti různě strukturovány. V rámcových vzdělávacích programech jsou požadované intelektové dovednosti reprezentovány tzv. **očekávanými výstupy**, které jsou tříděny do určitých okruhů na základě věcného obsahu. Jiný přístup při třídění dovedností ve výuce biologie, chemie a fyziky zvolil kolektiv autorů Kolářová et al. (1998). Na základě různě náročných intelektových operací stanovili sedm dovednostních cílů: 1. identifikace a správné užívání pojmů; 2. kvalitativní popis objektů, systémů a jevů a jejich klasifikace; 3. vysvětlení jevů; 4. předpovídání jevů a určování kauzálních souvislostí; 5. pozorování, experimentování, měření a odhady; 6. kvantitativní popis; 7. aplikace přírodovědných poznatků. Tato práce se stala do určité míry i inspirací pro přípravu Katalogu požadavků ke spo-

lečné části maturitní zkoušky v roce 2004 pro biologii, chemii a fyziku, který v první verzi obsahoval čtyři kategorie dovedností (kompetencí): 1. Osvojení poznatků a porozumění, 2. Aplikace poznatků a řešení problémů, 3. Pozorování a experimentování, 4. Komunikace. V roce 2005 došlo k dalšímu zjednodušení základní struktury dovedností a nově vydaný katalog s platností od školního roku 2007/2008 obsahoval už pouze tři kategorie. 1. Znalost s porozuměním, 2. Aplikace znalostí a řešení problémů a 3. Práce s informacemi.

Odlišnými přístupy k třídění intelektových dovedností v geografických kurikulech národního významu se podrobněji zabývala Řezníčková (2003a). Tato práce se stala v popisovaném projektu jedním z východisek koncepce navržené struktury dovedností za jednotlivé obory, a proto ji přiblížíme podrobněji.

Řezníčková (2003a) předkládá a diskutuje dva přístupy třídění intelektových dovedností ve výuce geografie. Předpokládá, že intelektové dovednosti jsou spojeny s procesem zpracování informací, který probíhá ve dvou souběžných a vzájemně propojených cyklech činností. Z důvodu „uchopení“ dovedností za účelem jejich osvojování, ověřování a hodnocení je nutné situaci zjednodušit, čili jeden z cyklů upřednostnit na úkor druhého.

2.3.1 Intelektové dovednosti sledující podstatu oborového myšlení

První varianta je založena na zpracování informací v lidské mysli způsobem, který sleduje specifika (klíčové koncepty, otázky a generalizace) oborového uvažování. Tento cyklus vzájemně propojených kroků představuje proces myšlení, který probíhá za víčky jedince, a proto přímému pozorování jsou dostupné až jeho výsledky.

Geografické dovednosti jsou uspořádány do tří okruhů podle určité náročnosti myšlenkových operací (tab. 1). Částečně jsou zvažovány také dovednosti, které neprobíhají pouze v lidské mysli, např. dovednost zhotovit tabulku, načrtnout plánek apod.

Okruhy (1–3) tvoří koncepční kontinuum, od reprodukce faktů a jednoduchých myšlenkových operací přes dovednost propojovat různé zdroje informací za účelem řešení poměrně snadných situací (nejlépe z reálného života) až ke třetímu okruhu dovedností, který zahrnuje úvahy o řešení reálných problémů v širším kontextu s použitím zobecnění informací optikou geografa, konstatování závěrů a provedení zdůvodněných rozhodnutí.

Tab. 1 – Okruhy geografických intelektových dovedností

Okruh (1):	Do tohoto okruhu postupů/činností zařazujeme dovednost vybavení si faktů včetně místopisných názvů, resp. mentálních map určitého území; porozumění základním geografickým pojmům; vybavení si vlastností jevů a procesů, zákonitostí a trendů; určení specifických a obecných znaků; rozpoznání ekvivalentů, analogií; zařazení geografických jevů a procesů do známých struktur; provádění rutinních postupů (např. vyhledat místopisný název v abecedním rejstříku; vyčíst informace z mapy, tabulky či z grafu; provést náčrtek území; zorientovat mapu podle terénu) a jejich jednoduchá interpretace, resp. aplikace.
Reprodukce, porozumění	
Okruh (2):	Úkoly zařazené do tohoto okruhu vyžadují propojení informací geografické povahy. Žáci při řešení těchto úkolů vycházejí z osvojených poznatků a zároveň dovedou na základě zvolených kritérií vybrat, roztřídit, sjednotit informace z různých zdrojů. Dále dokážou vymezit problém, položit si adekvátní otázky, provést určitou relativně jednoduchou úvahu, své myšlenky podložit argumenty. V neposlední řadě studenti dokážou formou schémat, mapek, tabulek a grafů znázornit informace v závislosti na dané situaci a účelu svého počínání.
Propojení a integrace poznatků a dovedností při řešení úkolů	
Okruh (3):	<p>Úkoly třetího okruhu vyžadují „komplexní“ posouzení situace. Výraz komplexní je dán do uvozovek z toho důvodu, že úkoly zadané na všeobecně vzdělávacích školách mohou jen zjednodušeným způsobem kopírovat způsob poznávání reality geografii čili poznávání komplexní vědní disciplínou (podrobněji Hampl 1998, 2002). Předpokládáme, že žák dovede:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Aplikovat systémový způsob myšlení na geografickou problematiku. Vnímá předmět studia jako nesmírně složitý vzájemně propojený hierarchizovaný systém, kde důsledek jedné události se může změnit v příčinu dalšího jevu. ▶ Přitom zejména dovede pochopit smysl a podstatu uspořádání objektů v území, sledovat a chápat souvislosti a vzájemné vztahy mezi aktivitami lidí, polohou místa a přírodním i sociálním prostředím na Zemi. ▶ Tyto zejména prostorové vztahy a vazby se vyvíjejí, proto by žák měl být schoopen vnímat v čase a na různých územních řádech jejich změny i dopad na konkrétní území, na změny v územní i regionální organizaci, na změny kvality objektu/ regionu. ▶ S tím souvisí i požadavek posoudit určitou informaci v širším kontextu (propojit izolovanou znalost o území do širšího časově prostorového rámce), ▶ Aplikovat geografický přístup v běžném životě. <p>Tento způsob nazírání na realitu vyžaduje rozmanité myšlenkové procesy. Žák musí přemýšlet o problému, klást si otázky, provést rozbor situace podle relevantních hledisek, rozpoznat podstatné myšlenky v širším kontextu, zobecnit je, předložit vlastní názor podložený argumenty aj. Úkoly z tohoto okruhu mnohdy vyžadují nejen myšlenkové operace zmiňované již v jiných okruzích, ale i další dovednosti spojené s vyhledáváním, tříděním, vyhodnocováním a prezentováním informací (např. dovednost vyhledat relevantní informace z různých zdrojů; zhotovit rozmanité druhy map, grafů, tabulek; kultivovaným způsobem prezentovat výsledky apod.).</p>
Zobecnění informací, proniknutí do podstaty geografie	

V případě uplatnění této varianty ve školní praxi je žádoucí provést obsahovou korekci okruhů dovedností i v kontextu nově vydaných zahraničních prací, jež se zabývají podstatou geografického myšlení (Thinking Geographically, 2012; Jackson, 2006; Lambert, 2011, aj.).

Zvolený postup vychází z metodiky hodnocení matematické gramotnosti v mezinárodním projektu OECD (1999), který byl prezentován v dokumentu Měření vědomostí a dovedností – nová koncepce hodnocení žáků (1999)⁴. Je zřejmé, že podle popsaného principu lze obdobně strukturovat i dovednosti ve výuce biologie a chemie.

Na předloženém geografickém návrhu můžeme poukázat na několik obecněji platných skutečností. Zprvė úkoly odpovídající třetímu okruhu dovedností (tj. zobecnění informací a proniknutí do podstaty daného oboru) by měly být obtížnější než úkoly odpovídající druhému okruhu. To však neznamena, že dovednosti zahrnuté do tohoto okruhu jsou nutným předpokladem pro všechny činnosti v okruhu vyšším. Ve výše citovaném dokumentu (1999) je upozorněno na to, že žáci, kteří prokazují dobré výsledky v okruhu (2) nebo (3), nemusí nutně vynikat v úkolech vyžadujících reprodukci a porozumění.

Zadruhé snahou je zdůraznit přímou vazbu myšlenkových operací na oborový obsah a propojit jednotlivé intelektové i další dovednosti mezi sebou tak, aby přispívaly k naplnění hlavních akcentů oborového myšlení. Důležité je přitom, že konkrétní dovednosti jsou zařazovány do jednotlivých okruhů nejen podle aktivního slovesa, které reprezentuje myšlenkovou operaci, ale i podle významového kontextu. Například když otázka vyžaduje posouzení, nemusí nutně ověřovat vyšší hladinu operací, ale pouze reprodukci hodnocení jiné osoby. Diskutabilní příklady interpretace zadání otázek a úkolů ve výuce chemie podrobněji přibližuje Trnová (2009, 2012), ve výuce biologie a chemie Čížková, Čtrnáctová, & Bednářová (2005), Čížková, Čtrnáctová, & Nečesaná (2009) a ve výuce geografie Řezníčková (2002a). Předpokládanou strukturu myšlenkové činnosti žáka a řídicí činnosti učitele při řešení problémově orientovaných úloh v biologii a chemii rozebírá Čížková, Čtrnáctová (2003).

Očekávané výstupy geografie, biologie a chemie v rámcových vzdělávacích programech rovněž operují s určitou škálou intelektových dovedností. Z obsahového rozboru geografie však zřetelně nevyplývá, že by sledovaly podstatu oborového myšlení ani podle kterého jiného kritéria byly vybrány. U všech tří sledovaných oborů není zřejmá ani promyšlená kontinuální návaznost mezi jednotlivými stupni škol. V tabulce 2 jsou pro

⁴ Jedná se o překlad studie Measuring Student Knowledge and Skills (1999). Paris: OECD.

doložení tohoto tvrzení uvedeny vybrané očekávané výstupy z tématu „rozmanitost přírody“, specifikované v přírodovědě na 1. stupni základní školy a ve vzdělávacím oboru geografie na 2. stupni základní školy a čtyřletého gymnázia. Očekávané výstupy dalších vzdělávacích oborů, i když svým zaměřením také navazují na přírodovědu na 1. stupni základní školy, z důvodu přehlednosti tabulky nejsou uvedeny.

Tab. 2 – Očekávané výstupy na téma Přírodní prostředí

ROZMANITOST PŘÍRODY RVP ZV 1. stupeň Žák ...	PŘÍRODNÍ OBRAZ ZEMĚ RVP ZV 2. stupeň Žák ...	PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ RVP G Žák ...
<ul style="list-style-type: none"> ▶ vysvětlí na základě elementárních poznatků o Zemi jako součásti vesmíru souvislost s rozdělením času a střídáním ročních období ▶ pozoruje, popíše a porovná viditelné proměny v přírodě v jednotlivých ročních obdobích 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ zhodnotí postavení Země ve vesmíru a srovnává podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy ▶ prokáže na konkrétních příkladech tvar planety Země, zhodnotí důsledky pohybů Země na život lidí a organismů ▶ rozlišuje a porovnává složky a prvky přírodní sféry, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává, pojmenuje a klasifikuje tvary zemského povrchu 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ porovná postavení Země ve vesmíru a podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy ▶ objasní mechanismy globální cirkulace atmosféry a její důsledky pro vytváření klimatických pásů ▶ rozliší složky a prvky fyzikogeografické sféry a rozpozná vztahy mezi nimi ▶ porovná na příkladech mechanismy působení endogenních (včetně deskové tektoniky) a exogenních procesů a jejich vliv na utváření zemského povrchu a na život lidí ▶ objasní velký a malý oběh vody a rozliší jednotlivé složky hydrosféry a jejich funkce v krajině ▶ rozliší hlavní biomy světa ▶ hodnotí vodstvo a půdní obal Země jako základ života a zdroje rozvoje společnosti

Zdroj: RVP ZV, 2005 a RVP G, 2006

Přednost prvního návrhu v podobě obsahového kontinua současně zadává příčinu jeho nejednoznačného využití v rámci evaluačního procesu. Pravděpodobně relativně nejobtížnější by byla tvorba a ověřování otázek a úkolů spadajících do třetího okruhu, diskutabilní se jeví i hranice mezi druhým a třetím okruhem požadavků.

Navíc je zapotřebí rozlišit jejich určité vývojové stupně (např. na konci 5. a 9. ročníku základní školy a na konci 4. ročníku střední školy), aby žáci měli možnost se ve všech uvedených okruzích dovedností postupně rozvíjet. Jsou-li hlavním kritériem rozřazování oborových dovedností myšlenkové procesy, je to úkol obtížně splnitelný. Děti v mateřské škole, stejně jako gymnaziální studenti dokáží odpovídat na otázky vyvolávající rozmanité myšlenkové operace, tedy i analyzovat, hodnotit situaci, provádět jednoduchou syntézu apod. Jejich odpovědi se liší svou složitostí, neboť zrcadlí stupeň duševního/intelektuálního vývoje tázaného. Dovednost používat myšlenkové operace vyššího řádu tak není v přímé závislosti s rozsahem osvojených vědomostí. Přesto, jestliže bychom chtěli rozlišit „kvalitu“ jednotlivých vývojových stupňů geografických dovedností specifikovaných podle převládajících myšlenkových operací, museli bychom ji vyjádřit ve spojení s požadovanou mírou osvojených vědomostí (viz dvě dimenze revidované Bloomovy taxonomie). Pak bychom mnohdy ve skutečnosti nehodnotili myšlenkové procesy, nýbrž osvojené vědomosti jedince.

2.3.2 Třídění dovedností dle způsobu poznávání a řešení problémů

Ve druhé variantě vycházíme z teze, že prostřednictvím školních předmětů, biologií, geografii a chemii nevyjímaje, bychom osobnost žáků měli obohatit nejen o určité poznání a oborové uvažování, ale i o způsob poznávání a řešení problémů typický pro mateřskou vědní disciplínu. Sledujeme proto na prvním místě vnější okruh zpracování informací.

Dovednosti třídíme na základě pozorovatelných fází **obecného cyklu řešení problémů**. Jde o návrh kroků, jejichž výčet a pořadí se přizpůsobuje konkrétní situaci. Například Sternberg (2002, s. 386) rozlišuje identifikaci problému, definování problému, formulování strategie řešení problému, organizaci informací týkajících se problému, rozvržení zdrojů, monitorování řešení problému a zhodnocení řešení problému.

Tento postup je aplikovatelný do všech situací, kdy se překonávají překážky se záměrem najít sofistikovanou odpověď na položenou otázku, proto je použitelný ve všech výukových předmětech. Vybízí nás k tomu mimo jiné rámcové vzdělávací programy, zvláště požadavek procvičovat v každém předmětu kompetenci „k řešení problémů“ stejně jako cíle vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Zmiňovaná kompetence a cíle se

vzájemně doplňují, resp. požadovanou kompetenci lze vnímat jako obecnou nadřazenější kategorii. Dosažení této způsobilosti vyžaduje mj. systematické osvojování vzájemně propojených dovedností, jež korespondují s výše uvedenými fázemi obecného cyklu řešení problému. Jejich konkrétní výčet uvádí např. Řezníčková (2013). Žáci se tím učí postupu jak řešit problémovou situaci, která má teoretický či praktický charakter. Problémový přístup ve výuce biologie podrobněji diskutuje Čížková (2002).

Společenská potřeba naučit žáky řešit problémy výše popsaným, objektivním způsobem se v některých zemích důsledněji promítá do koncepce výukových předmětů v kurikulárním dokumentu národního významu. Příkladem je geografický standard USA (Bednarz et al. 1994, Heffron & Downs 2012), kde zmiňovaný cyklus řešení problémů se stal hlavním kritériem výběru a třídění požadovaných dovedností. U tří věkových kategorií rozlišují tyto vzájemně provázané okruhy dovedností: kladení geografických otázek, získávání informací, organizování informací, analyzování informací, zodpovídání geografických otázek. Každý okruh dovedností obsahuje několik dílčích požadavků na výkony žáků, které se naplňují postupně v různých vyučovacích hodinách během školního roku či několika let, neboť jednotlivé požadavky gradují se stoupajícím věkem žáků. Studie Řezníčkové (2003a) obsahuje obdobný návrh dovedností žáků pro tři věkové kategorie (na konci 5. a 9. ročníku základních škol a na konci 4. ročníku čtyřletých gymnázií), který byl upraven v kontextu potřeb a podmínek geografického vzdělávání v Česku. Je prezentován v kapitole 3.2.4.

Na tomto místě stručně přiblížíme podstatu jednotlivých okruhů dovedností.

2.3.2.1 Kladení otázek

První okruh vychází z požadavku naučit žáky klást si cíleně a promyšleně otázky, na které mohou na základě relevantních informací a oborového způsobu uvažování nalézat odpovědi. Aktivizuje se tím jejich vlastní myšlení.

Snahou je osvojit u žáků dovednost formulovat a klást řetězec na sebe navazujících základních otázek, které korespondují s klíčovými otázkami mateřského oboru. Například ve výuce geografie by žáci základních a středních škol měli dokázat klást si otázky zjišťující: Co to je; kde to je; jaké to je; proč je to tam; jak to vzniklo; jaký a na co to má vliv, zejména pak jaký to má dopad na území, na prostorovou organizaci společnosti, jak to ovlivňuje regiony různého řádu; co je příčinou a co důsledkem dané situace; jak se to pravděpodobně bude vyvíjet dál; jak by to mělo být uzpůsobeno ve prospěch člověka i přírody apod. Odpovědi na geografické otázky popisují a vysvětlují polohu, regionální organizaci, situaci krajinných prvků (význam: absolutní a relativní velikost; strukturu; územní rozložení), vývoj situace v čase, vzájemné působení (vnitřní a vnější

vztahy a vazby vytvářející geografické struktury) a vývoj vzájemného působení (vývoj geografických struktur).

Přemýšlení o možných odpovědích na otázky je dále spojeno s dovedností samostatně formulovat a ověřovat hypotézy (podrobněji Rezníčková et al., 2008).

2.3.2.2 Získávání informací

Dovednost odpovídat na oborové otázky je propojena s dovedností získávat informace z různých zdrojů a různými způsoby. Žáci by měli dokázat vyhledávat, shromažďovat a využívat primární a sekundární informace k přípravě kvantitativních a kvalitativních rozborů.

Mezi primární zdroje informací patří zejména výsledky činností žáků (pozorování, měření, mapování, experimentování, vedení rozhovoru, pořizování fotografií). Sekundární zdroje informací tvoří žánrově rozmanité texty (odborná literatura, novinové články, encyklopedie, slovníky, dokumenty), mapy, statistické podklady, fotografie, počítačové databáze, internet, média a další.

2.3.2.3 Organizování informací

Shromážděné informace by měly být podle určitého hlediska systematicky uspořádány. Takový způsob umožní jejich snadnější analýzu a interpretaci. Informace jsou uspořádány například prostřednictvím písemného komentáře, pojmových map či jiných schémat, různých map, tabulek a grafů. Do popředí se v neposlední řadě dostává i dovednost zpracovávat informace prostřednictvím geografických informačních systémů.

K efektivnímu uspořádávání informací jsou nezbytné určité oborové znalosti, dovednosti, ale i kreativita. Zejména při vytváření map a grafů výsledek ovlivní rozhodnutí o jejich typu, barevnosti, kontrastnosti a měřítku.

2.3.2.4 Analyzování informací

Analýza informací zahrnuje velké množství různých aktivit. Žáci by si měli osvojit dovednost rozpoznávat a klasifikovat prvky jevů, situací, objektů; rozpoznat specifika a na druhou stranu obecné vlastnosti prvků; identifikovat vztahy a závislosti; s využitím jednoduchých statistických metod určit trendy, vztahy a posloupnosti; vyvodit závěry z map, grafů, tabulek, schémat a ostatních zdrojů. Tyto analytické dovednosti dohromady vedou k zodpovězení položených otázek a ke stanovení určitých závěrů.

Někdy je obtížné oddělit proces organizování informací od analytických dovedností. V mnoha případech probíhají tyto procesy zároveň, integrálně.

2.3.2.5 Zodpovídání otázek

Úspěšné zkoumání informací vede nakonec k jejich zobecnění a k vytvoření závěrů založených na získaných, uspořádaných a analyzovaných datech. Žáci by měli dokázat výsledné poznatky zobecnit; rozlišovat míru zevšeobecnění informací; odpovídat na otázky jasně, efektivně a svoje odpovědi vhodným způsobem prezentovat.

Dovednost odpovídat na stanovené otázky reprezentuje námi vymezený poslední okruh dovedností. Neznamena to však poslední krok v procesu záměrného objektivizovaného poznávání. Tento proces zpravidla znovu začíná, neboť se závěrečným konstatováním a generalizacemi se obvykle objevují nové nezodpovězené otázky.

Tento koncept třídění dovedností ve srovnání s první výše popisovanou variantou umožňuje jednoznačněji specifikovat kontinuální gradující požadavky na výkony žáků různého věku. Byl to jeden z důvodů, proč se stal východiskem pro návrh struktury dovedností v našem výzkumném projektu.

Druhým důvodem je akcent na badatelské přístupy v přírodovědných předmětech, který v rámcových vzdělávacích programech není „dotážen“ až do úrovně jednotlivých přírodovědných oborů. O badatelském přístupu, který představuje společnou platformu pro biologii, chemii i geografii, stručně pojednává následující kapitola.

2.3.3 Specifikace přírodovědných dovedností v kontextu badatelského přístupu

Obecný model řešení problémů kopíruje základní kroky jakéhokoli výzkumu s tím rozdílem, že důraz je kladen na organizovanost, systematickosti a logiku procesu zkoumání, při kterém se využívá empirická informace pro zodpovězení předem stanovených výzkumných otázek. Nejen u přírodovědně zaměřených předmětů se v této souvislosti hovoří o aplikaci **badatelských přístupů**, resp. o **badatelsky orientované výuce**. Tato výuka má různou podobu podle toho, na co a jakým způsobem se především zaměří. Příklady odlišných přístupů v obecné rovině shrnuje např. Stuchlíková (2010) či Papáček (2010a,b). Badatelské dovednosti či přístupy v konkrétních výukových předmětech jsou diskutovány v řadě prací, například Apedoe & Reeves (2006), Beringer (2007), Carnesi & DiGiorgio (2009), Čížková & Čtrnáctová (2003, 2008, 2011), Čtrnáctová (2004), Čtrnáctová & Čížková (2012b), Čtrnáctová, Čížková et al. (2012), Čtrnáctová, Cídllová et al. (2013), Marada & Fenklová (2013), Pawson et al. (2006), Řezníčková (2013), Savery (2006), Spronken-Smith (2005) a další.

Obsahová i metodická pestrost tohoto konceptu se promítá i do nejednotného názvosloví. V angličtině se tento směr obvykle označuje výrazy inquiry-based education, inquiry-based learning, popř. pouhé inquiry či IBSE. V souvislosti s geografickým badatelským přístupem se používá i slovní spojení investigating geography (Roberts, 2009, 2010; Řezníčková et al., 2008).

Akcent na badatelské přístupy se v některých zemích důsledněji projevuje v koncepci kurikulárních dokumentů národního významu v tom smyslu, že tyto požadavky jsou zakomponovány do hlavních cílů výukových předmětů. Příkladem jsou vzdělávací cíle předmětu Przyroda (Přírodopis) z polského kurikula pro základní a střední školy⁵, které jsou zaměřeny na kladení otázek podporujících zvědavost žáků vůči okolnímu přírodovědnému světu, formulaci hypotéz, týkajících se jevů a procesů přírody a jejich ověření, praktické využití vědeckých poznatků, respektování přírody a pozorování, měření a využití zkušeností.

Důraz na osvojování určitého vědeckého myšlení žáků a na aplikaci a implikaci vědy je patrný také v integrovaném předmětu Science v programu English National Science Curriculum (2007)⁶. Za klíčové dovednosti jsou považované: 1. Praktické a badatelské dovednosti (využívání vědeckých metod, odhad bezpečnosti práce v laboratoři, plánování a provádění výzkumné činnosti); 2. Kritické myšlení (získat a analyzovat data z různých zdrojů, hodnotit vědecká fakta a metody); 3. Komunikace (využití správných metod včetně ICT k diskusi o vědeckých informacích, přispívat diskusí a prezentací).

Rámeček 3 – Vědecké aktivity žáků nižšího středoškolského vzdělání

1. Formulace problému (ve vědecké terminologii)
2. Zapojení do diskuze (věda ve společnosti a každodenním životě, zkoumání informací, experimenty...)
3. Experimentální práce (demonstrace učitele, provádění experimentů podle protokolu, pozorování, ověřování vědeckých zákonů experimenty, formulace a testování hypotéz, prezentace a popis postupů a výsledků)
4. Využívání vědecké dokumentace (výzkumné práce na dané téma, pochopení informací v těchto dokumentech, shrnutí informací k danému tématu, prezentace a popis informací)
5. Využívání ICT (ukládání, zápis a prezentace výsledků a dat, simulace, hledání dat na internetu, komunikace s dalšími lidmi)
6. Mimoškolní aktivity (návštěvy muzeí, laboratoří, vědeckých průmyslů)
7. Projekty (vědecky zaměřené projekty)

Zdroj: Eurydice, 2006

⁵ http://bip.men.gov.pl/men_bip/akty_prawne/rozporzadzenie_20081223_zal_4.pdf

⁶ <http://www.qcda.gov.uk/curriculum/36.aspx>

Ze studie Eurydice (2006) vyplývá, že důraz na badatelský přístup ve výuce přírodovědných předmětů je zřejmý z kurikulárních dokumentů většiny států Evropy. V této studii jsou zároveň formulovány doporučení vědeckých aktivit, které by měli žáci nižšího středoškolského vzdělání (ISCED 2) ovládat. Jedná se o sedm oblastí (rámeček 3), z nichž každá je ve studii podrobněji rozpracována.

Zpráva Science Education NOW (2007) shrnuje změny potřebné k žádoucí proměně přírodovědného vzdělávání v zemích Evropské unie. Doporučuje mj. zavádět badatelsky orientované způsoby práce se žáky a vzdělávat učitele tak, aby dokázali tyto metody práce ve výuce efektivně používat. Nutno podotknout, že existují i autoři, kteří přínos badatelsky orientované výuky zpochybňují. Určité shrnutí pozitivních i negativních stránek ISBE uvádí například Janík & Stuchlíková (2010).

Badatelské dovednosti jsou ověřovány i v přírodovědné gramotnosti mezinárodních projektů PISA a TIMSS s tím rozdílem, že nejsou v těchto projektech takto pojmenovány. Ve výzkumu PISA 2006 i 2009 přírodovědnou gramotnost tvoří čtyři hlavní složky: vědomosti, kompetence, kontext a postoje žáků. Vědomosti se dále člení do dvou kategorií, a to na vědomosti z přírodních věd a o přírodních vědách. Respektuje se tím skutečnost, že vědomosti o přírodních vědách jsou potřebným základem pro osvojení badatelských dovedností. Požadované vědomosti jsou zaměřeny na vědecký výzkum (vědecké postupy, měření, práce s daty) a na vědecká vysvětlení (ověření hypotéz, závěry, důkazy, vysvětlení).

Rámeček 4 – Badatelské dovednosti, resp. kompetence přírodovědné gramotnosti PISA

1. Rozpoznání přírodovědných otázek
 - 1.1 rozpoznání otázek, které je možno zodpovědět pomocí přírodních věd
 - 1.2 určení klíčových slov umožňujících vyhledání potřebných přírodovědných informací
 - 1.3 rozpoznání podstatných rysů vědeckého výzkumu
2. Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd
 - 2.1 uplatnění vhodných vědomostí z přírodních věd v dané situaci
 - 2.2 popisování či interpretování přírodovědných jevů a předpovídání změn
 - 2.3 rozpoznání vhodných popisů, vysvětlení a předpovědí
3. Používání vědeckých důkazů
 - 3.1 interpretování vědeckých důkazů, vyvozování a sdělování závěrů
 - 3.2 určení předpokladů, důkazů či úvah, o něž se opírá určitý závěr
 - 3.3 uvažování o možných důsledcích vědeckého a technického rozvoje pro společnost

Zdroj: Mandíková et al., 2012, s. 6

Kompetence vyžadují, aby žáci při setkání s problémy, které mají vztah k přírodním vědám, prokázali jak vědomosti či relevantní kognitivní dovednosti, tak postoje, hod-

noty a motivaci. Jde o komplexní způsobilost, v rámci které se vymezují určité požadavky, které dle našeho slovníku lze nazvat jako badatelské dovednosti (rámeček 4). Jejich výčet není úplný, přiřadit lze dovednost posoudit omezenou vypovídací hodnotu použitých ukazatelů či slabé stránky zvolené metody výzkumu, rozlišit výzkumnou otázku a hypotézu, zvolit relevantní výzkumnou otázku a další.

Na závěr diskuse o různých možnostech třídění oborových dovedností je vhodné připomenout, že funkční používání dosaženého oborového poznání vyžaduje přemýšlení, ale i osvojení dalších nejen intelektových dovedností, určitých návyků a postojů žáků. Aniž bychom to explicitně zdůrazňovali, ve všech variantách a na všech vymezených okruzích dovedností tak podstatnou roli hrají i šíře a hloubka osvojených vědomostí, rozmanité myšlenkové procesy stejně jako nezmiňované dovednosti sociální, sociálně komunikativní, metakognitivní postupy a další osobnostní vlastnosti jedinců.

-
- při formulování závěrů uplatnit principy formální logiky, abstrahovat a zobecňovat širokou škálu výchozích informací, svůj názor či rozhodnutí argumentačně podpořit
 - rozeznávat vypovídací hodnotu závěrů/ zobecněných informací podle jejich „původu“ a reprezentativního výběru, zobecňovat výchozí informace na základě induktivního i deduktivního postupu
 - poznat, zda série tvrzení je podložena relevantními argumenty, tvoří logický postup a řeší odpovědi na položené geografické otázky
 - na závěr studia dané problematiky stanovit nevyřešené otázky a nové hypotézy

B) Prezentovat výsledky práce ústním i písemným způsobem ve spojení s mapami a grafickými přílohami a prokázat to dovedností:

- vybírat a realizovat podle účelu, zadání a situace různé formy grafické prezentace
 - komunikovat ústním i písemným způsobem, který odpovídá jak zadání, tak i adresátovi
 - vypracovat podle zadání problémově pojatou případovou studii
 - soustavně reflektovat svoji činnost na základě stanovených kritérií
-

3.3 Chemie

Výzkumné šetření zaměřené na zjištění názorů vyučujících chemie na základních, středních i vysokých školách k navržené struktuře chemických dovedností sledovalo, podobně jako šetření prezentované v kapitole 3.1 a 3.2, analogické cíle:

- ▶ Ověřit, zda existuje významná variabilita v názorech na požadované dovednosti žáků různého věku ve výuce chemie mezi profesními skupinami i v jejich rámci.
- ▶ Identifikovat ty okruhy chemických dovedností, které jsou jednotlivými profesními skupinami nejvíce, resp. nejméně, akceptovány.
- ▶ Modifikovat návrh chemických dovedností na základě názorů respondentů.

Středem pozornosti byly názory respondentů na požadované dovednosti žáků ve výuce chemie v závěru základní školy, resp. nižšího stupně víceletých gymnázií, a gymnázia, tj. na konci povinné výuky chemie, obvykle ve 3. ročníku čtyřletých a předposledním ročníku víceletých gymnázií (Cídllová, Čtrnáctová, & Mokrá, 2011; Čtrnáctová & Čížková 2012). Strukturu dovedností v závěru 1. stupně základní školy považujeme vzhledem k předmětu chemie za irelevantní a proto nebyla ani předmětem dotazníkového šetření v rámci oboru chemie.

3.3.1 Realizace dotazníkového šetření

Jako výzkumný nástroj byl z důvodu srovnatelnosti získaných výsledků použit analogický dotazník jako v oboru biologie a geografie, adekvátně upravený pro potřeby oboru chemie. Byl adresován třem různým profesním skupinám pedagogů v Česku: učitelům základních škol, učitelům gymnázií a vysokoškolským pedagogům připravujícím budoucí učitele chemie. V úvodu dotazníku byly zjišťovány identifikační údaje o respondentech a následně byly zkoumány čtyři okruhy dovedností:

1. Identifikace a základní orientace v chemickém problému
2. Získávání informací z různých zdrojů
3. Třídění a zpracování získaných informací
4. Formulování, hodnocení a prezentování výsledků

Dotazník byl k dispozici jednak v elektronické formě na internetu s automatickým sběrem odpovědí, jednak v tištěné formě.

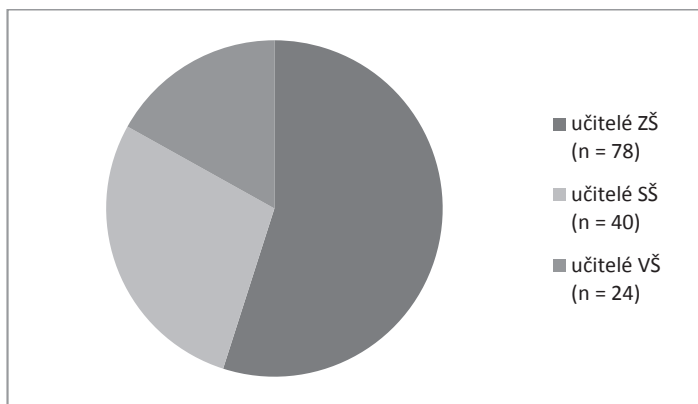
Dotazníkové šetření bylo realizováno od poloviny r. 2010 do poloviny r. 2011. Součástí šetření byl předvýzkum, na jehož základě byly formulace některých položek upraveny a doplněny. Následně byl realizován samotný výzkum, jehož respondenty byli učitelé působící v rámci celého Česka. Respondenty lze zařadit do tří základních skupin: učitelé 2. stupně základních škol, učitelé gymnázií a vysokoškolské učitelé chemie (v textu též označení jako akademici). Z každého okresu (v Praze z každého obvodu) byla náhodným způsobem vybrána jedna základní škola a jedno gymnázium. Na každé z takto vybraných škol bylo elektronickou poštou osloveno vedení školy a současně vyučující chemie s žádostí o vyplnění dotazníku. Pokud zvolená škola nereagovala, byla z odpovídajícího okresu oslovena jiná škola. Po cca 2 měsících sběru dat byly v krajích, odkud došlo málo odpovědí, osloveny další školy, a to formou dopisu zaslaného klasickou poštou. Celková návratnost dotazníků byla 56 %, tj. 142 respondentů z celkového počtu 254 oslovených pedagogů.

Tab. 14 – Pohlaví, věková struktura, kvalifikace a délka praxe respondentů

pohlaví	muži:		ženy:					
	26,2 %	73,8 %						
věk	25–29 roků	30–39 roků	40–49 roků	50–59 roků	60 a více roků			
	5,95 %	29,76 %	35,71 %	25,00 %	3,57 %			
učitelská kvalifikace	ano	ne	neuveдено					
	97,62 %	1,19 %	1,19 %					
délka učitelské praxe	1–5 let	6–10 let	11–15 let	16–20 let	21–25 let	26–30 let	31–35 let	> 35 let
	11,90 %	17,86 %	21,43 %	11,90 %	9,52 %	13,10 %	5,95 %	8,33 %

Složení vzorku respondentů podle profesních skupin je patrné z grafu 10. Další údaje o respondentech uvádí tab. 14.

Graf 10 – Struktura respondentů dle profesních skupin



3.3.2 Výsledky dotazníkového šetření

První část dotazníku obsahovala demografické položky týkající se respondentů, konkrétně pohlaví, věk, dosažení učitelské kvalifikace a délku pedagogické praxe. Zpracování výsledků této části dotazníku uvádí tab. 14.

Ve druhé části dotazníku byl uveden systém dovedností rozdělený do čtyř základních okruhů 1–4, z nichž každý obsahoval 2–4 podkategorie, které byly naplněny konkrétními položkami. Položky dotazníku byly čtyřstupňové, škála obsahovala dvě pozitivní možnosti (určitě souhlasím – spíše souhlasím) a dvě položky negativní (určitě nesouhlasím – spíše nesouhlasím). Prostřednictvím této škály jsme zjišťovali názor učitelů na to, kterými chemickými dovednostmi mají žáci disponovat na konci základní školy a na konci gymnázia. Každá skupina položek byla vždy uvozena větou: „Žák by měl ...“ a poté následoval popis příslušné dovednosti. Celkový počet položek této části dotazníku byl 51. Odpovědi respondentů, kteří v dotazníku volili jednu ze čtyř nabízených možností, byly převedeny na číselné údaje podle klíče: 1 – určitě souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – určitě nesouhlasím.

V dalším textu se postupně zaměříme na jednotlivé okruhy dovedností a vyhodnocení názorů na jejich přiměřenost jednotlivými skupinami respondentů.

3.3.2.1 Identifikace a základní orientace v chemickém problému

Dovednosti prvního okruhu (celkem 9 položek) byly zaměřené na identifikaci chemického problému (podkategorie 1.1 – 3 položky), propojení identifikovaného chemického problému s předchozími vědomostmi (podkategorie 1.2 – 1 položka), formulování a kladení otázek (podkategorie 1.3 – 2 položky) a stanovení plánů řešení problému (podkategorie 1.4 – 3 položky).

Při porovnání názorů na potřebné dovednosti žáků základní školy bylo průměrné skóre odpovědí učitelů základních škol na jednotlivé otázky tohoto okruhu dovedností v rozmezí od 1,38 do 2,66, tedy převažovala souhlasná odpověď. Nejnižší hodnotu ($x = 1,38$, tj. „určitě souhlasím“) získala dovednost „poznat na základě předložených informací, že daná problematika patří do chemie“ (položka 1.1.1). Naopak nejvyšší hodnoty ($x = 2,65$ a $x = 2,66$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ se objevily u dvou dovedností, a to „položít výzkumnou otázku k danému problému“ (položka 1.3.2) a „stanovit hypotézy, na základě kterých je možné určit podmínky řešení problému“ (položka 1.4.3).

Učitelé gymnázií dosáhli v porovnání s učiteli základních škol prakticky stejných hodnot průměrného skóre, pohybovaly se u jednotlivých položek této části dotazníku od 1,37 do 2,66. Nejnižší hodnotu ($x = 1,37$), stejně jako obě nejvyšší hodnoty ($x = 2,66$) přidělili přesně stejným dovednostem jako učitelé základních škol.

Vysokoškolští učitelé se s učiteli základních škol a gymnázií v této skupině položek také dost shodovali, jejich požadavky na dovednosti žáků byly však trochu mírnější. Průměrné skóre jejich odpovědí na jednotlivé otázky tohoto okruhu dovedností se pohybovalo od 1,67 do 3,00. Nejnižší průměr skóre ($x = 1,67$, tj. „spíše souhlasím“) získala opět položka 1.1.1; nejvyšší hodnoty ($x = 2,83$ a $x = 3,00$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ se objevily u dvou stejných dovedností jako v předchozích skupinách respondentů. Za obtížnou dovednost ($x = 2,83$, modus 3 a medián 2,5) považovali akademici také dovednost „slovně formulovat chemický problém obsažený v popsané situaci“ (položka 1.1.3).

Při porovnání názorů na potřebné dovednosti žáků gymnázií se průměrné skóre odpovědí učitelů základních škol pohybovalo v rozmezí od 1,00 do 1,69, tedy výrazně převažovala souhlasná odpověď. Nejnižší průměr skóre ($x = 1,00$, tj. „určitě souhlasím“) získala položka 1.1.1, jen o málo vyšší hodnotu ($x = 1,09$) pak dovednost „určit, co o daném problému ví a co je nutné zjistit“ (položka 1.2.1). Nejvyšší hodnoty průměrného skóre ($x = 1,65$ a $x = 1,69$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ byly přiřazeny opět položkám 1.3.2 a 1.4.3.

Učitelé gymnázií posuzovali jednotlivé dovednosti podobně. Hodnoty průměrného skóre se pohybovaly od 1,00 (položka 1.1.1) do 1,84 (položka 1.3.2). Další dvě vyšší hodnoty průměrného skóre (v obou případech $x = 1,76$), tj. „spíše souhlasím“ přidělili položce 1.4.3 a také položce 1.4.2 „umět práci při řešení problému časově naplánovat“.

Učitelé z vysokých škol se s předchozími skupinami respondentů dost shodovali, ale jejich požadavky na dovednosti žáků byly opět trochu nižší. Průměrné skóre jejich odpovědí se pohybovalo od 1,50 do 2,33. Nejnižší průměr skóre ($x = 1,50$, tj. „spíše souhlasím“) přiřadili nejen položce 1.1.1, ale i dovednosti „zařadit danou problematiku do odpovídající chemické disciplíny“ (položka 1.1.2) a dovednosti „určit, co o daném problému ví a co je nutné zjistit“ (položka 1.2.1). Nejvyšší hodnoty průměru skóre ($x = 2,00$ a $x = 2,33$) a hodnoty mediánu i modu 2 až 3, tj. „spíše souhlasím“ až „spíše nesouhlasím“ se objevily opět u položky 1.4.2 a 1.4.3.

Průměrné hodnoty skóre jednotlivých skupin respondentů vzhledem k uvedeným skupinám žáků shrnuje tab. 15.

**Tab. 15 – Průměrné skóre v okruhu dovedností
„Identifikace a základní orientace v chemickém problému“**

	Učitelé základních škol (x)	Učitelé středních škol (x)	Učitelé vysokých škol (x)
Žáci základních škol	2,07	2,13	2,31
Žáci gymnázií	1,33	1,41	1,74

Z analýzy výsledků jednotlivých položek tohoto okruhu dovedností také vyplynul určitý rozptyl (S^2) odpovědí respondentů, který se pohybuje převážně v rozmezí hodnot 0,00 až 0,60. Hodnoty S^2 , a tedy i SD větší než 1 se vyskytly pouze u vysokoškolských učitelů, a to u položek 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 a 1.4.2 při hodnocení dovedností žáků základní školy a u položek 1.1.1, 1.1.3, 1.3.1 a 1.4.3 při hodnocení dovedností žáků gymnázia.

3.3.2.2 Získávání informací z více zdrojů

Druhý okruh dovedností (celkem 16 položek) zahrnoval položky, které se týkaly shromažďování informací z textových a grafických materiálů (podkategorie 2.1 – 5 položek) a shromažďování informací pozorováním a experimentem (podkategorie 2.2 – 11 položek).

Názory na potřebné dovednosti žáků základní školy učitelů základních škol se pohybovaly pro jednotlivé položky tohoto okruhu v rozmezí hodnot průměrného skóre od 1,32 do 2,58, tedy převažovala souhlasná odpověď. Průměrnou hodnotu skóre 1,32 („určitě

souhlasím“) získala dovednost „pracovat se základními ochrannými prostředky“ (položka 2.2.3b), nízké hodnoty průměru skóre ($x = 1,35$ a $x = 1,38$) pak dovednosti „pracovat s internetem a získávat tak požadované informace“ (položka 2.1.3) a „umět zapsat stručné poznámky“ (položka 2.1.4). Vyšší hodnotu průměru skóre ($x = 2,58$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ získala dovednost „navrhnout samostatně experiment“ (položka 2.2.8), vyšší hodnotu průměru skóre ($x = 2,39$) měla i dovednost „určit vhodné metody a pomůcky pro realizaci experimentu“ (položka 2.2.9).

Velmi podobných hodnot průměrného skóre u jednotlivých položek daného okruhu dovedností dosáhli učitelé gymnázií. Hodnoty průměrného skóre se pohybovaly v rozmezí od 1,39 (položka 2.2.3b) do 2,71 (položka 2.2.9). Nízkou hodnotu průměrného skóre ($x = 1,53$, tj. „spíše souhlasím“) přiřadili učitelé gymnázií položce 2.1.3, vyšší hodnotu ($x = 2,66$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ položce 2.2.8.

Učitelé vysokých škol se poměrně dobře shodovali s učiteli základních škol a gymnázií. Průměrné skóre jejich odpovědí na jednotlivé otázky tohoto okruhu dovedností se pohybovalo od 1,50 do 3,00. Nejnižší průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,50$, tj. „spíše souhlasím“) získala opět položka 2.2.3b, nízkou hodnotu ($x = 1,67$) pak hned tři položky – položka 2.1.3 a dále dovednost „popisovat pozorované objekty a jevy“ (položka 2.2.2) a dovednost „provádět experimenty podle návodu“ (položka 2.2.7). Nejvyšší hodnoty průměru skóre ($x = 3,00$ a $x = 2,83$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ byla přiřazena dvěma stejným dovednostem jako v předchozích skupinách respondentů, tj. položce 2.2.8 a 2.2.9.

Při porovnání názorů na potřebné dovednosti žáků gymnázií se průměr skóre učitelů základních škol nacházel mezi hodnotami 1,03 a 1,71, tedy výrazně zde převažovaly souhlasné odpovědi. Průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,03$, tj. „určitě souhlasím“) přiřadili učitelé položce 2.1.4, hodnotu $x = 1,07$ pak dovednosti „pracovat se základními chemickými pomůckami“ (položka 2.2.3a) a hodnotu $x = 1,09$ dovednosti „pracovat samostatně s textovým a grafickým materiálem“ (položka 2.1.2a) a položce 2.2.3b. Nejvyšší hodnoty průměrného skóre ($x = 1,71$ a $x = 1,62$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ byly přiřazeny opět položkám 2.2.8 a 2.2.9.

Gymnaziální učitelé hodnotili jednotlivé dovednosti podobně. Hodnoty průměrného skóre se pohybovaly od 1,03 (položka 2.1.4) do 1,84 (položka 2.2.8 a 2.2.9). Další nízké hodnoty průměru skóre ($x = 1,08$) získala dovednost „zaznamenávat výsledky během pozorování a experimentu“ (položka 2.2.10) a položka 2.2.3b ($x = 1,11$).

S předchozími skupinami respondentů se akademici dost shodovali, ale jejich požadavky na dovednosti žáků byly nižší. Průměrné skóre jejich odpovědí se pohybovalo od 1,17 do 2,33. Průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,17$, tj. „určitě souhlasím“) přiřadili položce 2.1.2a, 2.2.7 a 2.2.10; vyšší hodnoty průměru skóre ($x = 2,17$ a $x = 2,33$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ získaly položky 2.2.8 a 2.2.9.

Průměrné hodnoty skóre jednotlivých skupin respondentů vzhledem k uvedeným skupinám žáků shrnuje tab. 16.

Tab. 16 – Průměrné skóre v okruhu dovedností „Získávání informací z více zdrojů“

	Učitelé základních škol (x)	Učitelé středních škol (x)	Učitelé vysokých škol (x)
Žáci základních škol	1,74	1,85	2,01
Žáci gymnázií	1,22	1,26	1,54

Z analýzy výsledků jednotlivých položek tohoto okruhu dovedností také vyplynul určitý rozptyl (S^2) odpovědí respondentů v rozmezí hodnot 0,26 až 0,67. Hodnoty S^2 , a tedy i SD větší než 1 se vyskytly opět pouze u akademiků, a to u položek 2.1.1 (dovednost „vybírat vhodné a důvěryhodné informační zdroje pro řešení problému“), 2.2.2, 2.2.3a, 2.2.3b a 2.2.4 (dovednost „připravovat chemické látky k experimentování“) při hodnocení dovedností žáků základní školy a u položek 2.2.1 (dovednost „cíleně pozorovat objekty a jevy“), 2.2.4 a 2.2.8 při hodnocení dovedností žáků gymnázia.

3.3.2.3 Třídění a zpracování získaných informací

Třetí okruh dovedností (celkem 12 položek) byl zaměřen na dvě oblasti – třídění informací podle stanoveného kritéria (podkategorie 3.1 – 4 položky) a zpracování informací podle stanoveného kritéria (podkategorie 3.2 – 8 položek).

Při porovnání názorů na potřebné dovednosti žáků základní školy byly hodnoty průměru skóre u učitelů základních škol v rozmezí od 1,47 do 2,18, tedy i zde převažovala souhlasná odpověď. Nejnižší hodnotu průměrného skóre ($x = 1,47$, tj. „určitě souhlasím“) získala dovednost „formulovat získané informace vlastními slovy“ (položka 3.2.1). Vyšší hodnotu průměru skóre ($x = 2,18$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ přiřadili učitelé dvěma dovednostem, a to „třídít informace podle vzájemných vztahů“ (položka 3.1.2) a „klasifikovat a kategorizovat objekty podle rozlišovacích znaků“ (položka 3.1.4). Jen trochu nižší hodnotu průměrného skóre ($x = 2,16$, medián i modus je 2) získala dovednost „umět propojit informace do pojmových map“ (položka 3.2.3).

Podobně hodnotili jednotlivé položky daného okruhu dovedností učitelé gymnázií. Hodnoty průměrného skóre se pohybovaly v rozmezí od 1,58 do 2,39. Nejnížší hodnotu průměrného skóre ($x = 1,58$, tj. „spíše souhlasím“) přiřadili učitelé gymnázií dovednosti „zapsat postup práce v protokolu“ (položka 3.2.4), nejvyšší hodnotu ($x = 2,39$) a hodnoty mediánu 2 a modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ položce 3.2.3.

Vysokoškolští učitelé se v tomto okruhu dovedností s předchozími skupinami respondentů příliš neshodovali. Průměrné skóre jejich odpovědí na jednotlivé položky bylo v rozmezí od 1,33 do 2,50. Nejnížší průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,33$, tj. „souhlasím“) přiřadili akademici dvěma dovednostem, a to „zhotovit a popsat souhrnný ná-kres, schéma, tabulku nebo graf“ (položka 3.2.5) a „využít jednoduché matematické postupy pro zpracování informací“ (položka 3.2.6). Nejvyšší hodnota průměru skóre ($x = 2,50$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ byly přiřazeny dovednosti „zpracovat informace na počítači formou tabulky, grafu, protokolu“ (položka 3.2.8).

Porovnání názorů na potřebné dovednosti žáků gymnázií učiteli základních škol bylo hodnoceno průměrným skóre v rozmezí hodnot 1,10 (položka 3.2.4) až 2,19 (položka 3.2.3). Nízkou průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,12$, tj. „určitě souhlasím“) přiřadili učitelé položce 3.2.1, hodnotu $x = 1,13$ pak položce 3.2.6 a položce 3.2.7 (dovednost „provést základní statistický popis – maximum, minimum, aritmetický průměr“).

Učitelé gymnázia hodnotili jednotlivé dovednosti dost podobně. Hodnoty průměrného skóre se pohybovaly od 1,08 (položka 3.2.4) do 2,39 (položka 3.2.3). Nízké hodnoty průměru skóre ($x = 1,16$, tj. „souhlasím“) byly přiřazeny položce 3.2.5 a položce 3.2.6.

S předchozími skupinami respondentů se vysokoškolští učitelé v případě gymnazistů dost shodovali. Průměrné skóre jejich odpovědí se pohybovalo od 1,00 (položka 3.2.4) do 2,17 (položka 3.2.3). Nízkou průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,17$, tj. „souhlasím“) přiřadili také položce 3.1.2, 3.2.1 a 3.2.5.

Průměrné hodnoty skóre jednotlivých skupin respondentů vzhledem k uvedeným skupinám žáků shrnuje tab. 17.

**Tab. 17 – Průměrné skóre v okruhu dovedností
„Třídění a zpracování získaných informací“**

	Učitelé základních škol (x)	Učitelé středních škol (x)	Učitelé vysokých škol (x)
Žáci základních škol	1,81	1,81	1,82
Žáci gymnázií	1,30	1,38	1,43

Z analýzy výsledků jednotlivých položek tohoto okruhu dovedností také vyplynul poměrně malý rozptyl (S^2) odpovědí respondentů, který se pohybuje převážně v rozmezí hodnot 0,11 až 0,70. Hodnota rozptylu blíží se jedné ($S^2 = 0,97$; $SD = 0,98$) se vyskytla pouze u akademiků, a to u položek 3.2.3 a 3.2.7 při hodnocení dovedností žáků základní školy a u položek 3.2.3 a 3.2.8 při hodnocení dovedností žáků gymnázia.

3.3.2.4 Formulování, hodnocení a prezentování výsledků

Dovednosti čtvrtého okruhu (celkem 14 položek) byly zaměřeny na zhodnocení práce při řešení problému (podkategorie 4.1 – 4 položky), formulování odpovědí a závěrů (podkategorie 4.2 – 5 položek) a prezentaci výsledků (podkategorie 4.3 – 5 položek). Ani v tomto okruhu dovedností nebyly nalezeny ve většině položek významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami respondentů, a to ani pro úroveň dovedností žáků 2. stupně základní školy, ani pro úroveň dovedností žáků gymnázií.

Názory na potřebné dovednosti žáků základní školy byly učiteli základních škol hodnoceny průměrným skóre v rozmezí od 1,45 do 2,66. Nejnižší hodnotu průměrného skóre ($x = 1,45$, tj. „určitě souhlasím“) získala dovednost „diskutovat a přijmout oprávněnou kritiku“ (položka 4.3.5). Nižší hodnotu průměrného skóre ($x = 1,58$, tj. „spíše souhlasím“) přiřadili učitelé dvěma dovednostem, a to „formulovat a vysvětlit výsledky“ (položka 4.2.1) a „zvolit vhodnou metodu pro prezentaci svých výsledků“ (položka 4.3.1). Nejvyšší hodnotu průměrného skóre ($x = 2,66$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ získala dovednost „stanovit nové nevyřešené otázky na základě zjištěných výsledků“ (položka 4.2.5).

Učitelé gymnázia hodnotili jednotlivé položky daného okruhu dovedností podobně. Hodnoty průměrného skóre byly v rozmezí od 1,68 (položka 4.3.5) do 2,76 (položka 4.2.5). Nižší hodnotu průměru skóre ($x = 1,71$, tj. „spíše souhlasím“) přiřadili učitelé gymnázií také položce 4.3.1. Naopak vyšší hodnotu průměru skóre ($x = 2,50$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ přiřadili učitelé dovednosti „navrhnout případné další alternativy řešení“ (položka 4.1.3).

Akademici se v tomto okruhu dovedností s předchozími skupinami respondentů shodovali pouze částečně a jejich požadavky na dovednosti žáků byly trochu mírnější. Průměrné skóre jejich odpovědí na jednotlivé otázky bylo v rozmezí od 1,67 do 2,83. Nejnižší hodnotu průměru skóre ($x = 1,67$, tj. „spíše souhlasím“) byla přiřazena třem dovednostem, a to položce 4.2.1, 4.3.1 a 4.3.3 (dovednost „samostatně odpovědět na položené dotazy k danému řešení problému“). Naopak nejvyšší hodnotu průměru skóre ($x = 2,83$) a hodnoty mediánu i modu 3, tj. „spíše nesouhlasím“ byly přiřazeny

dvěma dovednostem, a to „navrhnout případné další alternativy řešení“ (položka 4.1.3) a položce 4.2.5.

Názory na potřebné dovednosti žáků gymnázií byly učiteli základních škol hodnoceny průměrným skóre v malém rozmezí, a to od 1,15 do 1,72, zcela zde tedy převažovala souhlasná odpověď. Nejnižší hodnotu ($x = 1,15$, tj. „určitě souhlasím“) získala položka 4.2.1. Nízkou hodnotu průměru skóre ($x = 1,18$) přiřadili učitelé položce 4.3.5 a hodnotu průměrného skóre $x = 1,19$ pak dvěma dovednostem, a to „prezentovat své výsledky v logickém pořadí“ (položka 4.3.2) a položce 4.3.3. Hodnotu průměru skóre $x = 1,72$ a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ získala položka 4.2.5.

Gymnaziální učitelé hodnotili jednotlivé položky daného okruhu dovedností podobně. Hodnoty průměrného skóre byly v rozmezí od 1,21 (položka 4.3.2) do 1,95 (položka 4.2.5). Nízkou hodnotu průměrného skóre ($x = 1,24$, tj. „určitě souhlasím“) přiřadili učitelé gymnázií položce 4.2.1 a hodnotu $x = 1,26$ pak dvěma dovednostem, a to dovednosti „formulovat a sepsat závěr“ (položka 4.2.4) a položce 4.3.3.

Učitelé vysokých škol se v tomto okruhu dovedností s předchozími skupinami respondentů shodovali opět pouze částečně. Průměrné skóre jejich odpovědí na jednotlivé otázky bylo v rozmezí od 1,17 do 2,17. Nejnižší průměrnou hodnotu skóre ($x = 1,17$, tj. „určitě souhlasím“) přiřadili akademici položce 4.3.3. Naopak nejvyšší hodnota průměru skóre ($x = 2,17$) a hodnoty mediánu i modu 2, tj. „spíše souhlasím“ byly přiřazeny položce 4.1.3 a položce 4.2.5. Vyšší hodnotu průměrného skóre ($x = 1,83$) získaly také další dvě dovednosti, a to „odhadnout chyby nebo slabé stránky svého pozorování či experimentování“ (položka 4.1.2) a „obhájit své výsledky“ (položka 4.3.4).

Průměrné hodnoty skóre jednotlivých skupin respondentů vzhledem k uvedeným skupinám žáků shrnuje tab. 18.

**Tab. 18 – Průměrné skóre v okruhu dovedností
„Formulování, hodnocení a prezentování výsledků“**

	Učitelé základních škol (x)	Učitelé středních škol (x)	Učitelé vysokých škol (x)
Žáci základních škol	1,89	2,06	2,07
Žáci gymnázií	1,30	1,38	1,61

Z analýzy výsledků jednotlivých položek tohoto okruhu dovedností také vyplynul poměrně malý rozptyl (S^2) odpovědí respondentů v rozmezí hodnot 0,15 až 0,70. Hodnota S^2 , a tedy i SD větší než 1 se vyskytla opět u akademiků, a to u položek 4.1.1 (dovednost

„kriticky zhodnotit nově získané informace) a 4.1.2 při hodnocení dovedností žáků základní školy a u položek 4.1.3 a 4.3.4 při hodnocení dovedností žáků gymnázia.

3.3.3 Diskuse výsledků dotazníkového šetření

Z výsledků dotazníkového šetření je především zřejmé, že všechny skupiny respondentů se k navrženému systému dovedností ve vzdělávání žáků v chemii vyjádřily více či méně souhlasně.

Při vyjadřování názoru na potřebné výstupní dovednosti žáků na konci základní školy nebo nižšího stupně víceletých gymnázií se průměrné hodnocení pohybovalo kolem hodnoty 2, tj. „spíše souhlasím“ (učitelé 2. stupně základní školy v průměru 1,86, učitelé gymnázia v průměru 1,98 a akademici v průměru 2,04), jak ukazuje tab. 19, která shrnuje získané výsledky pro jednotlivé okruhy dovedností.

Tab. 19 – Porovnání názorů učitelů na potřebné dovednosti žáků základní školy

Okruh dovedností	Učitelé základních škol				Učitelé gymnázií				Učitelé vysokých škol			
	x	Mod	Med	S ²	x	Mod	Med	S ²	x	Mod	Med	S ²
1.1.	1,81	2	2	0,48	1,85	2	2	0,54	2,17	1	2	1,21
1.2.	1,71	2	2	0,26	1,89	2	2	0,37	1,83	2	2	0,17
1.3.	2,20	2	2	0,59	2,18	2	2	0,63	2,42	2	2	0,63
1.4.	2,35	2	2	0,49	2,46	2	2	0,48	2,56	2	2,5	0,61
2.1.	1,61	1	2	0,48	1,75	2	2	0,56	1,93	2	2	0,69
2.2.	1,79	2	2	0,58	1,90	2	2	0,64	2,05	2	2	0,94
3.1.	2,00	2	2	0,48	2,13	2	2	0,51	1,96	2	2	0,39
3.2.	1,75	2	2	0,52	1,91	2	2	0,56	1,79	2	2	0,66
4.1.	1,96	2	2	0,48	2,14	2	2	0,47	2,38	2	2	0,94
4.2.	2,18	2	2	0,60	2,28	2	2	0,61	2,13	2	2	0,72
4.3.	1,67	2	2	0,40	1,86	2	2	0,48	1,87	2	2	0,60

Při vyjadřování názoru na potřebné výstupní dovednosti žáků čtyřletého gymnázia nebo vyššího stupně víceletých gymnázií se průměrné hodnocení pohybovalo kolem hodnoty 1, tj. „určitě souhlasím“ (učitelé 2. stupně základní školy v průměru 1,28, učitelé gymnázia v průměru 1,35 a akademici v průměru 1,57), jak ukazuje tab. 20, která shrnuje získané výsledky pro jednotlivé okruhy dovedností.

Podle očekávání tedy mají učitelé na starší žáky větší nároky než na žáky mladší. Zajímavé je zjištění, že jak v případech potřebných výstupních dovedností žáků základních škol, tak i žáků gymnázií byli učitelé základní školy nejpřísnější (nejnižší hodnota průměru skóre) a vysokoškolští učitelé naopak nejmírnější (nejvyšší hodnota průměru

skóre), jak je zřejmé nejen z hodnot uvedených v tab. 19 a tab. 20, ale i z hodnot v tab. 15–18. Současně je také vidět, že rozptyl odpovědí respondentů roste ve vyjádřeních o obou skupinách žáků od učitelů základní školy k akademikům. Učitelé základní školy tedy měli nejjednodušší názory, vysokoškolští učitelé se navzájem naopak nejvíce odlišovali.

Tab. 20 – Porovnání názorů učitelů na potřebné dovednosti žáků gymnázia

Okruh dovedností	Učitelé základních škol				Učitelé gymnázií				Učitelé vysokých škol			
	x	Mod	Med	S ²	x	Mod	Med	S ²	x	Mod	Med	S ²
1.1.	1,15	1	1	0,14	1,17	1	1	0,18	1,56	1	1	0,97
1.2.	1,09	1	1	0,08	1,21	1	1	0,17	1,50	2	1,5	0,30
1.3.	1,41	1	1	0,29	1,53	1	1	0,39	1,67	1	1,5	0,79
1.4.	1,53	1	1	0,35	1,66	2	2	0,40	2,06	2	2	0,76
2.1.	1,15	1	1	0,15	1,18	1	1	0,16	1,47	1	1	0,46
2.2.	1,25	1	1	0,21	1,29	1	1	0,25	1,58	1	1	0,71
3.1.	1,33	1	1	0,26	1,45	1	1	0,34	1,38	1	1	0,24
3.2.	1,30	1	1	0,33	1,36	1	1	0,41	1,50	1	1	0,55
4.1.	1,38	1	1	0,26	1,44	1	1	0,26	1,79	1	2	0,69
4.2.	1,39	1	1	0,33	1,48	1	1	0,40	1,67	1	1,5	0,58
4.3.	1,21	1	1	0,17	1,27	1	1	0,22	1,47	1	1	0,53

Při vyjádření o dovednostech žáků základních škol převládá medián a modus o hodnotě 2, tj. „spíše souhlasím“ a všechny hodnoty průměru skóre jsou větší než 1,5. Pouze v jediném případě u skupiny dovedností 1.4 (stanovení plánu řešení problému) bylo průměrné hodnocení větší než 2,5 a blížilo se tím názoru „spíše nesouhlasím“.

Při vyjádření o dovednostech žáků 3. ročníku gymnázia převládá medián a modus o hodnotě 1, tj. „určitě souhlasím“ a většina hodnot průměru skóre je menších než 1,5. Hodnotu průměru skóre mezi 1,5 až 2,5, tj. „spíše souhlasím“ uvedli učitelé základní školy pouze jednou (skupina dovedností 1.4) a učitelé gymnázia dvakrát (skupina dovedností 1.3 a 1.4), avšak mezi akademiky toto hodnocení převládlo (všechny skupiny dovedností kromě 2.1 (shromažďování informací z textových a grafických materiálů), 3.1 (třídění informací podle stanoveného kritéria) a 4.3 (prezentování výsledků). Nejméně pozitivní hodnocení všech tří skupin respondentů získala, stejně jako u zvažování dovedností žáků základní školy, skupina dovedností 1.4.

Také výsledky v názorech na jednotlivé navržené dovednosti se víceméně shodují s průměrnými výsledky za jednotlivé skupiny dovedností, tj. při zvažování návrhu pro žáky 9. ročníku základní školy převládá hodnocení 2, tj. „spíše souhlasím“ a při zvažování návrhu pro žáky gymnázia převládá hodnocení 1, tj. „určitě souhlasím“, a to ve

všech třech skupinách respondentů. I zde platí, že učitelé základní školy mají tendenci klást na žáky největší nároky a akademici nejmenší.

3.3.4 Návrh systému dovedností ve výuce chemie

Na základě výsledků dotazníkového šetření navrhujeme víceúrovňový systém dovedností, který by zahrnoval: základní, střední a vyšší úroveň dovedností.

Do základní úrovně jsou v následujícím návrhu řazeny dovednosti s průměrným hodnocením v intervalu $<1; 1,6>$ a s modem a mediánem rovným 1 nebo 1,5. Do střední úrovně jsou řazené dovednosti průměrně hodnocené v intervalu $<1,6; 2,5>$, s modem a mediánem o hodnotě 2 nebo 2,5. Do vyšší úrovně jsou zařazeny dovednosti s modem nebo mediánem o hodnotě 3 a průměrem hodnocení větším než 2,5. Vzhledem k tomu, že se vyšší hodnota při vyhodnocení navrženého systému dovedností než 3,5 nevyskytla, nebyla žádná z původně navržených dovedností po vyhodnocení dotazníkového šetření z finální podoby návrhu dovedností vyloučena.

V některých případech nebylo zařazení navržené dovednosti do konkrétní úrovně jednoznačné vzhledem k rozdílným názorům různých skupin respondentů. V takových případech mělo přednost hodnocení těch skupin pedagogů, kteří k daným žákům mají profesně nejbliže, tedy učitelé základních škol při stanovení doporučených dovedností pro žáky základní školy a učitelé gymnázií při stanovení doporučených dovedností pro žáky gymnázií. Pokud nadále přiřazení nebylo jednoznačné, byly respektovány výrazně převládající ukazatele, tj. hodnoty x , Mod a Med. V případě, že ani takovýto postup nepostačoval pro zařazení k jedné z úrovní, byla daná dovednost zařazena na rozhraní dvou úrovní náročnosti. Tím ve finále vznikl pětistupňový systém dovedností.

Na základě rozboru výsledků dotazníkového šetření byl tedy pro předmět chemie navržen pětiúrovňový systém dovedností, a to jak pro základní školy (tab. 21), tak pro gymnázia (tab. 22).

Další informace k pojetí a struktuře dovedností v předmětu chemie lze nalézt např. v publikacích Čtrnáctová & Čížková (2011), Čížková & Čtrnáctová (2012).

Tab. 21 – Návrh systému dovedností pro žáky základní školy v předmětu chemie

Návrh dovednosti / úroveň náročnosti	základní	základní až střední	střední	střední až náročné	náročné
1. Identifikace a základní orientace v chemickém problému					
1.1. Identifikace chemického problému					
Žák by měl					
1.1.1. poznat (odhadnout) na základě předložených informací (i v médiích – noviny, časopisy, rozhlas, televize, film, internet, že daná problematika patří do chemie	+				
1.1.2. zařadit danou problematiku do odpovídající chemické disciplíny a určit vztah k dalším přírodovědným oborům				+	
1.1.3. slovně formulovat (popsat) chemický problém obsažený v navozené situaci (na základě přečteného textu, slovně popsané situace, vlastní zkušenosti)			+		
1.2. Propojení identifikovaného chemického problému s předchozími vědomostmi					
Žák by měl					
1.2.1. určit, co o daném problému ví a co je nutné zjistit			+		
1.3. Formulování a kladení otázek					
Žák by měl					
1.3.1. klást otázky sobě i ostatním k danému tématu			+		
1.3.2. položit výzkumnou otázku vztahující se k danému problému					+
1.4. Stanovení plánu řešení problému					
Žák by měl					
1.4.1. určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku (zjišťování informací, pozorování, provedené pokusy)			+		
1.4.2. umět práci časově naplánovat (odhadnout časovou náročnost)			+		
1.4.3. stanovit hypotézy, na základě kterých je možné určit podmínky řešení, pokusů, pozorování apod.			+		
2. Získávání informací z různých zdrojů					
2.1. Shromažďování informací z textových a grafických materiálů					
Žák by měl					
2.1.1. vybírat vhodné a důvěryhodné informační zdroje pro řešení daného problému				+	
2.1.2a. pracovat samostatně s textovým a grafickým materiálem (učebnicí, obrazovým materiálem, grafy a tabulkami, modely, periodickou tabulkou prvků, chemickými tabulkami, internetem)			+		
2.1.2b. pracovat s odborným (popularizačním) textem				+	
2.1.3. pracovat s internetem a získávat požadované informace			+		
2.1.4. dělat stručné poznámky (výpis, zápis)			+		
2.2. Shromažďování informací pozorováními a experimentováními					
Žák by měl					
2.2.1. cíleně pozorovat objekty a jevy				+	
2.2.2. popisovat pozorované objekty a jevy				+	
2.2.3a. pracovat se základními chemickými pomůckami (váhy, odměrné válce, pipety, kádinky, zásobní láhve apod.)				+	

2.2.3b. používat základní ochranné prostředky (plášť, rukavice, ochranné brýle)	+	
2.2.4. připravovat chemické látky k experimentování (odměřovat hmotnost a objem kapalných a pevných látek)		+
2.2.5. připravovat roztoky (odměřit a smísit potřebné množství látek apod.)		+
2.2.6. provádět základní stechiometrické výpočty (vypočítat množství látek potřebných pro přípravu roztoku dané koncentrace, výpočet množství reaktantů nebo produktů podle chemické rovnice apod.)		+
2.2.7. provádět experimenty podle návodu	+	
2.2.8. navrhnout experiment samostatně		+
2.2.9. určit vhodné metody a pomůcky pro realizaci experimentu		+
2.2.10. zaznamenávat výsledky během pozorování a experimentu (slovně i graficky)	+	
3. Třídění a zpracování získaných informací		
3.1. Třídění informací podle stanoveného kritéria		
Žák by měl		
3.1.1. třídít informace podle jejich významnosti (hlavní a doplňující)		+
3.1.2. strukturovat informace podle vzájemných vztahů		+
3.1.3. odhadnout významnost informací z hlediska praktického využití		+
3.1.4. klasifikovat a kategorizovat objekty a jevy dle rozlišovacích znaků		+
3.2. Zpracování informací podle stanoveného kritéria (písemně a graficky)		
Žák by měl		
3.2.1. formulovat získané informace (text) vlastními slovy		+
3.2.2. převést informace z tabulek a grafů do textové podoby a opačně		+
3.2.3. propojit informace do pojmových map		+
3.2.4. zapsat protokol/postup práce	+	
3.2.5. zhotovit a popsat souhrnný náčrt, schéma, tabulku, graf		+
3.2.6. využívat jednoduché matematické postupy pro zpracování informací		+
3.2.7. provést základní popisné statistiky (maximum, minimum, aritmetický průměr)		+
3.2.8. zpracovat informace na PC (formou tabulky, grafu, protokolu)		+
4. Formulování, hodnocení a prezentování výsledků		
4.1. Zhodnocení práce při řešení problému		
Žák by měl		
4.1.1. kriticky zhodnotit nově získané informace		+
4.1.2. odhadnout chyby nebo slabé stránky svého pozorování a experimentování		+
4.1.3. navrhnout případné další alternativy řešení a formulovat alternativní vysvětlení		+
4.1.4. okomentovat své výsledky a porovnat je s již známými poznatky		+
4.2. Formulování odpovědi a závěrů		
Žák by měl		
4.2.1. formulovat a vysvětlit výsledky		+
4.2.2. výsledky shrnout do přehledových tabulek, schémat, grafů		+
4.2.3. kriticky zhodnotit výsledky vzhledem k předpokladům (hypotézy)		+
4.2.4. formulovat a sepsat závěr z informací z různých zdrojů i experimentů		+
4.2.5. stanovit nové nevyřešené otázky na základě zjištěných výsledků		+
4.3. Prezentace výsledků		
Žák by měl		
4.3.1. zvolit vhodnou formu pro prezentaci svých výsledků		+
4.3.2. prezentovat své výsledky v logickém pořadí		+
4.3.3. samostatně odpovědět na položené dotazy vztahující se k řešenému tématu		+
4.3.4. obhájit své výsledky (argumentovat)		+
4.3.5. diskutovat a přijmout oprávněnou kritiku		+

Tab. 22 – Návrh systému dovedností pro žáky gymnázia v předmětu chemie

Návrh dovednosti / úroveň náročnosti	základní	základní až střední	střední	střední až náročné	náročné
1. Identifikace a základní orientace v chemickém problému					
1.1. Identifikace chemického problému					
Žák by měl					
1.1.1. poznat (odhadnout) na základě předložených informací (i v médiích – noviny, časopisy, rozhlas, televize, film, internet, že daná problematika patří do chemie		+			
1.1.2. zařadit danou problematiku do odpovídající chemické disciplíny a určit vztah k dalším přírodovědným oborům			+		
1.1.3. slovně formulovat (popsat) chemický problém obsažený v navozené situaci (na základě přečteného textu, slovně popsané situace, vlastní zkušenosti)				+	
1.2. Propojení identifikovaného chemického problému s předchozími vědomostmi					
Žák by měl					
1.2.2. určit, co o daném problému ví a co je nutné zjistit			+		
1.3. Formulování a kladení otázek					
Žák by měl					
1.3.1. klást otázky sobě i ostatním k danému tématu			+		
1.3.2. položit výzkumnou otázku vztahující se k danému problému				+	
1.4. Stanovení plánu řešení problému					
Žák by měl					
1.4.1. určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku (zjišťování informací, pozorování, provedené pokusy)				+	
1.4.2. umět práci časově naplánovat (odhadnout časovou náročnost)					+
1.4.3. stanovit hypotézy, na základě kterých je možné určit podmínky řešení, pokusů, pozorování apod.					+
2. Získávání informací z různých zdrojů					
2.1. Shromažďování informací z textových a grafických materiálů					
Žák by měl					
2.1.1. vybírat vhodné a důvěryhodné informační zdroje pro řešení daného problému				+	
2.1.2a. pracovat samostatně s textovým a grafickým materiálem (učebnicí, obrazovým materiálem, grafy a tabulkami, modely, periodickou tabulkou prvků, chemickými tabulkami, internetem)					+
2.1.2b. pracovat s odborným (popularizačním) textem					+
2.1.3. pracovat s internetem a získávat požadované informace					+
2.1.4. dělat stručné poznámky (výpis, zápis)					+
2.2. Shromažďování informací pozorováními a experimentováními					
Žák by měl					
2.2.1. cíleně pozorovat objekty a jevy					+
2.2.2. popisovat pozorované objekty a jevy					+
2.2.3a. pracovat se základními chemickými pomůckami (váhy, odměrné válce, pipety, kádinky, zásobní láhve apod.)					+

2.2.3b. používat základní ochranné prostředky (plášť, rukavice, ochranné brýle)	+	
2.2.4. připravovat chemické látky k experimentování (odměřovat hmotnost a objem kapalných a pevných látek)	+	
2.2.5. připravovat roztoky (odměřit a smísit potřebné množství látek apod.)	+	
2.2.6. provádět základní stechiometrické výpočty (vypočítat množství látek potřebných pro přípravu roztoku dané koncentrace, výpočet množství reaktantů nebo produktů podle chemické rovnice apod.)	+	
2.2.7. provádět experimenty podle návodu	+	
2.2.8. navrhnout experiment samostatně		+
2.2.9. určit vhodné metody a pomůcky pro realizaci experimentu		+
2.2.10. zaznamenávat výsledky během pozorování a experimentu (slovně i graficky)	+	
3. Třídění a zpracování získaných informací		
3.1. Třídění informací podle stanoveného kritéria		
Žák by měl		
3.1.1. třídít informace podle jejich významnosti (hlavní a doplňující)	+	
3.1.2. strukturovat informace podle vzájemných vztahů	+	
3.1.3. odhadnout významnost informací z hlediska praktického využití	+	
3.1.4. klasifikovat a kategorizovat objekty a jevy dle rozlišovacích znaků		+
3.2. Zpracování informací podle stanoveného kritéria (písemně a graficky)		
Žák by měl		
3.2.1. formulovat získané informace (text) vlastními slovy	+	
3.2.2. převést informace z tabulek a grafů do textové podoby a opačně	+	
3.2.3. propojit informace do pojmových map		+
3.2.4. zapsat protokol/postup práce	+	
3.2.5. zhotovit a popsat souhrnný náskres, schéma, tabulku, graf	+	
3.2.6. využívat jednoduché matematické postupy pro zpracování informací	+	
3.2.7. provést základní popisné statistiky (maximum, minimum, aritmetický průměr)	+	
3.2.8. zpracovat informace na PC (formou tabulky, grafu, protokolu)	+	
4. Formulování, hodnocení a prezentování výsledků		
4.1. Zhodnocení práce při řešení problému		
Žák by měl		
4.1.1. kriticky zhodnotit nově získané informace	+	
4.1.2. odhadnout chyby nebo slabé stránky svého pozorování a experimentování		+
4.1.3. navrhnout případné další alternativy řešení a formulovat alternativní vysvětlení		+
4.1.4. okomentovat své výsledky a porovnat je s již známými poznatky	+	
4.2. Formulování odpovědí a závěrů		
Žák by měl		
4.2.1. formulovat a vysvětlit výsledky	+	
4.2.2. výsledky shrnout do přehledových tabulek, schémat, grafů	+	
4.2.3. kriticky zhodnotit výsledky vzhledem k předpokladům (hypotézy)	+	
4.2.4. formulovat a sepsat závěr z informací z různých zdrojů i experimentů	+	
4.2.5. stanovit nové nevyřešené otázky na základě zjištěných výsledků		+
4.3. Prezentace výsledků		
Žák by měl		
4.3.2. prezentovat své výsledky v logickém pořadí	+	
4.3.3. samostatně odpovědět na položené dotazy vztahující se k řešenému tématu	+	
4.3.4. obhájit své výsledky (argumentovat)	+	
4.3.5. diskutovat a přijmout oprávněnou kritiku	+	

jisté míry i interpretovat. Právě makrokategorie „Interpretovat a provádět shrnutí informací získaných z různých zdrojů ...“ patřila mezi ty méně preferované, jak pedagogy z praxe (na druhém stupni 8. příčka na žebříčku makrokategorií dle preferencí) tak i akademiky (10. příčka). Také na třetím stupni se jednalo spíše o méně preferované dovednosti (6., resp. 5. příčka). Výše uvedené tak poukazuje mimo jiné na to, že vyučující mnohdy preferují dovednosti, které žáci příliš neovládají.

Je tedy zřejmé, že provedené výzkumné šetření odhalilo množství dalších výzkumných otázek a problémů, které by se měly stát předmětem zájmů dalšího detailnějšího výzkumu.

4.3 Chemie

Výstupem kapitoly 3.3 bylo navržení systému obecných dovedností, provázaných se systémem požadovaných specifických chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. Naším dalším cílem bylo ověřit, do jaké míry mají uvedené dovednosti osvojeny žáci na daných stupních škol, tedy jaké jsou reálné možnosti pro aplikaci těchto dovedností při realizaci navrženého standardu.

4.3.1 Charakteristiky testu a způsob testování

Jako vhodný nástroj pro zjišťování uvedené skupiny dovedností byl zvolen didaktický test, založený na jedné komplexní úloze, který od žáků vyžadoval vyřešení řady dílčích úloh. Komplexní úloha byla koncipována jako příběh s řadou úskalí, vyžadující ke svému překonání použití různých dovedností. Dílčí úlohy v testu byly zaměřeny na uvedené základní obecné i speciální dovednosti. Vzhledem k tomu, že nebylo možné přímo ověřovat schopnost provádět chemické experimenty, byly místo toho zařazeny dovednosti, které k realizaci pokusů v chemii neoddělitelně patří – základy chemického názvosloví, zápis chemických rovnic, porozumění chemické rovnováze a chemické výpočty. Kromě obecných dovedností jsme tedy sledovali i úroveň osvojení vybraných dovedností specifických pro předmět chemie. Základem testu byl příběh řešící chemické problémy související s akvaristikou. Je to téma, které není součástí výuky, proto žáci nemohli řešit úlohy na základě znalostí a museli opravdu prokázat zkoumané dovednosti.

Test z chemie měl dvě verze: pro mladší žáky (9. ročník základní školy a odpovídající ročník nižšího stupně víceletého gymnázia) a pro starší žáky (3. ročník čtyřletého gymnázia a odpovídající ročník vyššího stupně víceletého gymnázia). Obě verze obsahovaly jako základ sedm analogických úloh zaměřených na obecné dovednosti: kladení

relevantních výzkumných otázek, vyhledávání informací v textu, tabulce nebo grafu, analýzu údajů získaných z více zdrojů – text, tabulka nebo graf, přenos údajů z textu do tabulky nebo grafu. U starších žáků byl tento základ rozšířen o úlohy vyžadující některé speciální chemické dovednosti (chemický výpočet, chemické názvosloví, zápis chemické rovnice, základní představy o chemické rovnováze).

Reliabilita testu byla určena výpočtem Cronbachova alfa, jehož hodnota byla 0,79. Tato hodnota je postačující, neboť reliabilita testu by měla nabývat hodnot alespoň 0,7 (Nunnally, 1978, Kline, 1993). Validitu testu jsme ověřovali konzultací s odborníky.

Výzkumu předcházela dvojestupňová pilotáž. V první i ve druhé fázi se jí účastnilo vždy cca 80 žáků a na základě výsledků pilotáže a následných rozhovorů s učiteli i žáky byly provedeny úpravy zadání úloh i položek v připravovaných dotaznících pro žáky a učitele. Výzkum samotný byl realizován v závěru školního roku 2011–2012.

Tab. 46 – Zařazení a zaměření dílčích úloh testu

Úloha	Zařazení do testu		Typ dovednosti
	mladší žáci	starší žáci	
1	+	+	vyhledání informací v textu
2	+	+	vyhledání údajů v tabulce
3	+	+	vyhledání údajů v grafu
4	+	+	analýza údajů z více zdrojů informací (text, tabulka, graf)
5a	+	+	přenos údajů z textu do tabulky
5b	+	+	přenos údajů z textu do grafu
6	+	+	kladení odborných otázek
7	–	+	<i>chemický výpočet</i>
8a	–	+	<i>převod popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí</i>
8b	–	+	<i>chemické názvosloví</i>
9	–	+	<i>základní představy o chemické rovnováze</i>
10	+	+	hledání informací v textu

Úlohy zjišťující obecné dovednosti jsou uvedeny normálním písmem, úlohy zjišťující specifické chemické dovednosti jsou uvedeny kurzívou.

Test byl žákům zadán v době výuky chemie, ale o jeho zařazení nebyli předem informováni. K testu byl připojen dotazník, ve kterém se žáci kromě jiného mohli k testovým úlohám vyjádřit. Dotazník byl pro obě věkové skupiny žáků prakticky stejný; lišil se pouze rozsahem, neboť v obou případech se vztahoval ke všem testovým položkám. Současně s testováním žáků byli i jejich vyučující požádáni o vyplnění krátkého dotazníku, jehož součástí byl i předběžný odhad úspěšnosti žáků v řešení jednotlivých úloh. Finální verze testu z chemie je uvedena v příloze CH1 spolu s finální verzí žákov-

ského (CH2) a učitelského dotazníku (CH3). Zaměření a zařazení jednotlivých úloh testu je specifikováno v tab. 46, forma řešení úloh v tab. 47.

Tab. 47 – Specifikace řešení dílčích úloh testu

Úloha	Typ dovednosti	Typ odpovědi
1	vyhledání informací v textu	uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí
2	vyhledání údajů v tabulce	otevřená úloha se stručnou odpovědí
3	vyhledání údajů v grafu	otevřená úloha se stručnou odpovědí
4	analýza údajů z více zdrojů informací (text, tabulka, graf)	uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí (dichotomické alternativy)
5a	přenos údajů z textu do tabulky	otevřená úloha se stručnou odpovědí
5b	přenos údajů z textu do grafu	otevřená úloha se stručnou odpovědí
6	kladení odborných otázek	otevřená úloha se širokou odpovědí
7	<i>chemický výpočet</i>	otevřená úloha se stručnou odpovědí
8a	<i>převod popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí</i>	uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí
8b	<i>chemické názvosloví</i>	otevřená úloha se stručnou odpovědí
9	<i>základní představy o chemické rovnováze</i>	uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí
10	hledání informací v textu	otevřená úloha se širokou odpovědí

Test pro mladší žáky obsahoval tedy celkem 8 úloh, z toho dvě úlohy uzavřené, čtyři úlohy otevřené se stručnou odpovědí a dvě otevřené úlohy se širokou odpovědí; test pro starší žáky obsahoval navíc 4 úlohy, z toho dvě uzavřené a dvě otevřené se stručnou odpovědí. Hodnocení úloh odpovídalo jejich charakteru – uzavřené úlohy a otevřené úlohy se stručnou odpovědí byly řešeny buď správně (1 bod), nebo nesprávně (0 bodů), otevřené úlohy se širokou odpovědí byly hodnoceny 0–3 body (3 – úplně správné řešení, 1–2 – neúplně správné řešení, 0 – zcela nesprávné řešení).

Testování probíhalo na základních školách, čtyřletých gymnáziích a osmiletých gymnáziích v celém Česku. Složení respondentů, žáků a učitelů, uvádí tab. 48. Výběr škol byl proveden náhodně tak, aby byly zastoupeny školy z různých krajů (Jihočeský, Jihomoravský, Liberecký, Moravskoslezský, Praha, Středočeský, Vysočina, Západočeský) a také z různých typů obcí podle jejich velikosti.

Tab. 48 – Složení respondentů (učitelé a žáci)

Ročník a typ školy	Počet respondentů (žáci)	Počet respondentů (učitelé)
9. ročník základní školy	314	13
4. ročník osmiletého gymnázia	117	4
3. ročník čtyřletého gymnázia	142	6
7. ročník osmiletého gymnázia	111	5

4.3.2 Výsledky testování

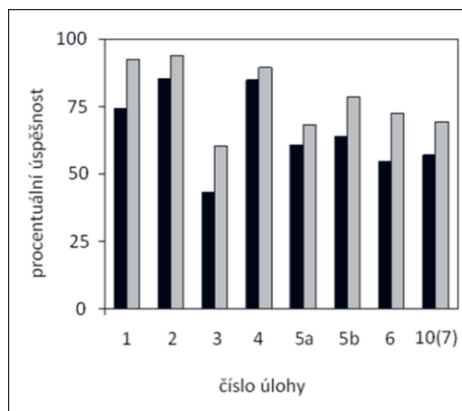
Cílem našeho výzkumu bylo především zjištění úspěšnosti žáků při řešení úloh ověřujících obecné a specifické chemické dovednosti. Průměrnou úspěšnost řešení jednotlivých testových položek pro mladší žáky, tj. 9. ročník základní školy a 4. ročník osmiletého gymnázia, a pro starší žáky, tj. 3. ročník čtyřletého gymnázia a 7. ročník osmiletého gymnázia, uvádí tab. 49 a graf 24.

Tab. 49 – Průměrná úspěšnost mladších a starších žáků při řešení testových položek

Skupina žáků	Úloha / úspěšnost (%)											
	1	2	3	4	5a	5b	6	7	8a	8b	9	10 (7)
mladší	74,5	85,6	43,6	85,0	60,6	64,3	54,7	---	---	---	---	56,9
starší	92,5	93,7	60,3	89,9	68,2	78,9	72,9	29,2	47,4	71,2	72,2	69,6

Z grafu je dobře patrné, že všechny úlohy zaměřené na obecné dovednosti potřebné pro práci s informacemi byly úspěšněji řešeny staršími žáky.

Graf 24 – Úspěšnost žáků při řešení testových položek vyžadujících obecné dovednosti pro práci s informacemi



Barevné značení: černá – mladší žáci, šedá – starší žáci.

Z podrobnější analýzy výsledků testů vyplývá, že žáci osmiletého gymnázia obou věkových skupin úlohy řešili v průměru lépe než jejich vrstevníci ze základní školy, resp. ze čtyřletého gymnázia, ale statisticky významné odchylky byly v úspěšnosti řešení zjištěny jen u některých úloh. Příkladem je úloha 3 (vyhledávání údajů v grafu), kde rozdíl

průměrných hodnot skóre mezi žáky osmiletých gymnázií a základních škol, resp. čtyřletých gymnázií činil 15 procentních bodů nebo úloha 6 (kladení odborných otázek), kde tento rozdíl byl 12 procentních bodů.

Úspěšnost žáků při řešení úloh vyžadujících vybrané speciální chemické dovednosti je na rozdíl od obecných dovedností poměrně nízká, zvláště u úlohy 7 (chemický výpočet) a 8a (převod popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí) – viz tab. 49. Zajímavé přitom je, že učitelé u většiny úloh očekávali nižší úspěšnost svých žáků, avšak právě u těchto úloh své žáky dost přecenili. Průměrný odhad učitelů pro úspěšnost řešení úlohy 7 žáků 3. ročníku čtyřletého gymnázia byl 57 %, avšak skutečná úspěšnost byla pouze 18 %; průměrný odhad pro úspěšnost žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia byl 74 %, avšak skutečná úspěšnost těchto žáků byla pouze 43 %. Zarážející byla i nízká úspěšnost obou skupin starších žáků ve srovnání s odhadem učitelů při řešení úlohy 8a – 3. ročník čtyřletého gymnázia 48 %, 7. ročník osmiletého gymnázia 47 %.

Tato úloha obsahovala slovní popis chemického děje, včetně uvedení chemických vzorců všech reaktantů i produktů. Úkolem žáků bylo vybrat ze čtyř nabídek chemickou rovnici odpovídající popisu v zadání. Šlo tedy o vyhledání informací v textu, avšak text obsahoval chemickou symboliku, nebyl tedy psán běžným jazykem. Na vyhledání informací v textu byla zaměřena i úloha 1. Ta však na rozdíl od úlohy 8a vyžadovala práci s běžným jazykem s minimálním zastoupením chemické terminologie. Úspěšnost řešení úlohy 1 byla mnohem vyšší (92–93 % u obou skupin starších žáků) než úlohy 8a. Zdá se tedy, že nízká úspěšnost řešení úlohy 8a může být částečně způsobena reakcí žáků na text obsahující ve zvýšené míře chemickou terminologii a symboliku.

Ze shrnutí výsledků testování vyplývá, že starší žáci vykazovali lepší obecné dovednosti potřebné pro práci s informacemi než žáci mladší, a to u všech odpovídajících testových položek. Pokud jde o vliv školy, byla úroveň obecných dovedností u žáků osmiletého gymnázia v průměru poněkud vyšší než u jejich vrstevníků na základní škole, resp. ve 3. ročníku čtyřletého gymnázia, ale statisticky významně se to projevilo jen u některých úloh.

V oblasti vybraných speciálních chemických dovedností (chemický výpočet, převod popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí, chemické názvosloví, základní představy o chemické rovnováze), které byly sledovány jen u starších žáků, byli žáci 7. ročníku osmiletého gymnázia úspěšnější než žáci 3. ročníku čtyřletého gymnázia u tří úloh; pouze u úlohy 8a byla úspěšnost obou skupin prakticky stejná. Kromě toho se mimo původní záměr výzkumu potvrdilo, že dovednosti žáků v oblasti chemických výpočtů jsou velmi nízké, a to podstatně horší, než odhadují učitelé testovaných žáků.

Srovnání výsledků žáků v různých testových úlohách podporuje myšlenku, že neúspěch žáků při řešení některých chemických úloh nemusí být způsoben skutečným nezvládnutím potřebných např. matematických dovedností nebo logických operací, ale mohl by být spíše důsledkem nepropojení chemie s běžným životem. Podle zahraničních zkušeností (Ježková, 2009) by měla výuka přírodovědných a technických oborů, tedy i chemie, více vycházet z přirozeného zájmu žáků o dění kolem nás. Chemie by tedy neměla být vyučována pouze jako „teorie vzdálená běžnému životu“, ale naopak jednotlivé problémy by měly být, pokud je to možné, vysvětlovány v kontextu každodenních a známých situací. Další výsledky testování žáků v předmětu chemie lze nalézt např. v publikaci Čtrnáctová & Cídllová et al. (2013a).

4.3.3 Charakteristika dotazníků a jejich vyhodnocení

V souvislosti se zadáváním testů byly připraveny dva dotazníky – dotazník pro žáky (příloha CH2) a dotazník pro učitele (příloha CH3). V úvodu obou dotazníků byly zařazeny údaje o respondentech (pohlaví, věk, škola, délka praxe apod.). Ostatní položky v dotazníku pro žáky i pro učitele lze rozdělit do dvou skupin. První skupina položek se vztahuje k jednotlivým úlohám testu, druhá k obecnějším souvislostem osvojování dovedností v chemii.

V rámci první skupiny položek jsme si kladli za cíl:

1. zjistit, jak žáci a učitelé subjektivně vnímali zadaný test (věková přiměřenost, srozumitelnost zadání, subjektivně vnímaná obtížnost úloh, subjektivní názor na míru procvičování jednotlivých typů úloh ve výuce aj.),
2. porovnat výsledky testů i odpovědí v dotazníku žáků základních škol, resp. žáků čtyřletého gymnázia s výsledky a odpověďmi žáků odpovídajících ročníků víceletých gymnázií,
3. tam, kde to je možné, porovnat odpovědi obou skupin respondentů (žáci × učitelé)
4. zjistit, nakolik se odhad učitelů ohledně obtížnosti úloh shoduje se skutečnou úspěšností žáků při jejich řešení,
5. porovnat subjektivní vnímání obtížnosti úloh žáky s jejich úspěšností při řešení jednotlivých úloh,
6. na základě odpovědí žáků i učitelů ohledně jejich názoru na míru procvičování jednotlivých typů úloh ve výuce určit ty úlohy, které jsou problematické (málo procvičované, neshoda mezi odpověďmi žáků a učitelů aj.).

Dotazníkové položky, vztahující se přímo k testu, se týkaly porozumění zadání úlohy, vnímání obtížnosti úlohy a zjištění, zda podobné úlohy jsou ve výuce chemie řešeny. Pro obě věkové skupiny žáků byly tyto dotazy prakticky stejné, lišily se pouze rozsahem, neboť v obou případech se vztahovaly ke všem úlohám testu. Učitelé dostali otázky velmi podobné jako žáci a odpovídali na ně v době konání testu, takže výsledky řešení testu ani odpovědi žáků neznali. Dotazníky byly vyhodnoceny dvěma způsoby: kromě určení nejčastější odpovědi (modus) byly nabídkám v položkách dotazníku přiřazeny určité číselné hodnoty a následně z nich byl vypočten průměr.

4.3.3.1 Porozumění zadání úlohy

Po vyřešení celého testu se žáci prostřednictvím dotazníku vyjadřovali k jeho jednotlivým úlohám. Odpovědi žáků byly převedeny do číselné stupnice podle následujícího klíče: 1 – ano, 2 – spíše ano, 3 – spíše ne, 4 – ne a zprůměrovány pro danou skupinu respondentů. Hodnota průměru x větší než 2,5 („spíše ne“, „ne“) nevyšla u žádné skupiny. Hodnoty 2,0 a větší, tj. průměrné hodnocení „spíše ano“ až „spíše ne“ přiřadili žáci základní školy úloze 6 ($x = 2,11$) a 10(7) ($x = 2,04$), žáci 3. ročníku gymnázia úloze 7 ($x = 2,29$) a žáci septimy úloze 8a ($x = 2,00$).

Ze srovnání odpovědí učitelů a žáků vyplývá, že žáci hodnotili úlohy poněkud jinak než jejich vyučující. Zatímco učitelé považovali všechny úlohy pro mladší žáky za přiměřené, vyjádření žáků bylo opatrnější a nebyli si zcela jistí, zda zadání všech úloh skutečně rozumějí. Jako nejvíce problematická se žákům zdála úloha 6, kde je uveden rozhovor dítěte a dospělého, přičemž napsané byly jen odpovědi dospělého. Úkolem žáků bylo odhadnout k těmto odpovědím předcházející otázky dítěte. Tento úkol vyžadoval soustředění žáků a vyhledávání informací v celém textu zadání úlohy. Úlohy tohoto typu dosud nejsou do výuky běžně zařazovány, jak ukázal rozbor dalších položek dotazníku.

Pokud jde o starší žáky, za nejvíce problematickou z hlediska srozumitelnosti zadání považovali úlohu 7 a 8a. Úloha 7 vyžadovala výpočet množství vody a pevné látky na přípravu daného množství roztoku o zadané koncentraci. Zatímco vyučující odhadovali tuto úlohu jako věkově přiměřenou, případně určenou pro mladší žáky, žáci sami si nebyli jisti, zda vůbec rozumějí jejímu zadání. Tato úloha byla žáky celkově vnímána jako problematická a tomu odpovídala i malá úspěšnost jejího řešení. Podobné problémy měli žáci s úlohou 8a, která již byla diskutována v předchozí kapitole.

4.3.3.2 Obtížnost úloh

Obtížnost úloh byla vyhodnocena třemi nezávislými způsoby s úmyslem ověřit, nakolik se budou údaje získané od žáků a od učitelů shodovat.

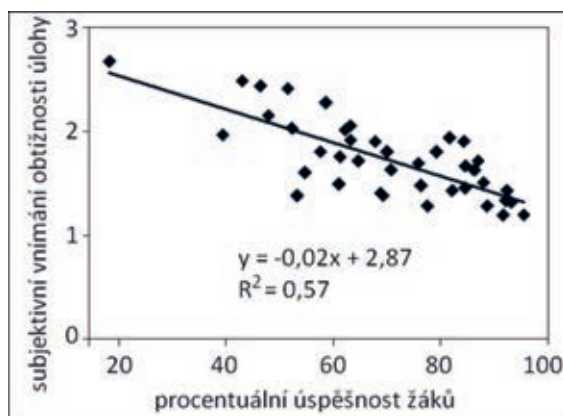
První způsob bylo objektivní zjištění úspěšnosti žáků při řešení úloh. Výsledky uvádí tab. 49 a graf 24. Z nich je patrné, že úlohy týkající se obecných dovedností řešili žáci obou věkových skupin poměrně úspěšně. Nejméně úspěšní byli mladší i starší žáci u úloh s otevřenou širokou odpovědí – úloha 3, 6 a 10(7), jisté potíže činily i úlohy 5a a 5b. Pro starší žáky byly pak nejobtížnější úlohy s chemickým zaměřením. Zcela nejhorších výsledků dosáhli starší žáci při řešení úlohy 7, kterou uváděli jako problematickou i z hlediska porozumění zadání této úlohy. Nepříliš dobře dopadly i úlohy 8a a 8b.

Druhý způsob představoval zjištění názoru učitelů na obtížnost jednotlivých úloh. Učitelé byli požádáni, aby uvedli předpokládanou úspěšnost žáků při řešení jednotlivých úloh. Odhad učitelů byl u většiny úloh správný nebo nižší, než jaká byla reálná úspěšnost žáků. Procentuální odlišnost mezi učitelským odhadem a skutečnou úspěšností žáků byla u většiny úloh řádově 10–20 %. Mnohem větší úspěšnost učitelé očekávali při řešení úlohy 3 a naopak žáci o dost předčili očekávání učitelů v úspěšnosti řešení úloh 4 a 5b. Zcela chybné bylo očekávání učitelů starších žáků u úlohy 7 – učitelé odhadovali úspěšnost 65 %, zatímco žáci reálně dosáhli 29,2 %.

Třetí způsob sledování obtížnosti úloh spočíval v tom, že sami žáci po vyřešení úloh odpovídali na otázku, jak obtížná jim každá z úloh připadala. Žáci sami většinu úloh ověřujících obecné dovednosti hodnotili jako snadné nebo středně obtížné. Mladší žáci považovali za snadné pouze úlohy 1 a 2, ostatní úlohy se jim zdály středně obtížné; naproti tomu starší žáci jako snadné označili všechny úlohy, kromě úlohy 6 a 10, které považovali za středně obtížné. Jako středně obtížné označili i úlohy 8a, 8b a 9, úlohu 7 považovali za obtížnou.

Vztah mezi subjektivním hodnocením obtížnosti úloh žáky a jejich reálnou úspěšností při jejich řešení ukazuje graf 25. Hodnota $R^2 = 0,57$ se zdá být poměrně přijatelná, ovšem je to způsobeno úlohou 7, kde úspěšnost žáků čtyřletého gymnázia byla ve srovnání s ostatními úlohami velmi nízká, a proto se příslušný bod nachází daleko od ostatních. Tím zvyšuje „uspořádanost“ bodů v grafu, mezi kterými ve skutečnosti je vztah velmi volný (po vyloučení úlohy 7 klesne R^2 na hodnotu 0,15). Je tedy zřejmé, že subjektivní názor žáků na obtížnost jednotlivých úloh téměř nesouvisel se skutečnou úspěšností žáků při jejich řešení.

Graf 25 – Úspěšnost řešení úloh žáky – srovnání skutečné úspěšnosti a subjektivního hodnocení žáků



4.3.3.3 Věková přiměřenost úloh

Zda jsou úlohy přiměřené věku žáků, posuzovali pouze vyučující. Jejich odpovědi byly převedeny do číselné stupnice podle následujícího klíče: 1 – úloha je spíše pro mladší žáky, 2 – úloha je věkově přiměřená, 3 – úloha je spíše pro starší žáky.

Šetření bylo uspořádáno tak, aby se odpovědi každého vyučujícího vztahovaly pouze k jeho žákům, kteří byli v téže době testováni. Učitelé gymnázia se tedy nevyjadřovali k úspěšnosti žáků základní školy a naopak.

Všechny úlohy určené mladším žákům byly na obou typech škol (základní škola a nižší stupeň osmiletého gymnázia) hodnoceny jako věkově přiměřené (x je v intervalu 1,50 až 2,17). Pokud jde o starší žáky, byla úloha 8a hodnocena učiteli čtyřletého gymnázia jako vhodná „spíše pro starší žáky“ než 3. ročník čtyřletého gymnázia ($x = 2,67$).

Některé z úloh, které se v obou testech shodovaly (např. úloha 1, 2, nebo 5a), byly učiteli gymnázií hodnoceny jako přiměřené „spíše pro mladší žáky“ (x je v intervalu 1,20 až 1,33), což se dalo očekávat a odpovídá to celkové koncepci testu. Celkově tedy zjištěné výsledky potvrzují, že test jako celek byl pro žáky věkově přiměřený.

4.3.3.4 Zařazení úloh do výuky

Zařazení analogických úloh do výuky zjišťovala otázka položená žákům: *Jak často řešíte podobné úlohy ve škole?* Učitelům byla položena modifikovaná otázka: *Jak často s žáky procvičujete dovednosti, ověřované jednotlivými úlohami?* Odpovědi byly hodnoceny

podle klíče: 1 – každou hodinu, 2 – často, 3 – občas, 4 – nikdy a zprůměrovány pro danou skupinu respondentů.

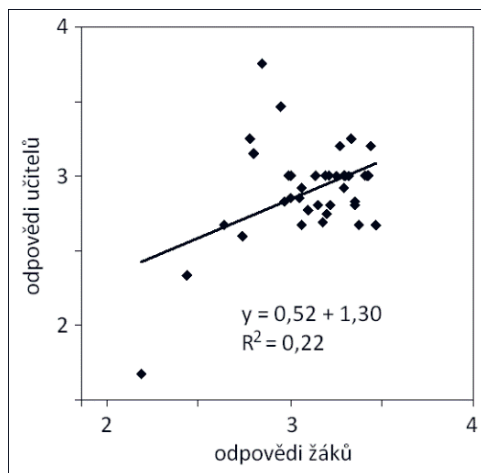
Vypočtené průměrné hodnoty se pohybují kolem hodnoty 3 (9. ročník ZŠ 3,05; kvarta 3,14; 3. ročník čtyřletého gymnázia 3,15; septima 3,03). Jen o málo větší frekvenci procvičování uvádějí starší žáci u úlohy 7 ($x = 2,86$), 8a ($x = 2,54$) a 8b ($x = 2,32$).

Odpovědi učitelů se od odpovědí žáků dosti liší. Celková frekvence procvičování jednotlivých typů úloh je u učitelů uváděna vyšší, což může být způsobeno i různým vnímáním termínů „každou hodinu“, „často“, „občas“, „nikdy“ u učitelů a žáků. Důležité však je, že učitelé uvedli jako častěji procvičované jiné typy úloh než žáci. Mohlo by to být vysvětlitelné v případě úlohy 5 (žáci $x = 2,98$; učitelé $x = 3,23$) např. tím, že žáci vnímají výuku více jako celek, tj. s ohledem na další vyučovací předměty, a do frekvence procvičování práce s grafy a tabulkami zahrnuli na rozdíl od učitelů chemie i výuku matematiky, fyziky apod. Naopak hledání informací v textu – úloha 10 (7) (žáci $x = 3,24$; učitelé $x = 2,78$) by mělo být procvičováno prakticky denně (jde kromě jiného i o obvyklou samostatnou práci s učebnicí). V tomto případě učitelé uvádějí vyšší frekvenci procvičování než žáci – mohlo by to být vysvětlitelné „standardní“ situací, totiž že žáci doma z učebnic nestudují, pokud k tomu nejsou přinuceni. Pak do příslušné odpovědi zřejmě žáci zahrnuli jen výuku ve škole, zatímco vyučující zvažili i (nesplněné) samostudium. Neshodu odpovědí učitelů i žáků dobře ilustruje graf 26 a z něj plynoucí hodnota $R^2 = 0,22$. Pokud se ovšem výše diskutované úlohy 5 a 10 (7) vyloučí z vyhodnocení, stoupne hodnota R^2 na 0,69. To podporuje myšlenku, že tyto úlohy určitým způsobem narušují vzájemnou souvislost, která je mezi reakcemi učitelů a žáků vzhledem k hodnocení ostatních úloh.

Na neshodu odpovědí učitelů a žáků ohledně frekvence procvičování určitých typů úloh by však bylo možno nahlížet i v jiném světle. Respondenti, pokud nemají pocit naprosté anonymity, totiž mohou mít tendenci uvádět v dotazníku nepravdivé odpovědi (Beranová & Cídllová, 2012). Tato situace mohla nastat v případě vyučujících, protože u nich úplnou anonymitu z technických důvodů zachovat nelze (distribuce a zpětný sběr testů a dotazníků jsou vždy spojeny s určitou formou osobní komunikace s učitelem daného předmětu nebo s ředitelem školy), nebo alespoň dojem ztráty anonymity navozují.

Další výsledky dotazníkového šetření lze nalézt např. v publikaci Bayerová, Cídllová, & Kuběňová (2013).

Graf 26 – Frekvence procvičování jednotlivých typů úloh – srovnání odpovědí učitelů a žáků



4.3.3.5 Závěry

Test byl ze strany učitelů mladších žáků odhadnut jako věkově přiměřený. Učitelé starších žáků některé úlohy odhadovali jako přiměřenější spíše pro žáky mladší, což v případě společné části testu pro základní školu i gymnázia bylo možné očekávat. Přesto mnozí mladší žáci v dotazníku označili, že si nebyli zcela jistí, že rozumí zadání úloh. Obdobná situace nastala i u žáků septimy osmiletého gymnázia a jejich učitelů.

Důležitým zjištěním jsou údaje, které ukazují, že v některých případech učitelé správně neodhadli výkony svých žáků. Největší neshoda nastala u úlohy týkající se chemického výpočtu, kde nízká úspěšnost žáků 3. ročníku gymnázia je téměř alarmující.

Pokud jde o výsledky týkající se frekvence procvičování jednotlivých typů úloh, pak poměrně důležité je obecné zjištění, že pravděpodobně žáci a učitelé nevnímali otázku stejně. Zatímco žáci nejspíše zvažovali veškerou svou výuku, učitelé se zaměřili pouze na výuku svého předmětu. Přestože v daném případě šlo spíše o nepřiližitě jasně formulovanou otázku v dotazníku, poukazuje to velmi silně na nutnost spolupráce a vzájemné informovanosti vyučujících o vedení výuky na dané škole.

Další překvapivý fakt je zjištění, že úloha týkající se zápisu chemické rovnice, která obsahovala i některé nadbytečné informace, byla vyučujícími 3. ročníku gymnázia chápána jako "přiměřená spíše pro starší žáky". V tomto kontextu je nutné si uvědomit, že situace, kdy si k určitému rozhodnutí musíme důležité informace vybrat z většího

počtu informací, z nichž většina je pro řešení našeho problému nepodstatná, nastávají v životě velmi často, rozhodně častěji než případy, že známe přesně a právě ty informace, které k řešení dané otázky potřebujeme.

Lze však konstatovat, že odpovědi žáků a učitelů na frekvenci procvičovaných uvedených typů úloh se relativně shodovaly (po vyloučení diskutovaných úloh 5 a 10 (7) vychází hodnota $R^2 = 0,69$). Odpovědi žáků i učitelů potvrzují, že speciální chemické dovednosti jsou ve výuce chemie procvičovány častěji než všeobecné dovednosti potřebné pro práci s informacemi, byť by to byly informace chemického charakteru.

4.3.4 Výsledky dotazníků vypovídající o širším kontextu výuky chemie

Součástí dotazníků byly kromě otázek vztahujících se k jednotlivým testovým úlohám i otázky obecnější, týkající se vztahu žáků k chemii, hodnocení dovednosti řešit určité typy úloh (u žáků šlo o sebehodnocení, učitelé odhadovali úspěšnost žáků při stejných činnostech) a frekvence určitých typů činnosti ve výuce chemie (tytéž otázky pro žáky i učitele). Kromě toho byly hodnoceny i odpovědi učitelů na otázku, nakolik jim připadají dovednosti ověřované jednotlivými testovými úlohami významné pro vzdělávání žáků daného věku.

4.3.4.1 Předmět chemie a názory žáků

Názory žáků na chemii a předmět chemie byly zjišťovány sadou čtyř otázek, uvedených v tab. 50. Odpovědi žáků byly převedeny na čísla podle klíče: 1 – mám rád, 2 – tak napůl, 3 – nemám rád, resp. 1 – souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – nesouhlasím. Hodnoty v tabulce udávají průměr za danou skupinu žáků.

Tab. 50 – Předmět chemie a názory žáků

Otázka / Skupina žáků	9. ročník základní školy	4. roč. osmiletého gymnázia	3. roč. čtyřletého gymnázia	7. roč. osmiletého gymnázia
Chemii mám rád – nemám rád – tak napůl	1,94	1,89	2,21	1,77
Známka z chemie na posledním vysvědčení	2,07	1,95	2,36	1,86
Nakolik souhlasíš s následujícím tvrzením: Myslím si, že většina poznatků z předmětu chemie je užitečná pro život.	2,09	2,14	2,55	2,02
Nakolik souhlasíš s následujícím tvrzením: Zajímám se o chemii i ve volném čase (čtu články nebo knihy s chemickou tematikou, sleduji televizní pořady s chemickou tematikou, hledám si chemické informace na internetu apod.).	3,14	3,28	3,44	3,00

Z tab. 50 plyne, že vztah všech sledovaných žáků k chemii je víceméně neutrální ($x = 1,77$ až $2,21$). Známkou z chemie na vysvědčení měli v průměru lepší žáci osmiletého gymnázia než jejich vrstevníci ze základní školy. Názor žáků na to, zda většina školních poznatků z chemie je užitečná pro život, se ve všech skupinách (kromě žáků 3. ročníku čtyřletého gymnázia) nejvíce blíží hodnotě 2, tj. „spíše souhlasím“. Pouze žáci 3. ročníku čtyřletého gymnázia se více blíží hodnotě 3, tj. „spíše nesouhlasím“. V žádné skupině žáků nepřevládá vysloveně odmítavý názor na užitečnost chemických poznatků předávaných žákům ve výuce. Pozoruhodné je, že nejvíce souhlasí s uvedeným tvrzením žáci 7. ročníku osmiletého gymnázia. Předpoklad, že nesouhlasné vyjádření žáků 3. ročníku čtyřletého gymnázia souvisí s charakterem učiva na gymnáziu, které je orientované převážně na teoretické poznatky, nelze tedy zcela uplatnit. Lze se domnívat, že odlišnost v názorech obou skupin gymnazistů může souviset s rozdílným pojetím výuky na základní škole a gymnáziu. Proto gymnaziální žáci, kteří mají zkušenosti s výukou chemie na základní škole, hodnotí sepětí výuky chemie s běžným životem více negativně.

Vyjádření k poslední otázce v tab. 50 víceméně poukazuje na skutečnost, že naprostou většinu žáků chemická problematika mimo školu přirozeně nezajímá. Průměrné odpovědi všech skupin respondentů se pohybovaly mezi hodnotou 3, tj. „spíše nesouhlasím“ a 4, tj. „nesouhlasím“.

Tab. 51 – Vzájemná korelace názorů žáků na předmět chemie

	Mám chemii rád?	Známka z chemie	Užitečnost školních poznatků chemie pro život	Zajímám se o chemickou problematiku i ve volném čase
Mám chemii rád?	1	0,98	0,93	0,80
Známka z chemie		1	0,88	0,69
Užitečnost školních poznatků chemie pro život			1	0,82
Zajímám se o chemickou problematiku i ve volném čase				1

Při dalším rozboru dat nás zajímala otázka, nakolik navzájem souvisí odpovědi žáků na otázky uvedené v tab. 50. Proto byla provedena korelační analýza, jejíž výsledky jsou shrnuty v tab. 51. Jednotlivé otázky jsou shodné s tab. 50, proto jsou v tab. 51 uvedeny již pouze stručně.

Hodnoty v tab. 51 jsou hodnoty R^2 pro lineární spojnice trendu v grafech dávajících do souvislosti otázky z této tabulky. Nezávislá proměnná byla otázka z prvního sloupce

tab. 51, závislá proměnná byla otázka z prvního řádku téže tabulky. Z výsledků je zřejmé, že vztah mezi známkou z chemie na vysvědčení a oblíbeností chemie je velmi těsný ($R^2 = 0,98$). Naopak vztah mezi známkou z chemie a zájmem o chemickou problematiku ve volném čase je ze sledovaných souvislostí nejvolnější ($R^2 = 0,69$).

4.3.4.2 Odhad obtížnosti chemických úloh

Další soubor otázek v dotazníku pro žáky – položky 3 až 12 (viz příloha CH2) a pro učitele položky 1–10 v otázce 5 (viz příloha CH3) byl zaměřen na odhad obtížnosti různých úloh s chemickou tematikou. Žáci odpovídali na otázku: *Jak obtížné by pro tebe byly následující úkoly?*, učitelé na otázku: *Jak obtížné by pro Vaše žáky byly následující úkoly?*

K úvaze bylo předloženo celkem 10 úkolů (položky 3–12, resp. 1–10). Žáci odpovídali na základě vlastního hodnocení svých dovedností a jejich učitelé odhadovali dovednosti svých žáků.

Tab. 52 – Odhad obtížnosti chemických úloh – žáci

Položka	9. ročník základní školy			4. ročník osmiletého gymnázia			3. ročník čtyřletého gymnázia			7. ročník osmiletého gymnázia		
	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod
3	1,90	2	1	1,82	2	2	1,92	2	2	1,58	1	1
4	2,27	2	2	2,15	2	2	2,40	2	3	2,27	2	2
5	1,98	2	1	2,04	2	1	2,05	2	1	1,77	2	2
6	2,31	2	2	2,30	2	3	2,27	2	2	2,02	2	2
7	1,77	1	1	1,65	1	1	1,61	1	1	1,40	1	1
8	1,78	2	1	1,71	2	1	1,62	1	1	1,45	1	1
9	1,84	2	1	1,77	2	1	1,64	1	1	1,44	1	1
10	2,19	2	2	2,28	2	2	2,19	2	2	2,04	2	2
11	2,24	2	2	2,17	2	1	2,57	3	3	2,20	2	2,3
12	2,29	2	2	2,18	2	2	2,35	2	3	2,21	2	2

Výsledky šetření shrnují tab. 52 a tab. 53. Respondenti odpovídali výběrem jedné ze čtyř slovně navržených odpovědí, které byly číselně označeny takto: 1 – zvládl/a bych to, 2 – musel/a bych se snažit, 3 – bojoval/a bych s tím, 4 – nezvládl/a bych to; označení analogických variant odpovědí učitelů bylo stejné. Šedou barvou jsou v tabulkách podloženy hodnoty větší než 2,5, tj. položky, v nichž žáci či učitelé vidí problém.

Tab. 53 – Odhad obtížnosti chemických úloh – učitelé

Položka	9. ročník základní školy			4. ročník osmiletého gymnázia			3. ročník čtyřletého gymnázia			7. ročník osmiletého gymnázia		
	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod
3	1,83	2	2	2,50	3	3	1,00	1	1	1,40	1	1
4	2,33	2	2	2,75	3	3	1,80	2	2	2,20	2	2
5	1,75	2	1,2	2,00	2	2	1,20	1	1	1,20	1	1
6	2,83	3	3	3,25	3	4	1,40	1	1	2,20	2	2,3
7	2,50	3	3	2,00	2	2	1,00	1	1	1,40	1	1
8	1,67	2	2	2,00	2	2	1,40	1	1	1,60	2	2
9	1,58	2	1	2,25	2	2	1,60	2	2	1,40	1	1
10	2,75	3	3	2,50	2	2,3	1,60	2	2	1,80	2	2
11	2,58	3	3	1,50	1	1,2	1,80	2	1,2	2,00	2	1,3
12	3,00	3	3	2,25	2	2	1,80	2	2	2,20	2	2,3

Ze srovnání údajů v tab. 52 a tab. 53 především plyne, že žákovské sebehodnocení bylo optimističtější než odhad učitelů. Žáci se obávali úkolů „odhadovat některé vlastnosti prvků podle jejich polohy v periodické tabulce“, „formulovat otázky zjišťující možnosti rozvoje našeho regionu“, „zjistit aktuální stav znečištění ovzduší“ a „rozhodnout a zdůvodnit, které ze dvou vysvětlení vzniku kyselých dešťů je pravděpodobnější“. Učitelé kromě toho považovali za problematické i úkoly „najít v novinách články, které se zabývají chemickou problematikou a jejím řešením“, „s pomocí údajů v tabulce vytvořit graf“ a „vypočítat množství vody a pevné látky potřebné na přípravu 200 g 10% roztoku“.

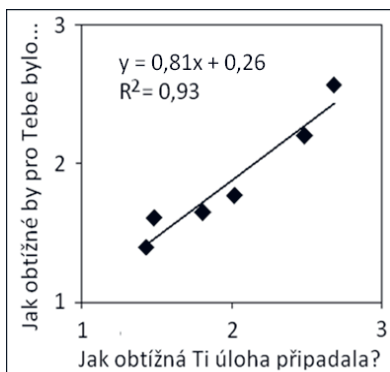
Tab. 54 – Srovnání údajů z testu a dotazníku pro úlohy 5b a 7

Úloha	9. ZŠ	5b		7		
		Skupina žáků/jejich učitelů	kvarta	3. roč. G	septima	3. roč. G
Skutečná úspěšnost žáků při řešení dané úlohy (%)	62,2	69,9	76,3	82,2	18,4	43,1
Učitelův odhad úspěšnosti žáků při řešení dané úlohy (%)	43,8	45,0	60,0	74,0	56,7	74,0
Subjektivní hodnocení obtížnosti úloh žáky (dle tab. 7.3.4.7)	2,02	1,81	1,48	1,43	2,68	2,49
Jak obtížné by pro vás bylo s pomocí údajů v tabulce vytvořit graf? / vypočítat potřebné množství vody a pevné látky na přípravu 200 g 10% roztoku?	1,77	1,65	1,61	1,40	2,57	2,20
Jak obtížné by pro Vaše žáky bylo s pomocí údajů v tabulce vytvořit graf? / vypočítat potřebné množství vody a pevné látky na přípravu 200 g 10% roztoku?	2,50	2,00	1,00	1,40	1,80	2,00

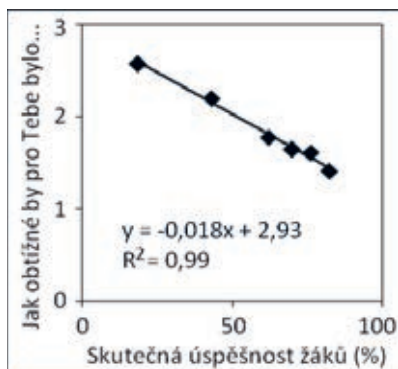
Poslední dva uvedené úkoly, které učitelé považovali za problematické, byly zařazeny do dotazníku záměrně jako kontrolní. První z úkolů byl jinak formulovaný odhad úspěšnosti řešení testové úlohy 5 (sestavění grafu), druhý byl odhad úspěšnosti řešení testové úlohy 7 (chemický výpočet). Subjektivní hodnocení obtížnosti těchto úloh ze strany žáků tedy bylo v dotazníku uvedeno dvakrát. V tab. 54 je uvedeno srovnání skutečné úspěšnosti žáků v těchto testových úlohách a údajů uvedených v dotaznících. Údaje vyplývající z vyjádření učitelů jsou pro odlišení podloženy šedě.

Jak ukazuje graf 27, hodnocení obtížnosti úloh žáky bylo v obou otázkách dotazníku víceméně shodné, přestože s ohledem na celkový rozsah dotazníku a jeho formální uspořádání jim shoda či velká podobnost otázek nemusela být zřejmá. Dobře koreluje také žákovský odhad obtížnosti této úlohy se skutečnou úspěšností při jejím řešení (graf 28).

Graf 27 – Porovnání obtížnosti úloh 5b a 7 ve dvou různých odhadech žáků

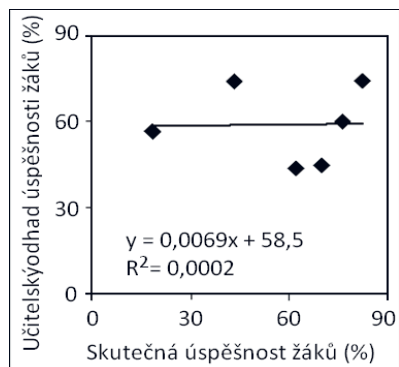


Graf 28 – Porovnání úloh 5b a 7 podle skutečné úspěšnosti žáků a jejich odhadu

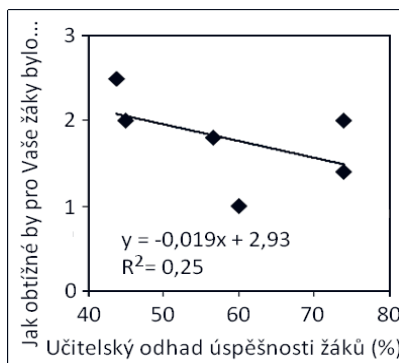


Zajímavé je, že naprosto nekorelují učitelské odhady, a to ani se skutečností, ani mezi sebou navzájem (graf 29 a graf 30). Jedním z důvodů by mohl být nízký počet respondentů – učitelů. Pokud by se však tato nízká korelace dalším výzkumem prokázala, znamenalo by to, že učitelé nesprávně odhadují schopnosti svých žáků, což by bezpochyby mohlo mít pro úspěšnost procesu výuky chemie dosti vážné důsledky.

Graf 29 – Porovnání úloh 5b a 7 podle úspěšnosti řešení a odhadu učitelů



Graf 30 – Porovnání obtížnosti úloh 5b a 7 ve dvou různých odhadech učitelů



4.3.4.3 Frekvence vybraných činností ve výuce chemie

Poslední soubor otázek v dotazníku pro žáky – položky 13 až 19 (viz příloha CH2) a pro učitele – položky 11–17 v otázce 6 (viz příloha CH3) sledoval frekvenci určitých obecných činností ve výuce chemie. Žáci odpovídali na otázku: *Jak často se ve výuce chemie setkáváš s následujícími situacemi?*, učitelé na otázku: *Jak často zařazujete do výuky chemie následující situace?* K úvaze bylo předloženo celkem 7 situací (položky 13–19, resp. 11–7).

Respondenti odpovídali výběrem jedné ze čtyř slovně navržených odpovědí. Klíč pro převod odpovědí do číselné stupnice byl následující: 1 – ve všech hodinách, 2 – ve většině hodin, 3 – v některých hodinách, 4 – nikdy. Šedou barvou jsou podloženy hodnoty větší než 2,5, tj. položky, o nichž se žáci či učitelé domnívají, že jsou do výuky zařazovány sporadicky.

Tab. 55 – Odhad frekvence vybraných činností – žáci

Položka	9. ročník základní školy			4. ročník osmiletého gymnázia			3. ročník čtyřletého gymnázia			7. ročník osmiletého gymnázia		
	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod
13	2,99	3	3	2,97	3	3	3,08	3	4	2,72	3	3
14	3,07	3	4	3,22	3	3	3,39	4	4	3,19	3	4
15	2,40	2	2	2,40	2	1	2,49	3	3	1,98	2	2
16	2,62	3	3	2,73	3	4	2,43	2	2,3	2,26	2	2
17	2,37	2	3	2,69	3	4	2,59	3	3	2,30	2	3
18	2,59	3	3	2,77	3	4	3,13	3	3	2,87	3	3
19	2,91	3	3	2,95	3	4	2,94	3	3	2,98	3	3

Tab. 56 – Odhad frekvence vybraných činností – učitelé

Položka	9. ročník základní školy			4. ročník osmiletého gymnázia			3. ročník čtyřletého gymnázia			7. ročník osmiletého gymnázia		
	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod	x	Med	Mod
13	2,67	3	3	2,75	3	3	2,20	2	1	2,40	2	2
14	2,83	3	3	3,25	3	3	2,00	2	1,2	3,00	3	2,4
15	2,83	3	3	2,50	2	2,3	2,00	2	1,3	2,80	3	3
16	2,08	2	2	2,00	2	2	2,40	2	2	2,40	3	3
17	2,33	2	2	2,75	3	3	1,80	2	1,2	2,50	2	2,3
18	2,50	2	2,3	3,00	3	3	2,20	2	2	2,80	3	2,3
19	3,08	3	3	3,50	3	3,4	3,40	3	3	3,20	3	3,4

Výsledky šetření shrnují tab. 55 a tab. 56. Většinu činností hodnotí žáci i učitelé jako málo frekventované. Výjimku tvoří podle názoru žáků položka „samostatně navrhnout postup možného řešení úlohy nebo problému“ a „aplikovat chemické poznatky na problémy, se kterými se setkáváme v každodenním životě“, podle názoru učitelů také položka „samostatně si klást otázky související s diskutovaným problémem“ a „vytvořit ze získaných informací stručné a výstižné závěry“.

Zajímavé je, že žáci mají dojem, že se od nich poměrně často vyžaduje, aby „sami navrhli postup možného řešení úlohy nebo problému“, zatímco jejich učitelé uvádějí frekvenci tohoto požadavku mnohem nižší než žáci. Naopak situaci, že je požadováno od žáků, aby „sami kladli otázky související s problémem“ a aby „ze získaných informací vytvořili stručné a výstižné závěry“, uvedli ve větší míře učitelé než žáci. Další situace, uvedené v dotazníku, byly hodnoceny žáky i učiteli jako málo časté.

4.3.4.4 Hodnocení důležitosti vybraných dovedností

Vyučujícím byla v dotazníku ke každé testové úloze položena i otázka: *Nakolik Vám připadají dovednosti ověřované jednotlivými úlohami významné pro vzdělávání žáků v daném věku?* Klíč pro převod slovních odpovědí do číselné stupnice byl následující: 1 – nezbytná, 2 – významná, 3 – nepříliš významná, 4 – zbytečná.

Průměrné hodnocení učitelů se téměř u všech úloh pohybuje v intervalu 1,50 až 2,30, tj. „významná“. Hodnocení blížící se k „nepříliš významná“ ($x = 2,67$) se vyskytlo pouze u úlohy 8a, a to jen u učitelů čtyřletého gymnázia. Není však vyloučeno, že vyučující měli obavu vyjadřovat se k tomu, co by žáci měli či neměli umět, protože vůči nim nebylo dotazníkové šetření plně anonymní (Beranová & Cídllová, 2012).

4.3.4.5 Závěry

Jak vyplývá z výše uvedených zjištění, je vztah sledovaných žáků k chemii víceméně neutrální (blízký hodnotě 2), což je vzhledem k výsledkům výzkumů týkajících se oblíbenosti předmětů, kde je chemie obvykle žáky hodnocena jako neoblíbený předmět, celkem potěšující zjištění. Podle očekávání byla známka z chemie na vysvědčení v průměru lepší u žáků osmiletého gymnázia než u jejich vrstevníků ze základní školy.

Všechny skupiny žáků kromě žáků 3. ročníku čtyřletého gymnázia „spíše souhlasí“ (přibližně hodnota 2) s tvrzením, že většina školních poznatků z chemie je užitečná pro život. Žáci 3. ročníku čtyřletého gymnázia s tímto výrokem „spíše nesouhlasí“ ($x = 2,55$). Pozoruhodné je, že žáci 7. ročníku osmiletého gymnázia naopak s tímto tvrzením souhlasí nejvíce ($x = 2,02$). Zcela odmítavý názor na užitečnost chemických poznatků předávaných žákům ve výuce se však neobjevil u žádné skupiny.

Žáci a učitelé prováděli v další části dotazníku odhad obtížnosti různých úloh s chemickou tematikou. Na tuto otázku odpovídali jak žáci (sebehodnocení), tak i jejich učitelé (odhad dovedností jimi vyučovaných žáků). Velmi zajímavé je, že žákovské sebehodnocení bylo optimističtější než odhad učitelů. Navíc učitelské odhady nekorelovaly se skutečností a dokonce navzájem nekorelovaly ani dva různé učitelské odhady stejné úlohy, což svědčí o tom, že učitelé ne zcela správně odhadují schopnosti svých žáků. I když vezmeme v úvahu nízký počet respondentů – učitelů, jde o velmi znepokojující zjištění. Sebehodnocení žáků dobře korelovalo s jejich skutečnou úspěšností při řešení úloh, což ukazuje, že žáci dokážou odhadnout své schopnosti lépe než jejich učitelé.

V dotazníku byla dále sledována frekvence určitých obecných činností ve výuce chemie. Učitelé i žáci shodně označili většinu činností za málo procvičované. Odlišně byla vnímána frekvence aktivity „navrhování postupu možného řešení úlohy nebo problému“. Žáci se domnívají, že tato aktivita je vyžadována poměrně často, zatímco jejich učitelé uvádějí její frekvenci ve výuce mnohem nižší než žáci. Naopak situaci, že je požadováno od žáků, aby „sami kladli otázky související s problémem“ a aby „ze získaných informací vytvořili stručné a výstižné závěry“, uvedli ve větší míře učitelé než žáci.

Učitelé v dotazníku také hodnotili důležitost vybraných obecných dovedností. Jako „nepříliš významnou“ hodnotili pouze úlohu 8a, týkající se zápisu chemické rovnice, a to pouze učitelé čtyřletého gymnázia. Většina ostatních odpovědí se pohybovala kolem průměrné hodnoty 2, tj. „významná“. Jak již bylo uvedeno, tato zjištění by mohla být ovlivněna obavou vyučujících vyjádřit se negativně, protože z jejich pozice nebylo dotazníkové šetření plně anonymní.

5. Testování dosaženého kurikula žáků 5. ročníků

Pro účely hodnocení úrovně dovedností žáků po ukončení prvního stupně základní školy, tedy žáků 5. ročníků základních škol byl sestaven společný test pro biologii, geografii a chemii, a to z toho důvodu, že na 1. stupni základní školy nejsou tyto předměty jednotlivě vyučovány a jejich vzdělávací obsah zahrnují předměty přírodověda a vlastivěda. Na základě předchozích dlouhodobých výzkumů (Čížková et al., 2009; Čtrnáctová, 2001a; Řezníčková, 2003a) byly stanoveny požadavky na test a vytvořeny odpovídající testové úlohy. Testování bylo zaměřeno na pět základních dovedností: klást otázky související s přírodovědnými tématy, získávat informace z různých zdrojů (text, tabulky, grafy, schémata, obrázky aj.), organizovat a vyhodnocovat výsledky a formulovat závěry.

Obsah testu sledoval „příběh“ z praktického života, který se týkal otevření nové pískovny v blízkosti fiktivní obce Radostín a změny prostředí způsobené touto těžbou. Jednotlivé testové úlohy byly vytvořeny v souladu s jednotlivými fázemi obecného modelu řešení problémů (kladění otázek, získávání informací, analyzování a organizace informací, interpretace a formulace závěrů) a také v souladu s pětietapovým učebním cyklem 5E (Bybee & Landes, 1990; Colburn, 2000), který zahrnuje fáze zapojení, zkoumání, zpracování, zobecnění a zhodnocení (obdobně v češtině cyklus 5Z, blíže Čtrnáctová & Mokrejšová, 2013) a představuje tak analogii vědeckého bádání.

Test byl zadán nejprve formou pretestu 81 žákům, přičemž tyto výsledky nebyly zahrnuty do celkového vyhodnocení. Po analýze výsledků pretestu následovala úprava testu. Kompletní podoba testu je uvedena v příloze G4.

Finální verzi testu vyplnilo celkem 371 žáků, ve všech případech se jednalo o žáky 5. ročníků základních škol. Z celkového počtu respondentů bylo 195 chlapců (52,6 %) a 176 dívek (47,4 %). Respondenti pocházeli celkem z deseti krajů Česka.

5.1 Charakteristika úloh a vyhodnocení úspěšnosti žáků 5. ročníku

Na úvod textu popisujícího jednotlivé testové úlohy a také výslednou úspěšnost žáků v těchto úlohách považujeme za nezbytné zhodnotit míru spolehlivosti zjištěných údajů. K hodnocení reliability bylo užito Cronbachova alfa, jehož hodnota v rámci celého testu činí 0,792. Tento ukazatel narůstá s počtem úloh, lze proto předpokládat, že v případě většího počtu úloh by Cronbachovo alfa dosáhlo vyšší hodnoty. Za tímto účelem byl tento ukazatel přepočítán pro test o 20 položkách (pomocí upraveného tzv.

věšteckého vzorce – více viz kap. 5.2). Pokud by test měl 20 úloh, pak by při zachování vlastností úloh dosáhlo Cronbachovo alfa hodnoty 0,809.

Při podrobnějším pohledu lze pak konstatovat, že všech pět hlavních úloh zvyšuje celkovou reliabilitu testu, tudíž je lze z tohoto pohledu označit za vhodně konstruované. Až na úrovni podúloh byly identifikované testové položky, které mírně snižovaly hodnotu reliability, a to konkrétně podúlohy 2b a čtvrtá položka v úloze 5 (viz tab. 57). Nicméně jejich vliv na reliabilitu nebyl natolik zásadní, aby bylo rozhodnuto je z testu vypustit.

Z výše uvedených hodnot lze tedy konstatovat, že data zjištěná pomocí testu přírodovědných dovedností jsou dostatečně spolehlivá a je možné na jejich základě formulovat určité závěry.

Tab. 57 – Reliabilita úloh v testu

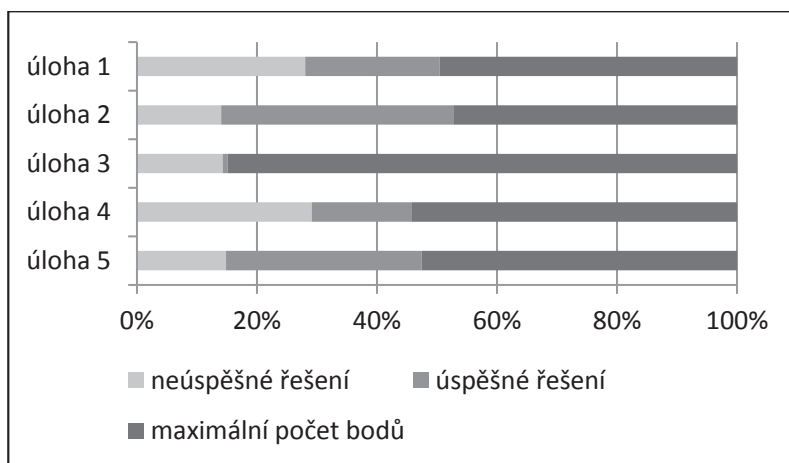
	Cronbachovo alfa
úloha 1	0,787
úloha 2	0,788
úloha 2a	0,816
úloha 2b	0,787
úloha 2c	0,784
úloha 2d	0,777
úloha 3	0,786
úloha 4	0,781
úloha 4a	0,780
úloha 4b	0,770
úloha 4c	0,768
úloha 4d	0,762
úloha 5	0,791
úloha 5a	0,777
úloha 5b	0,785
úloha 5c	0,799
úloha 5d	0,772
test	0,792

Poznámka: Tabulka udává hodnoty Cronbachova alfa celého testu, pokud by byly jednotlivé úlohy z testu vypuštěny.

5.1.1 Vyhodnocení úspěšnosti jednotlivých úloh v testu pro 5. ročník

Jednotlivé úlohy byly hodnoceny bodově, za každou úlohu bylo možné získat maximálně 4 body, za úspěšně splněnou byla považována úloha, za kterou žák získal alespoň 3 body. Úspěšnost žáků při řešení jednotlivých úloh je patrná z grafu 31. Pro každou úlohu je zvlášť vyjádřen podíl žáků, kteří úlohu úspěšně vyřešili a žáků, kteří dosáhli maximálního počtu bodů.

Graf 31 – Úspěšnost žáků při řešení jednotlivých úloh.



Úloha 1 testovala dovednost klást otázky a byla formulována jako souvislý text. Žáci byli uvedeni do situace, že jsou obyvateli města, ve kterém má být vybudována pískovna. Úkolem žáků bylo formulovat dvě otázky, které by položili vedení města v souvislosti s plánovaným vybudováním pískovny. Důkladná analýza odpovědí žáků na tuto úlohu je uvedena v kapitole 5.2.

Úloha 2 ověřovala dovednost získávat potřebné informace ze schématu, mapy či grafu. Součástí úlohy byl náčrt lesa, ve kterém má dojít k těžbě dřeva. Na některých místech lesa se vyskytuje pouze jeden druh stromů, na jiných místech je les smíšený. Žáci měli za úkol vyčíst z náčrtu informace, kterých částí lesa se těžba dotkne a jakým způsobem. Dovednost byla ověřována prostřednictvím čtyř tvrzení, o jejichž správnosti či nesprávnosti měli žáci na základě studia poskytnutých podkladů rozhodnout. Celkem mohli za tuto úlohu získat až 4 body. Celková úspěšnost úlohy činila 82,4 % (tito žáci získali alespoň 3 body), maximální počet bodů získalo 47,2 % žáků.

Úloha 3 zjišťovala dovednost uspořádat a vyhodnotit informace ze schématu, mapy či grafu. Součástí úlohy byla mapka se zakreslenou oblastí těžby a vyznačenými čtyřmi místy, kde bydlí žáci kamarádi (viz test v příloze G4). Úkolem žáků bylo rozlišit na mapce území s různou mírou hluku způsobeného těžbou a seřadit místa podle míry zatížení hlukem. V závislosti na počtu správně seřazených míst bylo možné v této úloze získat až 4 body. Většina žáků (celkem 87,1 %) byla schopna tuto úlohu vyřešit, tzn. správně seřadit uvedená místa podle hlučnosti od nejméně hlučného po nejhlučnější. Žáci s nulovým bodovým ohodnocením (celkem 11,1 % žáků) seřadili místa většinou v opačném pořadí, čili z důvodu nepozornosti úlohu nevyřešili správně dle zadání.

Úloha 4 zjišťovala dovednost žáků analyzovat údaje získané z textu, tabulky nebo grafu, a to konkrétně dovednost analyzovat údaje získané z tabulky. Žáci měli k dispozici tabulku se zaznamenanými daty před těžbou a během těžby, přičemž jejich úkolem bylo posoudit, jaká byla hodnota prašnosti před těžbou a v průběhu těžby, jak se změnilo množství vody ve studních a kolikrát se zvýšil počet projíždějících nákladních aut. Analýza dat měla tři stupně obtížnosti. První soubor dat bylo možné získat pouhým vyčtením z tabulky, druhý porovnáním dat v tabulce a třetí výpočtem rozdílu dvou hodnot z tabulky. Celková úspěšnost úlohy (žáci získali alespoň 3 body) činila 78,2 %, maximálního počtu bodů (4 body) dosáhlo v této úloze 54,2 % žáků. Polovičního počtu bodů dosáhlo 21,3 % žáků. Tito žáci většinou pouze správně odečetli hodnoty z tabulky. Pro žáky, kteří naopak zvládli i operace se získanými hodnotami, obvykle nebyl problém porovnat, resp. vypočítat zbývající dvě hodnoty (tzn. získat plný počet bodů).

Úloha 5 byla zaměřena na zjišťování dovednosti formulovat závěry. Na základě úryvků z rozhovoru novinářů a vedení města měli žáci posoudit, zda starosta odpověděl pravdivě a přímo na čtyři položené otázky. Úspěšnost první části této úlohy byla 81,7 %. Přestože v otázce i v odpovědi bylo použité totéž slovo – vysychání, žáci častěji chybovali pravděpodobně kvůli rozsahu textu. Ve druhé části byla úspěšnost vyšší, celkem 85,2 %. Otázka i odpověď jsou formulované v nepřímých rozvitých větách. Třetí část byla pro žáky nejnáročnější. To je patrně způsobeno tím, že odpověď není formulovaná přímo a žáci museli hledat jejich skrytý význam. Celková úspěšnost činila 79,3 %. Čtvrtá část úlohy byla pro žáky naopak nejsnazší (přestože formulace odpovědi je poměrně rozsáhlá, končí jasným sdělením). Úspěšnost této části úlohy byla 82,8 %.

5.1.2 Vliv pohlaví na úspěšnost žáků 5. ročníků při řešení testu

Za účelem zjištění vlivu pohlaví na úspěšnost žáků v testu byla provedena analýza pomocí Mann-Whitneyho U-testu. Významný vliv pohlaví na úspěšnost žáků v testu se

statistickou analýzou neprokázal, což dokazuje i porovnání celkové úspěšnosti chlapců (80,7 %) a dívek (82,7 %), kdy rozdíl mezi nimi činí pouze 2 %.

Na hladině významnosti 0,05 se vliv pohlaví prokázal pouze u jedné podúlohy, a sice u druhé položky v úloze 5, tedy u posouzení správnosti odpovědi na danou otázku. V této podúloze byly úspěšnější dívky (90,8 %), přičemž chlapci dosáhli v průměru o 10 % horších výsledků. Určitý vliv pohlaví na úspěšnost žáků (avšak již ne na hladině významnosti 0,05) se prokázal také u druhé podúlohy u úlohy 4 (vliv by se prokázal na hladině významnosti 0,075) zaměřené na získávání a analyzování informací z tabulky. V tomto případě byly opět úspěšnější dívky, avšak rozdíl v úspěšnosti obou skupin již činil pouze 5,5 %. Pokud posoudíme pouze jednotlivé úlohy (a nikoliv podúlohy), pak u žádných z nich se neprojeví rozdíly v úspěšnosti skupin rozdělených dle pohlaví. Největší vliv lze vysledovat u úlohy 1 (na hladině významnosti 0,086), kterou opět úspěšněji řešily dívky, a to s průměrnou úspěšností 81,2 %, zatímco chlapci s úspěšností 75,5 %.

5.1.3 Přírodovědné dovednosti žáků 1. stupně základní školy

Z výsledků provedeného výzkumu lze usuzovat, že zhruba čtyři pětiny žáků zvládly testované dovednosti na požadované úrovni. Nejvyšší úspěšnosti dosáhli žáci v úloze zaměřené na zjišťování dovednosti uspořádat a vyhodnotit informace ze schématu, mapy či grafu (úloha 3). Konkrétně žáci získávali informace z jednoduchého náčrtku, který připomínal mapu.

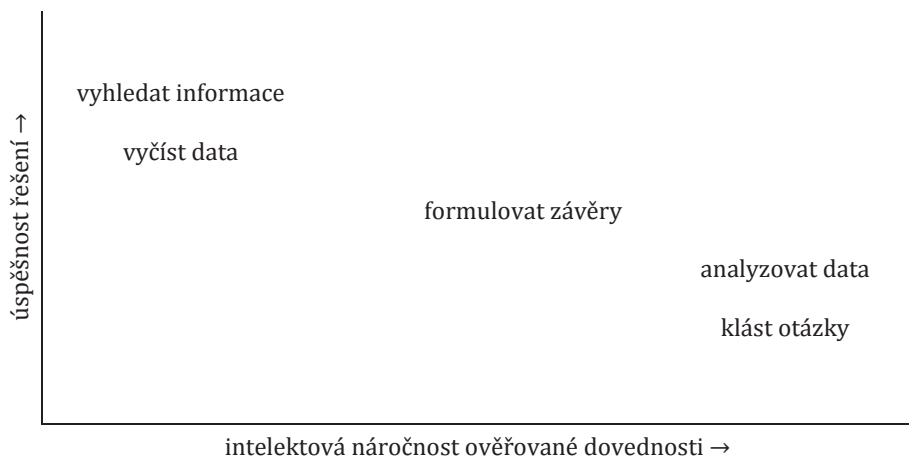
S podobnou mírou úspěšnosti vyřešili žáci také další úlohu, která byla zaměřena na ověřování dovednosti získávat potřebné informace ze schématu, mapy či grafu (úloha 2 – v tomto případě žáci získávali informace ze schematického nákresu lesa) a úlohu, která ověřovala dovednost formulovat závěry (úloha 5). U těchto dvou úloh byl sice podíl žáků, kteří úlohu úspěšně vyřešili, podobný jako v případě úlohy 3, ale podíl žáků, kteří dosáhli maximálního počtu bodů, byl výrazně nižší.

Nejnižší úspěšnosti dosáhli žáci při řešení úloh zaměřených na testování dovednosti klást otázky (úloha 1 – podrobný rozbor úlohy je náplní kap. 5.2) a dovednosti analyzovat údaje získané z tabulky (úloha 4). Převážná většina žáků sice prokázala dovednost vyčíst údaje z tabulky, zhruba čtvrtina žáků však nedokázala s těmito údaji provést další požadované operace.

Získané výsledky naznačují, že testovaná skupina žáků z větší části prokázala požadovanou úroveň ověřovaných dovedností, s narůstající úrovní intelektové náročnosti

úloh a se vzrůstající potřebou kreativity pro jejich vyřešení se úspěšnost řešení snižovala. Tuto závislost velmi zjednodušeně znázorňuje obr. 5.

Obr. 5 – Schematické znázornění vztahu mezi intelektovou náročností ověřovaných dovedností a úspěšností řešení úloh, které tyto dovednosti ověřovaly



5.2 Dovednost kladení otázek

Úloha zaměřená na dovednost klást otázky byla součástí obsáhlejšího písemného testu (viz výše). Každý testovaný žák měl zapsat dvě otázky, které by položil starostovi fiktivní obce v simulované situaci připravované těžby písku v blízkosti obce. Přesné zadání úlohy bylo následující:

Rámeček 7 – Zadání úlohy 1

Představ si, že bydlíš v rodinném domku v malém městě Radostín. V lese za tvým domem je několik chráněných stromů. Všichni tvoji sousedé si pěstují zeleninu a květiny, které zalévají vodou z vlastních studní.

Pan starosta nechal rozhlásit, že v lese začnou těžit písek. Každý může panu starostovi položit několik otázek. Například soused Novotný se chce zeptat, jak bude pískovna velká. Napiš dvě otázky k danému tématu, které bys panu starostovi položil ty.

Otázky, které žáci navrhli, byly vyhodnocovány dvěma nezávislými hodnotiteli v souladu s pravidly obsahové analýzy (blíže viz např. Miovský, 2006; Hendl, 2008). Za základní metodu byla zvolena metoda vytváření trsů, jejíž podstata spočívá v seskupování výroků do skupin na základě jejich vzájemné podobnosti. Tímto procesem vznikají obecnější kategorie, přičemž zařazení konkrétního výroku do dané kategorie je asociováno určitými opakujícími se znaky, charakteristickým uspořádáním apod. (blíže k metodě vytváření trsů viz např. Miovský, 2006).

Každý hodnotitel navrhl vlastní kategorie, do nichž rozřadil žákovské otázky. Následně byly klasifikace obou hodnotitelů konfrontovány. Bylo zjištěno, že základní pojetí klasifikace je u obou hodnotitelů velmi podobné, rozdíly byly zejména v širší vymezení jednotlivých kategorií klasifikovaných otázek. Po následném důkladném prodiskutování se oba hodnotitelé shodli na společné klasifikaci otázek kladených žáky. Tato klasifikace je předložena v následujícím textu.

Pro usnadnění práce byly navrhované otázky označeny kódem, který byl složen z číslice 1–371 umožňující anonymizovanou identifikaci žáka a písmene *a* nebo *b* pro rozlišení první a druhé otázky daného žáka.

Z celkového počtu 371 testovaných žáků pouze 3 žáci (tj. 0,81 %) nenavrhli žádnou otázku, 15 žáků (tj. 4,04 %) vyplnilo pouze jednu otázku. Celkem tedy bylo při klasifikaci pracováno se souborem 724 otázek.

Žákovské otázky byly roztríděny do pěti základních kategorií, většina kategorií byla dále dělena na podkategorie. Otázku bylo možné zařadit i do více kategorií, resp. podkategorií, v praxi však byla tato možnost využita pouze v několika případech (např.: *Bude to veliké a bude to dělat hlasité zvuky?*). Podíl odpovědí v jednotlivých kategoriích je uveden v tab. 58.

Tab. 58 – Podíl otázek v jednotlivých kategoriích a podkategoriích

Kategorie	Podkategorie	Počet otázek	Podíl na celkovém počtu otázek
Rozšiřující informace o těžbě	prostorový rozsah těžby	33	4,4 %
	upřesnění místa těžby	40	5,4 %
	časové vymezení těžby	69	9,3 %
	ostatní technické detaily	44	5,9 %
		186	25,1 %

Důvody těžby	všeobecné zdůvodnění těžby	71	9,6 %		
	všeobecné zdůvodnění místa	44	163	5,9 %	22,0 %
	zdůvodnění těžby v lese	48		6,5 %	
Důsledky (dopady) těžby	vliv na životní prostředí	274		36,9 %	
	přímý vliv na obyvatele	16		2,2 %	
	hospodářský přínos	54	353	7,3 %	47,6 %
	co bude po ukončení těžby?	9		1,2 %	
Osobní otázky na starostu		20		2,7 %	
Nesmyslné otázky		10		1,3 %	

5.2.1 Klasifikace žákovských otázek

V následujícím přehledu uvádíme rozdělení žákovských otázek do jednotlivých kategorií a podkategorií.

5.2.1.1 Otázky zjišťující další informace

První skupina otázek zahrnovala otázky, prostřednictvím kterých se tazatel snaží dozvědět více informací o navrhované těžbě. Odpověď na některé z těchto otázek by tazateli mohla pomoci představit si, jak bude místo zasažené těžbou písku vypadat. Na většinu těchto otázek by se hypotetickému starostovi nejspíš snadno odpovídalo (jde o konkrétní fakta, která by nejspíš v takové situaci byla známa), z některých otázek zařazených v této kategorii však není jasné, proč je tazatel klade a především jak by případná odpověď ovlivnila jeho postoj k chystané těžbě.

Otázky zařazené do této kategorie byly dále rozčleněny do několika podkategorií. Do první podkategorie byly zařazeny otázky, které se vztahovaly k prostorovému rozsahu těžby. Do stejné kategorie by spadala i vzorová otázka „*Jak bude pískovna velká?*“, kterou měli žáci uvedenu v zadání. Někteří žáci tuto vzorovou otázku zopakovali, ať už to bylo doslova, nebo pouze s drobnými úpravami (např.: „*Pane starosto, jak bude pískovna velká?*“, „*Bude ta pískovna malá nebo velká?*“, „*Jakou plochu zaujme?*“, „*Kolik bude měřit ta pískovna?*“, „*Jak prostorná pískovna bude?*“, „*Kolik metrů to bude měřit?*“ apod.). Několik žáků tuto otázku pouze minimálně upravilo a položilo otázky, které se vztahovaly k hloubce či šířce pískovny („*Jak bude pískovna široká?*“, „*Jak to bude hluboké?*“) apod.

Druhá podkategorie otázek se týkala upřesnění místa těžby (např.: „*Jak bude daleko?*“, „*Jak to bude daleko od města?*“, „*Na mýtině uprostřed lesa?*“, „*Bude písek těžěn v oblasti lesa, kde to nikomu vadit nebude?*“, „*V jaké části lesa bude těžišť?*“ apod.). V několika případech byla otázka formulována ve vztahu k bydlišti tazatele (např.: „*Bude to blízko mého domu?*“, „*Bude z mého domu vidět?*“, „*Bude to přesahovat přes naši zahradu?*“, „*Jak blízko bude u mého pozemku?*“, „*Jak daleko bude pískovna od mého baráku?*“, „*Budete sekat i naše zahrady?*“ apod.). S touto podkategorií otázek velmi úzce souvisí i otázka „*Kudy se bude jezdit do pískovny?*“.

Do třetí podkategorie této skupiny byly zařazeny otázky, které se vztahovaly k časovému vymezení těžby (zejména se jednalo o otázky „*Jak dlouho se bude těžít?*“ a „*Kdy se začne těžít?*“, případně „*Od kolika do kolika se bude těžít?*“, „*Jak dlouho se tam bude pracovat?*“, „*Jak často se bude v lese těžít písek?*“, „*Budou pracovat i o víkendu?*“ apod. Za chybný prekoncept lze označit otázky typu „*Kdy bude pískovna hotová?*“, nebo „*Kdy bude pískovna postavena?*“. Otázky tohoto typu se objevovaly překvapivě často (celkem 11krát) a ukazují na chybnou představu tazatele o tom, jak těžba písku probíhá (pískovna se ve skutečnosti nestaví a není nikdy hotová).

Poslední podkategorii otázek v této skupině by bylo možné charakterizovat jako dotazy na ostatní technické detaily těžby. Patřily by sem četné otázky zjišťující množství vytěženého písku („*Kolik se vytěží písku?*“, „*Kolik tun písku tam bude?*“, „*Bude se hodně těžít?*“), vzhled pískovny („*Jak bude pískovna vypadat?*“, „*Jak bude těžba vypadat?*“), způsob těžby („*A jak to bude všechno probíhat?*“, „*Jaké stroje tam budou pracovat?*“), kdo bude v pískovně pracovat („*Kolik tam bude dělníků?*“, „*Budou tam pracovat i místní lidé?*“, „*Mohla bych tam dostat práci?*“) či podrobnosti k písku („*Jakou barvu by měl ten písek?*“). Několik otázek vyvolávalo také pochybnost, zda v daném území vůbec písek je a zde je ho tam dostatek („*Jak víte, že je tam ten písek?*“, „*Je tam vůbec hodně písku?*“).

5.2.1.2 Otázky zjišťující důvody těžby

Do druhé skupiny otázek byly zařazeny otázky zaměřené na důvody těžby a na důvody její lokalizace na daném místě (zejména lokalizace v lese). Také tuto kategorii otázek jsme dále rozčlenili na několik podkategorií.

Do první kategorie jsme zařadili otázky, které se všeobecně zajímaly o důvody těžby. Nejčastěji se jednalo o otázku: „*Proč se bude těžít?*“, objevily se také otázky „*Jaký to má smysl?*“, „*Je to správné?*“, „*Je těžba nutná?*“, „*Opravdu potřebujeme pískovnu?*“, „*Na co budou písek používat?*“, „*Nemůžeme si radši kupovat písek za dobré peníze?*“, případně „*A kdo to vymyslel?*“.

Druhá podkategorie zahrnovala otázky, jejichž tazatel se chtěl zeptat, proč bude těžba probíhat právě na daném místě (a ne jinde). Vedle nejčastější otázky: „*Proč zrovna tady?*“, se objevovaly také otázky: „*Proč ta pískovna není dál od města?*“, „*Pane starosto, proč jste dal těžít písek nad naším bydlíštěm?*“, „*Nemůže být postavena dál od vesnice?*“ apod.

Poslední podkategorie úzce souvisí s předchozí podkategorií, jednalo se o četnou otázku „*Proč zrovna v lese?*“, případně rozvinutou do podoby „*A proč právě tady v lese, proč né v poušti, tam je písku dost?*“ nebo „*Může se v lese těžít písek?*“.

5.2.1.3 Otázky zaměřené na dopady těžby (na životní prostředí a obyvatele)

Do třetí skupiny otázek byly zařazené otázky, které se vztahovaly k dopadům těžby. Většinou se jednalo o dopady na přírodu, resp. na životní prostředí a na obyvatele fiktivní obce Radostín. V porovnání s předchozími dvěma skupinami otázek lze tyto otázky charakterizovat jako poněkud pokročilejší, neboť tazatel se dozvídá informace, které přímo souvisí s budoucností území, jež se ho více či méně osobně dotýká.

První podkategorie otázek, kterou jsme v rámci této kategorie vyčlenili, se vztahovala k vlivům na životní prostředí. Jednalo se buď o obecný vliv na životní prostředí jako celek (např.: „*Nebude pískovna nějak škodit?*“, „*Jaký dopad to bude mít na životní prostředí?*“, „*Budete ničit chráněné místo?*“, „*Jaký to bude mít vliv na město?*“ apod.) nebo o vliv na některou jeho konkrétní složku. V tomto případě byla nejčastější obava o stromy, resp. les (např.: „*Budete kvůli tomu kácet stromy?*“, „*Kolik pokácení stromů?*“, „*A co ty chráněné stromy?*“, „*Poškodily by se stromy v okolí?*“, „*Kolik procent lesa se bude kácet?*“, „*Kam se přesadí chráněné stromy?*“, „*Jestli se budou dávat kolem stromů pletiva nebo ochranné stavby?*“ apod.). Tyto otázky se vyskytovaly s velmi vysokou četností. Celkem 135krát, z toho u jednoho žáka to byly dokonce obě otázky. To znamená, že alespoň jednu takovou otázku položilo 134 žáků z 371, tj. 36,1 % žáků.

Poměrně častá byla také obava o podzemní vodu (resp. vodu ve studních, vodu na zalévání apod.), např.: „*Zůstane voda i nadále pitná?*“, „*Lidé mají strach, že ve studních bude méně vody, co s tím chcete udělat?*“, „*A jak nahradíte naše studny?*“ apod. Z formulace několika otázek souvisejících s vodou bylo patrné, že žáci si situaci příliš nedovedou představit (chybné prekoncepty) – např.: „*Může to nakazit vodu ve studních?*“, „*Jak dlouho nepoteče voda?*“, „*Bude tam čistá voda?*“, „*Kolik vody je ve studni?*“ apod.

Z otázek byla zřejmá také četná obava o nadměrnou hlučnost („*Bude pískovna hlučná?*“, „*Jaký bude rámus při jejich práci?*“, „*Bude to hlasitě hučet?*“), prašnost („*Nebude z této pískovny vycházet množství prachu?*“), znečištění ovzduší („*Nepoškodí to vzduch?*“,

„Nebude to vypouštět hnusy do povětří?“ „Nebude to smrdět?“) nebo narušení stability horninového prostředí, resp. půdy („Nedojde k sesuvům půdy?“). Objevily se také otázky, z nichž byla patrná obava o zvířata a rostliny („Ohrozí tato akce nějaké živočichy či rostliny?“ „Co se stane se zvířaty v lese?“ „Neublíží to nějakým zvířátkům?“) či o zahrady („Nepoškodí to zahrady?“).

Druhá podkategorie otázek se vztahovala k přímým vlivům na obyvatele („Jak pískovna zasáhne do našeho života?“ „Bude to bezpečné?“ „Naroste provoz?“ „Budou si tam děti potom nadále hrát?“ „Já bych se chtěl zeptat, jak to bude hrozné pro obyvatele Radostína.“ „Budeme moci chodit na procházky do lesa, až se pískovna postaví?“ „Budou s tím mít něco společného obyvatelé?“ „Nebude to vadit sousedním domům?“ apod.). Objevovaly se i otázky zaměřené na postoj obyvatel („A souhlasili by s tím lidé v okolí?“ „Budou lidé rádi?“). Z některých otázek byly rovněž patrné chybné prekoncepty („Necháte nás tam bydlet?“ „Budeme těžit i my?“ apod.).

Do třetí podkategorie byly zařazeny otázky zaměřené na hospodářský, resp. finanční efekt chystané těžby („Kolik (nás) to bude stát?“ „Kde vezmete peníze na stavbu pískovny?“ „Na co budou investovány vydělané peníze?“ „Kam za to budou docházet peníze?“ „Za kolik se bude písek prodávat a jestli se vůbec prodávat bude?“ „Přinese nám to něco?“ „Kolik na tom město vydělá ročně?“ „A co z toho budeme mít?“ „Co z toho máme my?“ „Čemu to pomůže?“ „Bude z toho mít Radostín užitek?“ „K čemu bude pro lidi písek dobrý?“ „Co se z toho písku bude vyrábět?“ „K čemu se bude využívat natěžený písek?“ apod.

Poslední podkategorie otázek se vztahovala ke stavu po ukončení těžby („Co bude s pískovnou po ukončení těžby?“ „Bude pak v pískovně voda?“ „Zeptala bych se, jestli se to někdy zruší.“ „A co bude, až v pískovně bude málo písku a už nebude co těžit?“).

5.2.1.4 Osobní otázky směřované na starostu obce

Samostatná, čtvrtá skupina otázek, byla vyčleněna pro otázky, které směřovaly přímo k osobě starosty. Vedle otázek, které se zaměřovaly na zjišťování starostova osobního názoru na chystanou těžbu, byla do této kategorie zařazena i některá vyjádření, která lze klasifikovat jako osobní útok na jeho osobu.

Konkrétně se jednalo o otázky zaměřené na soulad těžby se zákony: „Není to trestný čin?“ „Máte svolení poničit krásnou přírodu?“ „Máte povolení od CHKO (nebo od toho, kdo to vlastní)?“ a se zájmy lidí: „Neměl byste se zeptat i občanů, co když s tím nesouhlasí?“ „Většina lidí s tím asi nebude souhlasit, co s tím chcete dělat?“ „Jestli si je vědom, že nám tím značně zneprjemní život.“ Část otázek zjišťovala osobní postoje starosty:

„Máte rád přírodu?“, „To vám nevadí ničit přírodu?“, „Proč jste k těžbě vůbec svolil?“ a k jeho osobnímu prospěchu z celé akce: „A na co vám to bude?“, „Kolik za to dostanete peněz, když se to postaví?“, „Přece tam žijou zvířata a rostou lesy, jde vám jenom o peníze!“. Několik otázek bylo spíše poukazováním na jiné problémy v obci: „Jestli pan starosta nechce postavit lavičku?“, „Že by zavedl kanalizaci?“ nebo dokonce osobním útokem na osobu starosty: „Vypadni z mého pozemku jsou to moje stromy!“, „Proč je chcete vykácet vy hnusáci, ať už vás tu nevidím ty prevíte!“, v ojedinělých případech i bez jakékoliv souvislosti s chystanou těžbou: „Můžu se podívat k vám domů?“

5.2.1.5 Nesmyslné a nelogické otázky

Poslední skupinu otázek tvořily otázky a vyjádření, které byly nesmyslné, ať už formulací nebo významem: „Kolik to bude vážit?“, „Budou se oddělovat pískovce.“, „Co v tom bude takového.“, „Proč všichni sousedé pěstují zeleninu a květiny kterou zalévají z vlastních studní?“. Podíl těchto otázek byl zanedbatelný (pouze 1,3 %).

5.2.2 Celkové vyhodnocení

Zadaný úkol vypracovala většina testovaných žáků. Pouze tři žáci (tj. 0,81 %) nevyplnili ani jednu otázku, dalších 15 žáků (tj. 4,04 %) vyplnilo pouze jednu otázku. Celkem u 32 žáků (tj. 8,62 %) byly položené otázky hodnoceny po obsahové stránce jako velmi podobné. Jednalo se například o tyto dvojice otázek: „Jak bude voda hluboká?“ – „Bude to pískoviště hluboké?“, „Můžu se zeptat, na co chcete těžít písek?“ – „Proč ho potřebujete?“, „Bude ta pískovna malá nebo velká?“ – „Kolik metrů bude měřit?“, „Proč to chce dělat?“ – „Čemu to pomůže?“, „K čemu to bude dobré?“ – „Proč to chce těžít?“ apod. V jednom extrémním případě se dokonce jednalo prakticky o dvojí zopakování vzorové otázky: „Pane starosto, jak bude pískovna velká?“ – „Bude pískovna malá nebo velká?“.

Při vyhodnocování odpovědí bylo zaznamenáno časté používání nevhodných termínů a u řady žáků byly identifikovány chybné představy o realitě (tzv. miskoncepty). Nevhodné termíny byly použity zejména pro označení místa těžby (*těžišť*) a pískovny (*pískoviště*). Miskoncepty se týkaly především představy, jak bude těžba probíhat. Na základě získaných odpovědí lze totiž usoudit, že někteří žáci si představují pískovnu jako stavbu („Kdy bude pískovna hotová?“, „Za jak dlouho bude pískovna postavená?“ apod.). Na nepochopení podstaty problému lze usoudit také z otázek: „Odkud by byl písek dovezen?“, „Proč budete těžít písek v lese a né v lomu?“ a „Jak dlouho nepoteče voda?“. Na poněkud přehnanou představu o vlivu těžby písku na životní prostředí lze usuzovat z otázky „Nezamoří vodu ze studen?“. Další miskoncepty byly zmíněny výše.

Posuzování otázek z jazykového hlediska nebylo předmětem tohoto výzkumu, není však bez zajímavosti, že téměř čtvrtina všech otázek nebyla zakončena otazníkem (lze předpokládat, že v mnoha případech to bylo nejspíš z nedbalosti) a frekvence pravopisných i stylistických chyb byla i přes věk respondentů závažnější.

Z celkového zhodnocení relevance otázek vyplývá, že 50,2 % žáků bylo schopno položit dvě relevantní otázky, které vyhovovaly všem zadaným kritériím. Dalších 44,3 % žáků vytvořilo alespoň jednu takovou otázku a pouze 5,5 % žáků nevytvořilo ani jednu smysluplnou otázku. Téměř polovina otázek, které žáci pokládali, byla zaměřena na možné důsledky těžby, a to zejména na ovlivnění životního prostředí, nejčastěji stromů a lesa. Zhruba čtvrtina otázek byla formulována tak, aby se tazatel dozvěděl další informace o chystané těžbě a jejím průběhu, necelá čtvrtina otázek pak byla zaměřena na zdůvodnění těžby. Několik otázek bylo formulováno jako osobní dotaz (ojediněle i útok) na osobu starosty. Podíl nesmyslných a nelogických otázek byl zanedbatelný.

nedostatek času ve výuce. Upozorňují také na skutečnost, že dovednosti nelze rozvíjet bez určitého základu znalostí.

Provedený výzkum mimo jiné ukázal, že při diskusi s učiteli na téma osvojování dovedností ve výuce zeměpisu musíme počítat, vlivem nejednotného obsahového vymezení základních pojmů, s určitými „šumy“ v komunikaci. Příkladem komunikačního mínění je skutečnost, že někteří učitelé nerozlišují osvojování dovedností od znalostí. Do odpovědí se jim znalosti vkrádají na mnoha místech rozhovoru. Například na otázku, „Které dovednosti jsou ve výuce zeměpisu ve hře“, respondent odpovídá: ... *„ráda bych, aby moji studenti měli nějaký obsah, co se týče základních termínů, které by dokázali následně používat v běžné mluvě“*. Někteří respondenti zaměňují procvičování dovedností s ověřováním. Na otázku, jak dovednosti procvičujete ve výuce zeměpisu, zazněla odpověď: *„K procvičování využíváme dvě standardní metody, tzn. testování a pak jakoby řízené zkoušení“*. Při diskusi o dovednostech žáků ne každý respondent dokázal oddělit vlastní činnosti od činností žáků. Z některých výpovědí tak spíše vyplývá, že během výuky zeměpisu si určité dovednosti procvičuje především učitel. Například při třídění zdrojů informací dle významu jeden respondent odpověděl: *„Já hodně využívám mapy ... ty prakticky neopouštím nikdy ... když probírám i třeba věci, které se týkají politiky a dalších věcí, tak vždycky ukazuju ty místa, o kterých hovořím a snažím se to nějak propojovat.“*

6.3 Výpovědi učitelů chemie

Hlavním záměrem přípravy a realizace polostrukturovaných rozhovorů s učiteli bylo porozumění širším souvislostem, které brání nebo podporují rozvoj určitých dovedností žáků, potřebných pro činnostní výuku. Výsledky tohoto šetření tak navazují na závěry zjištěné v předchozích kapitolách, především v kapitole 3 a 4.

Cílem rozhovorů bylo především získání odpovědí na následující otázky:

1. Jak učitelé chemie vnímají pojem dovednost?
2. Které dovednosti, spojené s procesem řešení problémů, pokládají učitelé chemie pro žáky za nejobtížnější?
3. Jak reagují učitelé chemie na otázku, jestli je možné naučit většinu žáků formulovat chemické otázky?
4. Které informační zdroje ve výuce chemie pokládají učitelé za důležité a které naopak využívají nejméně, až zamítají?

5. Jakou zkušenost mají učitelé chemie s tím, když žáci mají samostatně zpracovávat zjištěné informace?
6. Které obecné a specifické dovednosti související s prací s informacemi jsou v chemii systematicky procvičovány?
7. Jakým způsobem respondenti hodnotí, případně navrhují hodnotit úroveň osvojených dovedností při práci s periodickou tabulkou, případně učebnicí chemie?
8. Které překážky, podle názorů respondentů, brání procvičování vybraných dovedností ve výuce chemie?

Základem chemických rozhovorů bylo osm okruhů otázek, které byly podle potřeby doplňovány dalšími dotazy. Osnova rozhovoru je patrná z tab. 65.

Tab. 65 – Osnova polostrukturovaného rozhovoru s učiteli chemie

Osnova rozhovoru	Příklady položených otázek
Žádost o svolení natáčení	Prosím o vyjádření souhlasu s natáčením rozhovoru. Výsledky budou zpracovány anonymně v rámci projektu GA ČR, který je zaměřený na výzkum dovedností.
Identifikační údaje	muž, žena Jaká je vaše aprobace? Ke kterému z těchto aprobačních oborů více inklinujete? Jak dlouho učíte chemii? Na jakém typu školy učíte?
Prvotní obsahové přiblížení pojmu dovednost	Tématem našeho rozhovoru budou dovednosti potřebné v chemii. Tento pojem je vnímán různě. Co si představujete pod pojmem „dovednosti“?
Opětovné obsahové přiblížení pojmu dovednost (na konkrétním příkladu)	Můžete uvést nějaké příklady dovedností? Kterým dovednostem ve výuce přikládáte největší význam a proč? Můžete popsat svoji zkušenost s procvičováním dovedností žáků ve výuce chemie?
Kategorizace dovedností	Zaměříme se nyní na intelektové dovednosti. Mohou se členit podle různých hledisek do různých skupin. Jedno z těchto členění kopíruje postup myšlení při řešení problému (<i>kartičky – sada I</i>): identifikace problému a formulace otázky; sběr informací z různých zdrojů; třídění informací z různých zdrojů; analýza a zobecnění informací; zodpovídání položených otázek; prezentace výsledků ústní nebo písemná. Myslíte si, že tento postup uvažování by se měl procvičovat i ve výuce chemie? Co v tomto postupu považujete za nejtěžší?
Okruhy dovedností (konkrétní příklady a způsob osvojování)	Dovednost klást otázky je prvním krokem tohoto chemického uvažování – myšlení. Snahou je, aby žák byl schopen nejprve identifikovat problém, a následně si klást otázky, třeba proč čaj změnil barvu, když si do něj dáme citrón, nebo proč těsto díky kvasnicím nakyne apod. Myslíte si, že je reálný požadavek pro výuku chemie, aby se většina žáků naučila formulovat takovéto chemické otázky? Žáci by teoreticky mohli při výuce chemie zpracovávat informace z různých zdrojů, ale v praxi tomu tak obvykle není. Můžete vybrat

	(<i>kartičky – sada II</i>) tři informační zdroje, které nejvíce upřednostňujete a tři zdroje, které pokládáte za nejméně užitečné nebo dokonce nevhodné. Je nějaký rozdíl podle věku žáků? Zaměřujete se třeba u mladších žáků na jiné zdroje informací než u žáků starších?
Nácvik a hodnocení okruhů dovedností	Které dovednosti procvičujete ve výuce chemie systematicky? Které dovednosti související s prací s informacemi (<i>kartičky-sada I</i>) jsou mezi nimi? Můžete uvést na konkrétním příkladu, jak postupujete? Můžete na příkladu práce s učebnicí nebo práce s periodickou tabulkou říci, které konkrétní činnosti zde rozvíjíte a jak je hodnotíte? Grafy představují významný zdroj informací pro mnoho oborů. Myslíte si, že patří také do výuky chemie? Jaký názor máte na zařazení a konkrétní práci s grafy ve výuce a způsob jejich hodnocení? Jakou máte zkušenost s tím, když žáci sami mají zpracovat zjištěné informace? Jak je tato dovednost ve vaší výuce rozvíjena? Jaký způsob prezentace výsledků preferujete – písemný, ústní nebo jejich kombinaci?
Pokus o shrnutí – zjištění „postoje“ – vztah znalosti × dovednosti	Jaký poměr by měl být mezi tím, co žák zná a co dovede udělat v závěrečné známce z chemie? Mají obě kvality stejnou váhu? Je rozdíl mezi gymnáziem a základní školou? Považujete uvedené dovednosti za potřebné a důležité? Procvičujete je? Co se vám osvědčilo? Jak tyto dovednosti hodnotíte? Co považujete za hlavní bariéry při osvojování těchto dovedností? Máte další nápady či připomínky k problematice dovedností a jejich nácviku ve výuce chemie?

Výzkumné šetření mělo kvalitativní charakter, proto byli jako respondenti osloveni vybraní vyučující; v rámci předmětu chemie to bylo 12 učitelů. Rozhovor s respondenty byl zaznamenán pomocí diktafonu, jeho délka byla přibližně 30 minut. Respondenti si volili čas a místo rozhovoru, nebyli však předem informováni, jaké problematiky se bude týkat. Informace o respondentech shrnuje tab. 66. Vzorek tvořilo 8 žen a 4 muži, učitelé ze základních škol (3 respondenti), osmiletého gymnázia (7 respondentů) a čtyřletého gymnázia (2 respondenti) s různě dlouhou praxí a různými aprobacemi.

Tab. 66 – Informace o respondentech

Označení respondenta	Pohlaví	Aprobace	Délka praxe (roky):	Typ školy, ročník:
R1	žena	chemie-rodinná výchova-biologie	11	ZŠ, 8. a 9. roč.
R2	muž	fyzika-chemie	14	ZŠ, 8. a 9. roč.
R3	muž	biologie-chemie	9	ZŠ, 8. a 9. roč.
R4	žena	biologie-chemie	9	osmileté G, 4. a 5. roč., zkušenosti se všemi ročníky

R5	žena	biologie-chemie	1	osmileté G, 2. a 5. roč.
R6	muž	matematika-chemie	15	osmileté G, 5. roč., zkušenost i s nižším G
R7	žena	biologie-chemie	1	čtyřleté G, zkušenosti se všemi ročníky
R8	žena	biologie-chemie	2	osmileté G, 2., 5., 6. a 7. roč.
R9	žena	biologie-chemie	5	čtyřleté G, 1.–4. ročník
R10	žena	biologie-chemie	4	osmileté G, zkušenosti se všemi ročníky
R11	muž	biologie-chemie	15	osmileté G, 3., 4. a 7. roč.
R12	žena	biologie-chemie	4	osmileté G, 3., 4., 5. a 7. roč.

6.3.1 Analýza odpovědí učitelů chemie

V průběhu rozhovoru byly položeny výzkumné otázky a podle potřeby ještě další dotazy pro upřesnění nebo doplnění informací. Byly také využity dvojí kartičky – první sada obsahovala jednotlivé kroky řešení problému (viz tab. 65), druhá sada různé informační zdroje, které lze využít ve výuce chemie (viz tab. 67). Při prvním použití byly kartičky rozmístěny před respondenta a byly mu k dispozici po celou dobu rozhovoru.

První otázka zjišťovala představy učitelů o pojmu dovednost. Někteří učitelé se snažili o teoretické vymezení tohoto pojmu, jiní uváděli skupiny dovedností, např. manuální či intelektové dovednosti, další různé příklady dovedností. Zde pak převládaly dva typy odpovědí: dovednosti pro využití v běžném životě nebo specificky chemické dovednosti, mezi kterými dominovaly příklady laboratorních dovedností, chemické výpočty a chemická terminologie. Jako další příklady dovedností bylo uvedeno: „*něco vymyslet, vyřešit*“, „*rozumět a umět interpretovat výsledky*“, „*umět zobecnovat*“.

Dotaz na vlastní zkušenost s procvičováním dovedností, vedl k protikladným odpovědím učitelů. Někteří uváděli, že „*dovednosti se ve škole procvičují docela snadno*“, jiní že „*dvě hodiny chemie považují z tohoto ohledu za stěžejí dostačující, proto taky zařazují chemický kroužek*“. Pokud jde o volbu učiva k procvičování dovedností, převládá práce v laboratoři, chemická terminologie a výpočty. Někteří učitelé uváděli učivo související s běžným životem, případně mezioborové propojení (fyzika, chemie, biologie). Jako forma procvičování byly zmíněny laboratorní práce, hry, soutěže, domácí projekt. Procvičování dovedností pro práci s informacemi částečně zmiňuje pouze jeden učitel (R6): „*schopnost se učit, nebo najít v učivu, co je důležité a to si zapamatovat a neustále na to navazovat, takže schopnost rozlišovat důležité a nedůležité učivo*“. Tento respondent také jako jediný vnímá pojem „dovednost“ obecněji než ostatní učitelé.

Další okruh otázek se týkal kategorizace intelektových dovedností. Z uvedených kategorií (kartičky – sada I) vybírali respondenti nejtěžší. V jejím výběru se zásadně neshodli, zazněly všechny kategorie kromě „zodpovídání položených otázek“. Respondent R3 poukázal na nejednoznačnost otázky: *„Pojem nejobtížnější je možné nazírat z různých hledisek. Nejobtížnější z hlediska časových možností, nejobtížnější z hlediska schopnosti učitele, nejobtížnější z hlediska schopností žáků.“* Respondent R2 poukázal na skutečnost, že nemůže odpovídat na základě zkušenosti, protože uvedený postup s žáky cíleně neprocvičuje. Respondent R11 odpověděl upozorněním na dosti zásadní problém, který podle jeho názoru brání vůbec zahájení naznačeného způsobu uvažování: *„Důležitá a obtížná je otázka motivace – žáci si říkají: ‚proč to máme vůbec dělat?‘“*

Na dotaz, zda by se tento postup uvažování měl procvičovat i ve výuce chemie, se odpovědi učitelů dají rozdělit do tří skupin.

První skupina respondentů, především učitelé starších žáků, s návrhem jednoznačně souhlasila, ale dále myšlenku nerozvíjela. Druhá skupina s návrhem souhlasila a navíc zdůraznila význam jednoho kroku z naznačeného postupu uvažování, a to analýzu a zobecnění informací. Třetí skupina sice souhlasila, ale současně upozornila na nedostatek času, nezájem žáků, nepochopení vedení školy apod.

Názory respondentů na dovednost klást otázky směřující k řešení chemických problémů se opět různily. Někteří jednoznačně souhlasili, jiní byli názoru přesně opačného (R11: *„Ne. Drtivou většinu žáků to absolutně nezajímá a jsou pasivní k tomuto světu. To není pesimismus, to je realita.“*). Další souhlasili s tím, že je třeba uvážit, jakým způsobem by žáci měli k výše uvedené dovednosti být vedeni, např. *„nutná spolupráce vyučujících více předmětů“* (R4), *„nutné vedení od nejútlejšího věku“* (R8) nebo R9: *„Měl by to být reálný požadavek, ale myslím si, že současné školství na něj není úplně připravené.“* Také realisticky uvažovali o různých možnostech různých žáků: *„Nemyslím, že většinu žáků je možné naučit formulovat chemické otázky, ale určitě si myslím, že je potřeba to zkusit a třeba se alespoň část chytit. A když tuto část přesvědčíme naučit se formulovat otázky, a budou to pak ty děti, které se budou zabývat chemií v budoucnu, tak si myslím, že to stojí za to.“* (R7). Respondent R3 na otázku odpověděl: *„Můj osobní názor je ten, že bez toho, abych si při studiu, při poznávání jakéhokoli problému kladl otázky, není možné danou problematiku pochopit, bez otázek to prostě nejde.“*

Odpovědi na dotaz ohledně používání různých informačních zdrojů v předmětu chemie shrnuje tab. 67; informační zdroje jsou zde seřazeny podle četnosti uvedení.

Tab. 67 – Přehled informačních zdrojů vybraných respondentů

vhodné, užitečné	nevhodné, neužitečné
učitelův výklad	rozhlas nebo televize
učebnice	informace uvedené na etiketách zásobních láhví
internet	bezpečnostní listy
chemické experimenty	elektronické nosiče a internet
prezentace připravená učitelem	grafy
souvislý text připravený učitelem	data umístěná do tabulky
periodická soustava prvků	chemické tabulky (kniha)
populárně naučná a odborná literatura	periodická soustava prvků
údaje o složení nápojů, potravin, léků, čisticích	údaje o složení nápojů, potravin, léků, čisticích
prostředků uvedené na etiketách	prostředků uvedené na etiketách

Mezi kladně hodnocenými zdroji jednoznačně dominoval výklad učitele a materiály připravené učitelem, učebnice, internet a chemické experimenty. Učitelé mladších žáků více preferují kontakt učitele a žáka, a proto preferují výklad učitele a materiály připravené učitelem, většina odmítá učebnice chemie jako informační zdroje. Učitelé starších žáků častěji mezi vhodnými zdroji uváděli i učebnici chemie a žádný z nich učebnici vysloveně neodmítl.

Zarážející je z hlediska práce s informacemi opakované zařazení grafů a údajů v tabulkách mezi nejméně vhodné informační zdroje, především u učitelů mladších žáků. Z hlediska výuky chemie je velmi překvapující zařazení periodické tabulky prvků a chemických tabulek (kniha) mezi nejméně užitečné informační zdroje. Toto opět uvedli učitelé mladších žáků, avšak až na jednu výjimku ani učitelé starších žáků periodickou tabulku neumístili mezi tři nejužitečnější informační zdroje; chemické tabulky nebyly zmíněny vůbec. Zajímavé je i poměrně jednoznačné odmítnutí médií (rozhlas, televize) jako informačních zdrojů pro žáky. Údaje o složení nápojů, potravin, léků, čisticích prostředků uvedené na etiketách se vyskytly jak mezi nejlépe, tak i mezi nejhůře hodnocenými zdroji informací. Překvapivé je i to, že pouze dva respondenti zmínili úskalí internetu (nutnost ověřovat správnost informací – R7, R10), zatímco nedůvěryhodnost informací v médiích (rozhlas, televize) byla zmíněna podstatně častěji.

Rámeček 29 uvádí vybrané odpovědi respondentů.

Rámeček 29 – Vybrané názory na informační zdroje pro výuku chemie

R2: Na první místo jsem dal učitelův výklad, protože učitel vlastně zpracovává informace pro žáky tak, aby jim vyhovovaly, aby byly přiměřené jejich věku, vědomostem a schopnostem. Na druhém a třetím místě jsou také zdroje připravené učitelem (prezentace učitele, text připravený učitelem) – učitel zná žáky a měl by proto pro ně adekvátní informace připravit.

- R2: Na poslední místo jsem dal zjišťování údajů z grafu. Z grafu se dají vyčíst informace, ale pro žáky je to obvykle problém, s tím mám zkušenosti i z fyziky.
- R8: Nejdůležitější je učitelův výklad, protože v podstatě ten by měl žákovi pomoci k porozumění. Ani ne tolik k získání informací, jako spíš k porozumění.
- R5: Populárně naučná a odborná literatura (obvykle ta, kterou děti mají doma), internet, údaje o složení nápojů, potravin, léků, čistících prostředků uvedené na etiketách, neboť to jsou věci, se kterými se děti denně setkávají.
- R5: Dnes jsou informace uvedené na řadě jiných míst, a není to rozhodně kniha, kterou bych v hodinách nějak často používala. Periodickou tabulku prvků považuji za takový úplný základ, takže to rozhodně není něco, na čem by se dalo nějak bádát. Neberu ji jako nějakou literaturu nebo materiál, který by byl extrémně rozšiřující, ale do výuky samozřejmě patří.
- R3: Učebnici považuji za zdroj, který má sloužit žákovi k doplnění si učiva během domácí přípravy na hodinu. V rámci výuky v hodině považuji za nejdůležitější výklad učitele. Samozřejmě je možné doplnit výuku také textem v učebnici, já osobně to ale moc nepreferuji. Preferuji opravdu kontakt se žákem a učivo ovládám natolik, že učebnici v podstatě ani k výuce nepotřebuji.

Všichni učitelé mladších žáků se shodli na tom, že pokud je nějaký rozdíl v používání informačních zdrojů mezi mladšími a staršími žáky, tak malý a nikoli zásadní. Víceměně shodně konstatovali, že si u starších žáků mohou dovolit větší abstrakci a větší podíl práce s textem v různých podobách (kromě učebnic i internet), zatímco u žáků mladších převládá výklad, diskuse, experimenty, praktické zkušenosti, videozáznamy.

Naopak učitelé starších žáků se všichni shodli, že informační zdroje pro žáky mladší a pro žáky starší se liší. Dva z nich uvedli, že u starších žáků, na rozdíl od mladších, lze využít i grafy a tabulky, dále byla zmíněna možnost práce s odbornou literaturou a zaznělo politování nad nedostatkem času a z toho plynoucí nutností více informací žákům „předkládat hotových“. Příkladem je vyjádření respondenta R8: *„Pro mladší děti je ve výuce více prostoru pro to, aby mohly dojít k poznatkům nějakou vlastní cestou. Více se dá používat třeba chemický experiment, na základě kterého si mohou udělat vlastní závěry. Na vyšším gymnáziu, kde laboratorní práce jsou rozvrhovány třeba jenom jednou měsíčně, pro to prostor není, takže tam naopak je upřednostňován učitelův výklad.“*

Na dotaz, které dovednosti procvičují respondenti ve výuce chemie systematicky, většina měla tendenci uvádět specificky chemické dovednosti a odpovědi zde byly hodně jednotné: chemické názvosloví, zápisy chemických rovnic a jejich vyčíslování, chemické výpočty, základní laboratorní dovednosti. Kromě těchto specificky chemických dovedností byly zmíněny: práce s textem (učebnice, populárně naučná a odborná literatura), identifikace problému a formulace otázky, práce s grafy a údaji v tabulce, ústní i písemná prezentace výsledků, třídění informací, analýza a zobecnění informací. Uvedené odpovědi, jak je patrné, v sobě zahrnují již i dovednosti související s prací s informacemi.

Odpovědi respondenta R5 se poněkud vymykaly z trendu odpovědí ostatních. Důvodem by mohla být i skutečnost, že šlo o učitelku s velmi malou praxí. Její odpověď na uvedenou otázku byla následující: „Práce s učebnicí patří do hodin, ale ne že bych ji příliš rozvíjela. Co se snažím poměrně dost podporovat, jsou diskuse se spolužáky, ať už přímo mezi sebou, nebo celá třída i se mnou; a samozřejmě ještě chemické experimenty.“

Vzhledem k tomu, že různí učitelé si při zodpovídání dalšího dotazu, který se týkal konkrétního postupu při osvojování dovedností, zvolili různé příklady, je vyhodnocení jejich odpovědí nesnadné. Uvedeme proto pouze výčet odpovědí jednotlivých respondentů (rámeček 30). Společným rysem mnoha odpovědí je vysvětlení nebo vzor činnosti ze strany učitele a následující samostatná, učitelem kontrolovaná činnost žáků s důrazem na opakování. Je připomenuta nutnost interakce učitele a žáka; opakovaně byly uvedeny chemické experimenty a nácvik práce s textem.

Rámeček 30 – Způsoby procvičování dovedností ve výuce chemie

- R1: Stavím vyučování na tom, aby žáci každou hodinu nejprve identifikovali problém, i když je třeba ten problém jednoduchý.
- R2: Obvykle jim dám připravený text nebo zadám stránky v učebnici a promítám otázky, na které mají v textu najít odpovědi. Nebo mají pracovní listy, kde jsou úkoly a ty plní tak, že vyhledávají v textu nebo učebnici odpovědi.
- R3: Tento učitel uvedl jako příklad postupu procvičování dovedností podrobný popis postupu při výuce chemických výpočtů. Snaží se pro žáky vytvořit zadání související s praxí, pomocí dílčích otázek se snaží žáky přivést k identifikaci problému, připomíná návaznost chemických výpočtů na výuku matematiky; identifikaci problému procvičuje i při dosazování do vzorce. U výpočetních úkolů trvá na zapsání (nebo vyslovení) odpovědi větou (prezentace výsledku písemná či ústní). Velký význam přikládá opakování a postupnému zadávání stále obtížnějších úkolů. Návod na řešení problémů žákům nepředkládá, ale snaží se jim postupnými otázkami pomoci k tomu, aby řešení našli sami.
- R4: Na vyšším gymnáziu děláme například chemické experimenty. Přímě k probíranému učivu máme danou laboratorní práci. Na nižším gymnáziu hodně procvičují chemické vzorce. Na začátku je výklad učitele, trochu se ukáže, jak se to tvoří, pak si žáci s pomocí učitele nějaké vzorce vytvoří a potom dostanou samostatnou práci plus nějaký domácí úkol, třeba 50 těch vzorců na procvičení.
- R5: Tak dejme tomu na vyšším gymnáziu v rámci anorganické chemie reaktivita některých prvků: Nejprve ten prvek zmíníme a ukážeme si, jaká je jeho reaktivita, znovu zopakujeme, a tímto způsobem se snažíme vstřípit do hlavy, jak ta reakce funguje. A spojit si to s nějakým i vjemem, třeba i vizuálním, jako pokus.
- R6: Tento respondent klade důraz na opakování potřebných informací z předcházející výuky. Postup procvičování dovedností uvedl obecně: stanovení úkolu, nějaká doba na vypracování, kontrola a diskuze nad problémem, diskuze nad řešením a jeho správností. Klade důraz na interakci učitel-žák: „Je také důležité nejen se ptát žáků, ale také aby i oni se ptali. Pokud se žák ptá, tak asi ví i na co se ptát. Pokud se neptá, je to zvláštní. Proto důležité je nechat prostor na diskusi i dotazy žáků.“
- R7: Samostatná tvorba hypotézy na základě údajů v grafu.

R8: Práce s údaji umístěnými do tabulky, zjišťování údajů z grafu, čtení v bezpečnostních listech apod.

R9: No třeba bych spíš uvedla tu periodickou tabulku prvků, ze které se vlastně odvíjí výuka celé anorganické chemie a částečně i obecné chemie, takže tam právě z postavení v periodické tabulce prvků určujeme spoustu vlastností toho konkrétního prvku, jeho vaznost a podobně.

R10–R12: Odpověď na tuto otázku nebyla v rozhovoru specifikována.

Z uvedeného je zřejmé, že alespoň někteří učitelé ve výuce chemie opravdu procvičují dovednosti žáků, nebo o tom alespoň přesvědčivě hovoří. Na druhou stranu se ovšem vyskytl případ, kdy učitel klade velký důraz na pamětní reprodukci učiva, a to i při přímém dotazu na procvičování dovedností, což by mohlo znamenat, že dovednostem jako takovým se ve výuce věnuje minimálně.

Osvojování dovedností a jejich hodnocení bylo v další otázce směřováno na příklad práce s učebnicí nebo periodickou tabulkou prvků. Odpovědi týkající se práce s učebnicí (R4, R5, R6) se víceméně shodovaly a je možné je shrnout slovy respondenta R5: *„Hodnotím, jestli žáci se v učebnici a v daném textu zorientovali, jestli z něj dokázali vybrat to důležité a získané informace nějakým způsobem utřídit, případně zobecnit.“*

Pokud jde o práci s periodickou tabulkou prvků, respondenti R1 a R2 se shodli, že hodnotí úroveň orientace v tabulce a dovednost vyčíst z ní informace o prvcích. Respondent R4 uvedl: *„S tabulkou, tam jde o to, že žáci si musí aktivně vyhledat nějaký prvek a na základě toho najít třeba jeho atomovou hmotnost. Tím, že ty prvky pořád hledají, si třeba zapamatují, kde leží.“* V tomto případě respondent explicitně neodpověděl na otázku, jde spíše o postup procvičování dovednosti. Z odpovědi však plyne, že učitelé záleží na tom, aby žáci znali polohu prvků v periodické tabulce. Přestože zde respondent klade silný důraz na pamětní reprodukci, v daném případě má opodstatnění, neboť uspořádání prvků v periodické tabulce má pro chemiky velký význam. Učitelé starších žáků odpovídali ohledně periodické tabulky mnohem konkrétněji a všichni víceméně stejně: *„V periodické tabulce prvků si žáci vyhledávají relativní atomovou hmotnost, elektronegativitu, samozřejmě skupenství, elektronovou konfiguraci a různé informace, které potřebují při osvojování nového učiva“* (R8, R9 a R10).

Kromě výše uvedených konkrétních odpovědí byly i odpovědi obecné, např. zda žák našel správnou informaci, pracuje samostatně s informacemi, určil správnou odpověď.

Hodnocením uvedených dovedností žáků je spíše pochvala než dobrá známka. Odpovědi respondentů byly různě formulované, ale většinou se podobaly odpovědi respondenta R5: *„Většinou tuto práci hodnotím slovně, nějakou pochvalou, a někdy v některých případech i nějakým klasifikačním stupněm.“* V obou případech (práce s učebnicí, práce

s periodickou tabulkou) se našli vyučující, kteří práci s těmito informačními zdroji známkou nehodnotí.

Významným informačním zdrojem jsou také grafy. Na otázku, zda patří práce s grafy i do výuky chemie, se odpovědi respondentů různily od opatrného nesouhlasu až po vyhraněný souhlas, jak plyne z následujících příkladů odpovědí (rámeček 31).

Opakovalo se především využití grafů při zpracování výsledků získaných při laboratorním měření. Učitelé mladších žáků byli spíše opatrnější, učitelé starších žáků všichni souhlasili.

Rámeček 31 – Vybrané názory na využití grafů ve výuce chemie

- R2: Už jsem o grafech mluvil, v chemii se s nimi moc nepracuje, alespoň já ne, ale ve fyzice s nimi pracuju a vím, že to žákům dělá problémy.
- R11: Určitě tam patří, ale žákům to dělá problémy.
- R12: Patří, ale není na to tolik času.
- R5: Do některých témat v rámci chemie je vhodné grafy zařadit. Bylo by vhodné nejen ten graf vytvořit, ale i z něho něco vyčíst.
- R1: Ano, v té jednodušší podobě.
- R4: Samozřejmě. Při laboratorních pracích žáci graf musí podle nějakých výsledků vytvořit sami.
- R6: Určitě, protože slouží k lepší představivosti.
- R3: Myslím si, že umět číst grafy je dovedností, která by měla být naprosto samozřejmou částí chemické gramotnosti. Je to napříč přírodovědnými obory (fyzika, přírodopis, chemie), takže myslím, že jak by ten žák v osmé třídě měl umět číst a psát, tak by měl umět graf.

Názor, které konkrétní dovednosti při práci s grafy by měly mít vliv na známku z chemie, odpovídal u učitelů mladších žáků jejich odpovědím na předchozí otázku. Respondent R1 uvádí: „*Pokud by to měl být výborný žák, tak by měl umět sestavit třeba graf závislosti rozpustnosti na teplotě látky a obráceně.*“ Naproti tomu respondent R2 by práci s grafy do hodnocení nezahrnoval: „*Myslím si, že to patří víc do matematiky a ten jeden až dva grafy, které v chemii uvidí, to by bylo zkrácené zahrnout to do klasifikace.*“ Ostatní, pokud na otázku odpověděli, by práci s grafy do celkového hodnocení promítli v omezené míře, přičemž někteří z nich to tak skutečně dělají (v rámci hodnocení protokolů z laboratorních prací). Někteří učitelé starších žáků odmítli vliv práce s grafy na známku, případně otázku zamluvili a nevyjádřili se k ní. Pouze jeden respondent (R10) uvedl, že práci s grafy dává i do testů.

Většina učitelů mladších žáků se shodla na kladné odpovědi na otázku, zda zahrnout osvojené dovednosti i do známky z chemie na vysvědčení („ano“, „asi ano“). Respondent R3 má na věc vyhraněný jiný názor, jednoznačně upřednostňuje dovednosti: „*To,*

co žák ví, to zapomene. To, co dovede udělat, si bude pamatovat dle mého názoru určitě déle, takže já preferuji to, co dovede udělat, čili preferuji dovednosti.“ Pokud jde o učitele starších žáků, někteří bez diskuse upřednostnili dovednosti, u dalších se však projevila snaha o problému přemýšlet hlouběji. Upozorňují na to, že bez ohledu na jejich osobní názor by měli být k žákům spravedliví a měli by při hodnocení přihlížet k tomu, na co jsou žáci připravováni a v jakém rozsahu (R8, R10).

Pokud se týká rozdílu při osvojování dovedností mezi žáky základních škol a gymnázií, učitelé, kteří učí na základní škole, se všichni jednoznačně shodli v tom, že starší žáci na gymnáziu mají lepší rozumové schopnosti, což umožňuje například osvojit si učivo s větším porozuměním. Vyučující z nižších ročníků osmiletého gymnázia však odpovídali úplně jinak. Jeden z nich vyslovil názor, že podstatný rozdíl mezi gymnazisty a základní školou je ten, že děti na gymnáziu se aspoň trochu chtějí učit, zatímco děti na základní škole většinou nikoli. Respondent R5 se domnívá, že rozdíl mezi základní školou a gymnáziem je v případě chemie víceméně pouze v tom, že děti z víceletého gymnázia se učí chemii o rok déle a mají tedy možnost si učivo lépe procvičit.

Učitelé starších žáků zmiňovali, že žáci v nižších ročnících víceletého gymnázia mají více prostoru pro laboratorní práce než jejich vrstevníci na základní škole. Jeden respondent připomenul ožehavý problém s počtem žáků a vlivem této skutečnosti na kvalitu vzdělávání: *„Na gymnáziu by teoreticky měli žáci procházet nějakým sítím, výběrem a úroveň gymnázia by měla být vyšší než na základní škole; měl by tam být vyšší i rozsah laboratorních prací a podobně, ale samozřejmě v současné době je to poměrně problém, protože na gymnázium se dostane v zásadě každý.“* (R9).

Jakou mají učitelé zkušenost s dovednostmi žáků samostatně zpracovávat zjištěné informace? Odpovědi respondentů zahrnuly celou řadu možností, mezi kterými byl však v případě učitelů mladších žáků jen malý překryv, kromě jednohlasného souhlasu s tím, že tato dovednost je důležitá.

Rámeček 32 uvádí přehled odpovědí. Opakovaně je zmíněna práce s internetem. Tato dovednost je rozvíjena např. pomocí referátů, výukových projektů, výpočetních úloh nebo tvorbě protokolů z laboratorního cvičení. Učitelé starších žáků se k otázce vyjádřili všichni velmi stručně v tom smyslu, že samostatné zpracovávání zjištěných informací pokládají za důležité, ale učitel musí žáky při této činnosti kontrolovat a vést žáky k ověřování informací, zejména těch, které jsou převzaty z internetu.

Rámeček 32 – Názory učitelů chemie na dovednost žáků zpracovávat informace

- R1: Dovedou informace zpracovat podle přesných instrukcí, avšak někteří potřebují dohled, jinak jejich práce není pečlivá (to souvisí s jejich vnitřní motivací ke školní práci). Žáci se studijními předpoklady umí směřovat informace rozřadit a zpracovat sami. Pokud ucítím, že se nabízí možnost takové práce, vždy ji využiji. Využívám přitom vlastní zájem žáka o konkrétní učivo, využívám aktuálních situací běžného života. Když se žák zeptá, odpovím mu na otázku a pokud najdu možnost, požádám ho, jestli by si do příště nezjistil více informací – potom dostane možnost přednést se vši vážností informace ostatním (žádné informace nezlehčuji, i když se mi zdají primitivní).
- R2: Zpracovávání informací je podle mě velmi důležité, už jsem mluvil o tom, že připravuju pracovní listy, a tam žáci vyhledávají a zpracovávají informace. Někteřím žákům dělá zpracování informací problémy. Opíšu to, co našli, už to nezpracují. Bohužel, někteří informace ani nenajdou. Snažím se s nimi chodit na internet, děláme projekty, to si musí najít a zpracovat informace. Pracuji ve skupinách a snažím se dělat skupiny tak, aby tam byl vždycky někdo, kdo je schopný něco najít a zpracovat a pomáhat druhým. Ale taky se to vždycky nepovede. Někdy pak dělá jen ten jeden.
- Samozeřejmě, že se dívám na to, zda je odpověď správná, ale zajímá mě také, jak k ní došel, jaké vybral informace, hodně dám na originalitu, pak odpustím i třeba nepřesnost. Snažím se podporovat logické myšlení, aby došli sami k závěrům na základě vybraných informací.
- R3: Moje zkušenost je taková, že většina prospěchově průměrných žáků nerada nebo neochotně přistupuje k samostatnému zpracování zjištěných informací nebo naměřených údajů. Relativně ochotně k takovému úkolu přistupují pouze prospěchově nadprůměrní žáci. Jelikož schopnost samostatného zpracování informací považují za jeden z nejdůležitějších úkolů vzdělávacího procesu, snažím se výuku prolínat v maximální míře tzv. problémovými úlohami praktického rázu (například výpočetní úlohy).
- R4: Zpracování informací samotnými žáky je ve většině případů velmi chaotické. Žáci většinou neumí sami vybrat důležité věci. Za důležitou ji považují, ale většinou není moc čas tuto dovednost rozvíjet. Používáme výběr důležitých informací z textu v učebnici a zobecňování informací nalezených na internetu.
- R5: Vlastní zpracování informací považuji za nedílnou součást výuky. Samozeřejmě se často setkávám s negativní reakcí především starších žáků na takovou práci, ale často záleží na konkrétní náladě žáků. Pozitivní zkušenost s takovou prací mám především u mladších žáků nebo v případě, že si téma vybírají žáci sami. Často pozoruji, že pokud žáky téma dostatečně zaujme, jsou schopni ho dobrovolně zpracovat i nad rámec zadání. Ve výuce takto pravidelně používám samostatné referáty, krátké výstupy o zajímavostech apod.
- R6: Zkušenost není moc dobrá, považuji ji za důležitou; rozvíjena je například v laboratorních cvičeních, kdy žáci sami vytváří protokol na základě naměřených hodnot.

Při způsobu prezentace výsledků učitelé mladších žáků uváděli, že preferují kombinaci písemné a ústní formy, nebo formu písemnou. Zazněl stesk na nedostatek času ve výuce a přeplněnost tříd. Např. respondent R2 uvedl: „*Tak to je těžké, já bych preferoval ústní formu, ale nemám čas.*“ a respondent R5 potvrzuje: „*Z důvodu velikosti tříd na naší škole často preferuji písemnou prezentaci výsledků. Pokud čas a okolnosti dovolí, snažím se upřednostňovat kombinaci ústní a písemné prezentace.*“ Naopak učitelé starších žáků

uvedli buď kombinaci obou forem, nebo preferují prezentaci ústní, přičemž případný nedostatek času řeší skupinovou prací.

A jakou mají učitelé zkušenost s prezentováním výsledků svých žáků? Odpovědi učitelů mladších žáků zahrnuly celou řadu možností, mezi kterými byl jen malý překryv. Rámeček 33 uvádí přehled odpovědí. Opakující se informace upozorňují na stud žáků, kteří se učí prezentovat, nutnost nácviku této dovednosti a celkový souhlas s tím, že dovednost prezentovat výsledky je důležitá.

Naopak učitelé starších žáků odpovídali navzájem velmi podobně – prezentace chápou až na výjimky jako prezentace s použitím PowerPointu. Zmíněna je vhodnost předběžné kontroly písemné přípravy a též nutnost kontroly informačních zdrojů, zda např. nebyl využit pouze internet a zda jsou informační zdroje v práci uvedeny (R10). Zkušenosti učitelé uvádějí dobré, připomínají však nutnost procvičování. Problém s písemnou formou prezentace nezmínil žádný z nich.

Rámeček 33 – Písemná či ústní prezentace žáků z pohledu učitelů chemie

- R1: Osvědčilo se mi ocenění každé informace, i když není přesná nebo je nepravdivá – decentně ji opravím. Projevují zájem o práci žáků a zároveň také předem tipuji žáky, které musím popohnět – těm zadávám zpracování informace sama, nečekám, až se sami přihlásí. U některých bych se bohužel nedočkala.
- R2: Ústní prezentace s PowerPointem je většinou dobrá. Ale písemně, to je hrůza, zejména pravopis. Já nejsem žádný češtinář, ale to co jsou schopni napsat, to píchá do očí. Také smysl občas uniká. Nedokážou vyjádřit myšlenku. Ještě když mají doplnit jen slovo, tak to jde, ale jak mají napsat větu nebo dokonce odstavec, tak to je problém. Tam bych řekl, že jsou podprůměrní – celkově jako třída. Jsou děcka, co píší moc pěkně a vyjadřují se bez problémů. Umět prezentovat, nebo když to vezmu jinak, umět se vyjádřit, je velmi důležité. Jak tuto dovednost rozvíjet, asi praxí, nechat víc mluvit žáky. Já si to taky občas uvědomuju, že jsem nervózní, nemám čas čekat, než se žák „vymáčkne“, tahat to z něj „jak z chlupatý deky“, jak se říká, tak to radši řeknu sám, a to není dobře. Už jsem taky omezil v pracovních listech to, že dřív doplňovali třeba jen slovo do věty, co jsem jim nachystal. Protože jsem si všiml, že pak, když jsem chtěl, aby napsali o pokusu, třeba, co se dělo, tak toho nebyli schopni.
- R3: Písemnou prezentaci výsledků považuji za komplex dovedností (jazykové, matematické, úprava, logické návaznosti, systematický přístup). Toto vše u písemné prezentace individuálně hodnotím. Písemná prezentace žáků mi poskytuje ucelenější obraz o schopnostech konkrétního žáka a zároveň je pro mě vodítkem, v které oblasti mohu konkrétnímu žákovi pomoci. Z těchto důvodů považuji písemnou formu za přesnější a transparentnější než formu ústní.
- R4: Zkušenosti jsou relativně dobré. Jediný problém je v tom, že někteří žáci se před ostatními stydí. Tato dovednost je ale velice důležitá a proto je potřeba ji cvičit. Myslím si, že lepší je s prezentací začínat ve skupině a potom přejít k prezentaci jednotlivců.
- R5: Většina žáků preferuje písemnou formu, při ústní prezentaci se často projevuje stud a nervozita. Osvědčilo se mi právě kombinovat písemnou a ústní formu prezentace. Písemně si žáci úkol zpracují doma a ve škole zjištěné informace stručně přednesou. Snažím se o individuální hod-

nocení, někteří žáci mají přece jen s ústním vyjadřováním větší problémy. Význam této dovednosti je značný – prezentace výsledků bude žáky denně potkávat na vysoké škole nebo i v budoucím zaměstnání. Rozvíjet se v tomto ohledu dá nejlépe opakováním a společným hodnocením chyb, kterých se při prezentaci žák dopustil.

6.3.2 Shrnutí

Tato část výzkumu vzhledem ke své kvalitativní povaze poskytuje dílčí zjištění, která by mohla v případě potřeby nebo zájmu posloužit např. jako východisko k tvorbě hypotéz pro jiný, již rozsáhlejší a konkrétněji zaměřený výzkum. V předchozí kapitole byla uvedena analýza odpovědí respondentů na jednotlivé otázky polostrukturovaného rozhovoru, nyní se zaměříme pouze na ty, které pokládáme za významné.

1. Jak učitelé chemie vnímají pojem dovednost?

Pojem dovednosti učitelé necharakterizovali jednotně. Někteří uváděli přímo příklady specificky chemických dovedností, jiní (zejména učitelé starších žáků) se snažili pojem vymezit teoreticky a uvažovali též o obecných intelektových dovednostech (vymyslet, vyřešit, interpretovat, zobecňovat apod.). V odpovědích učitelů celkově dominovaly dovednosti laboratorní, chemické názvosloví a chemické výpočty.

2. Které dovednosti, spojené s procesem řešení problémů, pokládají učitelé chemie pro žáky za nejobtížnější?

Respondenti nemají jednotný názor na náročnost jednotlivých intelektových dovedností. Na rozdíl např. od geografie se při volbě nejnáročnější intelektové dovednosti (z předloženého seznamu) naprosto neshodli, zazněly všechny možnosti kromě „zodpovídání položených otázek“. Tento rozdíl lze vysvětlit tím, že zodpovězení otázky je posledním krokem z celé řady dílčích myšlenkových operací, které mohou být dosti obtížné a musejí být vyřešeny dříve, než je vyslovena odpověď. Podle respondentů může být nejtěžším krokem při řešení problému žáky nikoli nedostatečná míra zvládnutí určité myšlenkové operace, ale především nedostatečná motivace žáka a neochota se problémem vůbec zabývat.

3. Jak reagují učitelé chemie na otázku, jestli je možné naučit většinu žáků formulovat chemické otázky?

Navržený postup uvažování při řešení problému byl většinou respondentů víceméně přijat, avšak vyskytla se upozornění na nedostatek času ve výuce. Pokud jde o první krok (formulace chemických otázek), názory respondentů se zásadně různily od jedno-

značného souhlasu po jednoznačný nesouhlas, a to nezávisle na věku žáků, se kterými mají daní respondenti zkušenosti.

4. Které informační zdroje ve výuce chemie pokládají učitelé za důležité a které naopak využívají nejméně, až zamítají?

Všichni učitelé na prvních místech jako důležitý uvedli výklad učitele a materiály připravené učitelem a za těmito zdroji následovaly chemické experimenty. K tomu je nutno uvést, že chemické experimenty jsou ve výuce velmi významným zdrojem informací (Čtrnáctová, 2004) a zvýšení jejich zařazení do výuky zvyšuje mj. oblibenost chemie jako vyučovacího předmětu (Cídllová et al., 2012). Zjištění, že tento krok pokládají za šťastný nejen žáci, ale i učitelé, je jistě pozitivní.

V dalším se však zásadně lišily odpovědi učitelů mladších a starších žáků. Někteří učitelé mladších žáků (na rozdíl od učitelů starších žáků) ve výuce téměř nepoužívají učebnici chemie a vyskytlo se mezi nimi dokonce odmítnutí periodické tabulky prvků, která mezi preferovanými zdroji byla zmíněna jen vzácně, přestože její správné využívání v maximální míře podporuje logické myšlení žáků v chemii. Těmto skutečnostem by měla být věnována v budoucnu větší pozornost. Není vyloučeno, že ani sami učitelé neumějí s periodickou tabulkou pracovat tak, aby z ní potřebné informace skutečně dokázali vyvozovat. Z větší části učitelé mladších žáků (na rozdíl od učitelů starších žáků) odmítli také využití grafů a tabulek jako informačních zdrojů, neboť podle vlastních slov mají zkušenost, že práce s nimi je pro žáky příliš obtížná. Tento názor učitelů mladších žáků je v rozporu s nejnovějšími zjištěními, podle kterých by dovednost práce s grafy měla být vyučována (s postupně rostoucí náročností) i v kontextu daných vyučovacích předmětů (Shah & Hoeffner, 2002; Glazer, 2011). Rozsáhlé review (Glazer, 2011) kromě jiného poukazuje i na výzkum, ze kterého vyplynulo, že práci s grafy nepřilíh dobře zvládají i studenti učitelství v závěru svého studia, což vede k názoru, že ji pravděpodobně nebudou dobře ovládat ani po odchodu do učitelské praxe.

Pouze učitelé starších žáků zmínili internet jako problematický informační zdroj s ohledem na důvěryhodnost poskytovaných informací.

5. Jakou zkušenost mají učitelé chemie s tím, když žáci mají samostatně zpracovávat zjištěné informace?

Všichni vyučující se shodli na tom, že dovednost samostatně zpracovávat zjištěné informace je velmi důležitá. Zatímco učitelé mladších žáků byli názorově velmi různorodí a uváděli poměrně dlouhé odpovědi, učitelé žáků starších na otázku reagovali stručným souhlasem a připomenutím, že tuto činnost žáků je nutno kontrolovat a vést žáky

k ověřování informací, zejména pokud pocházejí z internetu. Jistě se zde projevil vliv věku žáků. U mladších žáků uvádějí učitelé svoje zkušenosti s touto činností žáků jako nepříliš dobré. Dobré zkušenosti mají pouze u žáků prospěchově nadprůměrných, ale jinak pokládají zpracování informací žáky za chaotické, v případě následné písemné prezentace si stěžují na velmi nízkou kvalitu písemného projevu. Naopak učitelé starších žáků tuto činnost žáků, včetně případné následné prezentace, pokládají za relativně bezproblémovou, kromě případné přemíry internetových zdrojů a nedostatku ověřování v dalších zdrojích.

6. Které obecné a specifické dovednosti související s prací s informacemi jsou v chemii systematicky procvičovány?

V této souvislosti byly jmenovány všechny z navržených dovedností kromě zodpovídání otázek. Podle očekávání však žádný respondent neuvedl všechny dovednosti, ale jen jednu nebo dvě. V této souvislosti se lze domnívat, že svým způsobem mohlo jít i o vynucenou odpověď, danou zaměřením celého rozhovoru a formulací otázky. Není vyloučeno, že kdyby otázka byla formulována „*Procvičujete některé dovednosti související s prací s informacemi v chemii systematicky?*“, mohly by odpovědi respondentů být zcela jiné. Tuto myšlenku podporuje i zjištění, že učitelé mladších žáků na jedné straně v odpovědi na tuto otázku uvedli práci s textem, avšak na straně druhé v jiné části rozhovoru učebnici jako zdroj informací víceméně odmítli.

Pokud se týká specifických chemických dovedností, byli učitelé zcela jednotní v jejich vymezení: chemické názvosloví, zápisy chemických rovnic a jejich vyčíslování, chemické výpočty, základní laboratorní dovednosti. Nebyly tedy jmenovány dovednosti pro práce s informacemi, ale činnosti, které lze víceméně nacvičit (viz Niemierkova taxonomie výukových cílů, tzv. specifický transfer cit. Chráska 1999).

7. Jakým způsobem respondenti hodnotí, případně navrhují hodnotit úroveň osvojených dovedností při práci s periodickou tabulkou, případně učebnicí chemie?

Vyučující uváděli nejrůznější odpovědi, počínaje jednoznačným odmítnutím vlivu na známku, přes slovní (pochvala) i mimoslovní (úsměv) hodnocení a „malé jedničky“ až po přímé hodnocení práce s periodickou tabulkou v rámci testů. Pokud jde o míru vlivu dovednosti × znalosti na celkovou známku z předmětu chemie, část respondentů se pravděpodobně nechala ovlivnit zněním otázky (... dal/a byste stejnou váhu ...), vyskytly se však (zejména u učitelů starších žáků) i rozmyšlené odpovědi odlišující názor na ideální situaci a požadavek spravedlivého hodnocení vůči žákům, kteří jsou dosud ve vzdělávání orientováni spíše k získávání znalostí.

8. Které překážky, podle názorů respondentů, brání procvičování vybraných dovedností ve výuce chemie?

Zde se odpovědi jednoznačně shodovaly: nedostatek času ve výuce, počet žáků ve třídách, nezájem či nedostatečná motivace žáků, nedostatečná podpora školy a především stále ještě přetrvávající způsob vzdělávání, který klade podstatně větší důraz na znalosti žáků než na jejich dovednosti. Kromě toho, jak by mohlo naznačovat srovnání s údaji v literatuře (Glazer, 2011), některé dovednosti (v citovaném informačním zdroji se jedná o grafy a práci s nimi) pravděpodobně příliš dobře neovládají sami učitelé, mohlo by tedy být pro ně obtížné je procvičovat se svými žáky.

7. Shrnutí výsledků výzkumu

Hlavním cílem této kapitoly je zejména konfrontovat a porovnat dosažené výsledky mezi sledovanými přírodovědnými obory. Za tímto účelem bylo sjednoceno hodnocení vybraných charakteristik za jednotlivé obory. Zejména se to týkalo vyhodnocení názorů pedagogů, kde byla invertována škála v biologii, neboť v tomto oboru hodnocení 4 odpovídalo položce „určitě ano“, zatím u ostatních oborů položce „určitě ne“.

Následující text se věnuje porovnání výsledků z biologie, geografie a chemie z jednotlivých dílčích analýz, konkrétně v oblastech názorů pedagogů na návrh dovedností, ověřování předmětových dovedností pomocí testu a širších souvislostí pomocí dotazníku a výsledků řízených rozhovorů s pedagogy.

7.1 Názory pedagogů na návrh standardu biologických, geografických a chemických dovedností

V první fázi projektu byly vytvořeny návrhy standardů dovedností v jednotlivých oborech pro první a druhý stupeň¹¹ základní školy (a odpovídající ročníky víceletých gymnázií) a pro poslední ročník střední školy, tj. pro 2. a 3. stupeň vzdělávání a byly posouzeny pedagogy z uvedených stupňů škol (blíže viz kapitola 3).

Standardsy pro jednotlivé předměty byly stanoveny dle obecného cyklu řešení problémů, který se promítá do podstaty badatelské výuky (IBL – Inquiry Based Learning anebo v případě přírodovědných dovedností IBSE – Inquiry Based Science Education). Tento princip rozděluje postup poznávání do několika postupných, na sebe navzájem navazujících fází. Proces poznávání tak začíná kladením otázek a končí zodpovídáním těchto otázek, formulací závěrů, případně formulací nových otázek, které ze závěrů vyloučily. Tento postup je podrobněji přiblížen v 2. kapitole. V rámci standardu oborových dovedností tak byly jednotlivé položky strukturovány na základě následujících kategorií:

A – Kladení otázek

B – Získávání informací

C – Organizování informací, tvorba tabulek, grafických výstupů, klasifikace informací, doplněné o analyzování informací, interpretace zjištěných informací

D – Zodpovídání otázek, formulace závěrů

¹¹ Dovednosti ve výuce chemie jsou navrženy pro samostatný předmět chemie, tj. od 2. stupně ZŠ.

Takto strukturované standardy dovedností v jednotlivých přírodovědných předmětech byly předloženy odborné veřejnosti k posouzení. K jednotlivým požadavkům se vyjádřovali odborníci z akademické sféry a také odborníci – pedagogové z praxe. Zatímco akademici hodnotili návrh dovedností na všech stupních vzdělávání, pedagogové z praxe posuzovali vždy pouze požadavky na ten stupeň vzdělávání, na kterém vyučují. Ke každé položce se tak vyjádřili jak akademici, tak také vyučující z praxe, avšak vždy pouze vyučující daného stupně.¹²

Za účelem kvantitativního vyhodnocení názorů respondentů byly jejich odpovědi převedeny na číselné hodnoty (1 – nejméně preferováno, až 4 – nejvíce preferováno) a následně podrobeny statistické analýze. Vzhledem k povaze dat byly jako vhodné zvoleny mediánové testy, zejména pak neparametrický Kruskal-Wallisův mediánový test, který svou podstatou umožňuje porovnání mediánů více než dvou náhodných výběrů. Nejprve byla tímto testem ověřována shoda v názorech mezi zástupci všech tří oborů, pokud byly identifikovány rozdíly, pak byly posuzovány odpovědi respondentů mezi jednotlivými obory navzájem. Zjištěné výsledky byly následně ověřeny analýzou rozptylu (jednofaktorová ANOVA).

7.1.1 Kladení otázek

Jak uvádí Řezníčková (2003a), vychází tento první okruh dovedností z požadavku naučit studenty klást si cíleně a promyšleně otázky, na které mohou na základě přírodovědných informací a přírodovědných postupů poznávání nalézat odpovědi. V této fázi poznání tak dochází mimo jiné k aktivizaci tvůrčího přírodovědného myšlení a také k ujasnění a případnému upřesnění problému. V souvislosti s tím dochází k rozvoji dovednosti formulovat hypotézy, jejichž pravdivost žáci ověřují v průběhu dalšího poznávání.

7.1.1.1 Základní škola

Dovednost formulovat otázky, na které bychom chtěli nalézt odpovědi, by měla být vlastní každému jedinci. Jelikož je kladení otázek jedním ze základů aktivního učení, lze tuto dovednost považovat za zásadní i v případě žáků základní školy.

Význam této dovednosti ve svých názorech potvrdili také učitelé druhého stupně základních škol, a to jak vyučující biologie (přírodopisu) a chemie, tak zejména geografie (zeměpisu). Přitom u všech oborů odpovídá mediánové skóre položek v rámci katego-

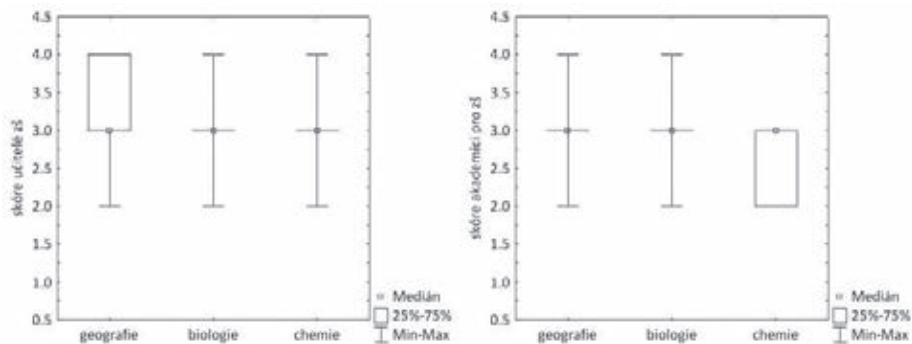
¹² V biologii a chemii hodnotily dovednosti pro ZŠ a SŠ obě skupiny učitelů pro oba stupně škol.

rie kladení otázek hodnocení „spíše ano“. Variabilita v hodnocení je v rámci přírodopisu a chemie podobná, v případě geografie pak je znatelnější větší koncentrace odpovědí u hodnocení „spíše ano“ a „určitě ano“.

Statistickou analýzou byl zjištěn rozdíl mezi vyučujícími jednotlivých oborů na základní škole ($H = 34,92$; $p < 0,001$). Následnou post analýzou byl zjištěn rozdíl mezi jednotlivými učiteli, a to zejména při porovnávání vyučujících chemie s vyučujícími ostatních oborů (geografie vs. chemie $p < 0,001$, biologie vs. chemie $p < 0,01$).

Skupinu dovedností kladení otázek nejvíce preferují vyučující geografie, nejméně pak vyučující chemie. Tento stav do jisté míry potvrzují také odpovědi respondentů z akademické obce. Ve shodě s vyučujícími v praxi odpovídá mediánové skóre akademiků hodnocení „spíše ano“. Statistickou analýzou se však potvrdila větší shoda mezi názory akademiků jednotlivých oborů, než tomu bylo u pedagogů z praxe. Statistickými postupy založenými na mediánovém skóre nebyly prokázány významné rozdíly mezi jednotlivými obory ($H = 3,56$; $p = 0,17$). Oproti tomu na grafu 32 jsou zřejmé rozdíly zejména ve variabilitě odpovědí respondentů. Zatímco v případě biologie a geografie volili respondenti odpovědi v rozmezí „spíše ne“ až „určitě ano“ (přičemž většina respondentů se shodla na volbě „spíše ano“), tak akademici z chemie označovali výhradně možnosti „spíše ne“ a „spíše ano“ (přičemž jak je zřejmé z grafu, není koncentrace odpovědí na mediánovém skóre tak silná, jako tomu je u ostatních oborů). To se projeví v tom, že tato skupina dovedností byla nejvíce preferována akademiky z geografie a nejméně pak akademiky z chemie.

Graf 32 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie A – Kladení otázek (úroveň pro základní školu)



Poznámka: V tomto i následujících grafech je vlevo znázorněno vyhodnocení názorů pedagogů z praxe a vpravo akademiků.

Na základě odpovědí vyučujících druhého stupně základních škol a akademiků tak lze shrnout, že skupina dovedností spojená s (aktivním) kladením otázek v rámci daného oboru by měla být na druhém stupni základních škol součástí základní výuky přírodovědných předmětů. Menší preference těchto dovedností u akademiků z chemie by pak mohly naznačovat, že v případě chemie by rozvoj dovedností kladení otázek mohl být součástí nadstavbového učiva.

7.1.1.2 Střední škola

Při porovnání názorů vyučujících z praxe na základních a středních školách je znatelný jistý posun. Ve všech sledovaných přírodovědných oborech došlo k nárůstu významu této skupiny dovedností. Při detailnějším pohledu na vyhodnocení odpovědí respondentů ze středních škol je zřejmé, že mediánové skóre odpovídá hodnocení „určitě ano“, což poukazuje na to, že dovednost kladení otázek považují vyučující na střední škole již za naprosto nezbytnou.

Statistickou analýzou byl zjištěn významný rozdíl v odpovědích respondentů z jednotlivých oborů ($H = 14,06$; $p < 0,001$). Post analýzou byl zjištěn významný rozdíl mezi skupinami učitelů geografie a biologie ($p < 0,01$).

Oproti hodnocení pedagogů ze základní školy, došlo k velkému nárůstu deklarovaného významu těchto dovedností v rámci biologie. Učitelé biologie dosahovali nejvyšší skóre, a tudíž této dovednosti přiřkládají nejvyšší význam. To se projevilo také v rozsahu odpovědí. Zatímco někteří vyučující geografie volili také hodnocení „spíše ne“, tak vyučující biologie v podstatě volili pouze mezi hodnoceními „spíše ano“ a „určitě ano“. V případě chemie se, stejně jako u biologie, odpovědi pohybovaly pouze v rámci dvou souhlasných kategorií. Nejnižší význam mají dovednosti kladení otázek pro učitele geografie (ačkoliv většina volila možnost „určitě ano“), což je dáno mimo jiné tím, že někteří učitelé volili nesouhlasnou odpověď.

Pokud porovnáme názory akademiků na tuto skupinu dovedností na základní a střední škole, můžeme konstatovat, že v případě geografie a chemie se mediánové skóre nezměnilo a odpovídá hodnocení „spíše ano“, přičemž rozsah odpovědí zůstal u geografie zachován (od „spíše ne“ po „určitě ano“), v rámci chemie pak došlo k nárůstu variability odpovědí, která tak odpovídá variabilitě geografie.

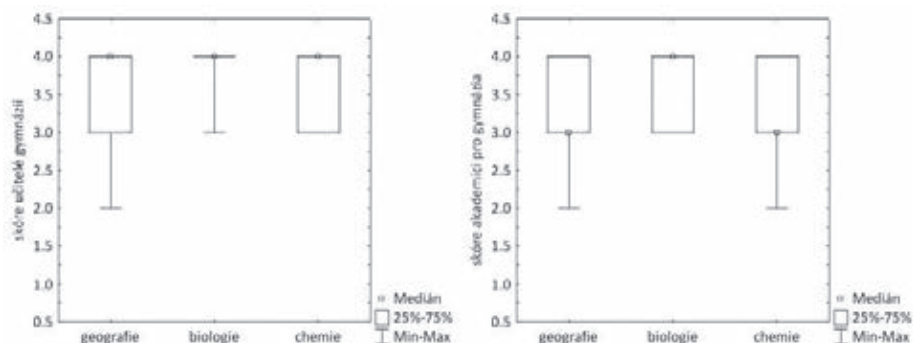
V očích akademiků z chemie došlo k nárůstu významu těchto dovedností v rámci chemie, což je mimo jiné v souladu s vyučujícími v praxi. Tato změna významu dovedností se projevila nárůstem koncentrace odpovědí v souhlasných kategoriích.

U biologie pak jako u jediného oboru došlo ke změně mediánového skóre. Ve shodě s názory pedagogů na středních školách příkládají akademici v rámci biologie dané skupině dovednosti značný význam, což odráží i mediánové skóre odpovídající hodnocení „určitě ano“ a také rozsah odpovědí respondentů, kdy akademici volili pouze hodnocení „spíše ano“ a „určitě ano“.

Podobně jako u základní školy byl statistickou analýzou zjištěn významný rozdíl ($H = 10,42$; $p < 0,001$) mezi obory. Post analýzou byl zjištěn významný rozdíl mezi akademiky hodnotícími biologii a akademiky hodnotícími geografii ($p < 0,05$). Nejvyšší skóre dosáhli akademici hodnotící biologii, nejnižší pak akademici hodnotící chemii (graf 33).

Dle analýzy odpovědí středoškolských pedagogů a akademiků je zřejmé, že rozvoj dovedností spojených s kladením otázek lze považovat za základní učivo v rámci biologie, geografie i chemie. V rámci všech přírodovědných oborů je této skupině dovedností příkládán velký význam.

Graf 33 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie A – Kladení otázek (úroveň pro střední školu)



7.1.2 Získávání informací

Dovednosti spadající do tohoto okruhu navazují na dovednosti osvojené v rámci kategorie Kladení otázek. Aby byli žáci schopni nalézt odpovědi na formulované otázky, pak se musejí naučit také získat relevantní informace z různých zdrojů a různými způsoby. Řezníčková (2003a) uvádí, že žáci by měli především dokázat vyhledávat, shromažďovat a využívat primární a sekundární informace k přípravě kvantitativních a kvalitativních rozborů. Pro biologii a chemii je nejčastějším zdrojem informací záměrné pozorování a provedení a vyhodnocení pokusu.

7.1.2.1 Základní škola

Jak je zřejmé z výše uvedeného textu, navazuje tato skupina dovedností na dovednosti spojené s kladením otázek. Nicméně její význam není odvozován pouze od dovedností kladení otázek, ale je dán také současnými společenskými faktory, neboť žijeme v informační společnosti, kdy jsme každodenně zahrnuti množstvím informací, avšak musíme si z nich dokázat vybrat ty kvalitní a také relevantní pro naše potřeby. Vzhledem ke zmíněným konotacím lze i rozvoj této skupiny dovedností doporučit do výuky přírodovědných předmětů již na druhém stupni základních škol.

Význam dovedností získávání informací potvrzují také názory pedagogů z praxe, kdy vyučující biologie a geografie je považují za zcela nezbytné (mediánové skóre odpovídá volbě „určitě ano“), velký význam jim přikládají i vyučující chemie, což dokládá mediánové skóre pohybující se mezi odpověďmi „spíše ano“ a „určitě ano“. Rozvoj těchto dovedností by tedy měl zcela jistě být součástí výuky daných předmětů.

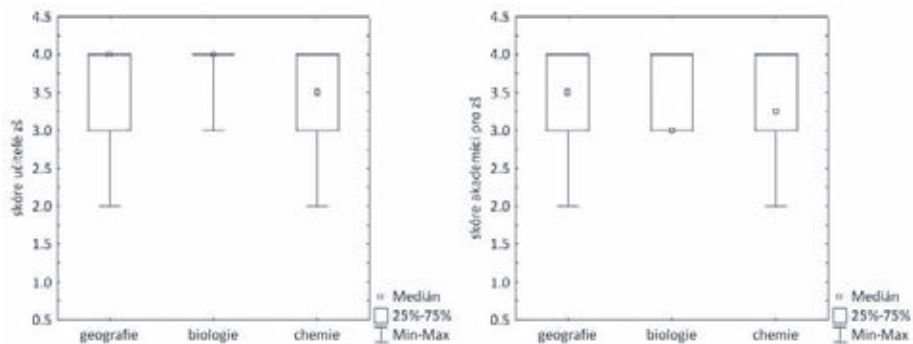
Významný rozdíl byl zjištěn ve výsledcích mezi jednotlivými obory ($H = 20,05$; $p < 0,001$). Post analýza pak poukázala na významné rozdíly mezi vyučujícími chemie a geografie ($p < 0,05$) a taky mezi učiteli chemie a biologie (na hladině významnosti $p < 0,001$). Nejvyšší skóre, a tedy nejvyšší význam, této skupině dovedností přiřkli učitelé biologie, nejnižší pak učitelé chemie.

Oproti názorům pedagogů z praxe, zastávají akademici názory méně extrémní povahy. V rámci geografie se jejich mediánové skóre pohybuje mezi hodnocením „spíše ano“ a „určitě ano“, v rámci biologie a chemie pak více odpovídá hodnocení „spíše ano“.

V hodnoceních akademiků mezi jednotlivými obory nebyl statistickými postupy identifikován významný rozdíl ($H = 0,04$; $p = 0,98$). Skóre za jednotlivé obory bylo téměř identické. Názor akademiků všech sledovaných oborů na skupinu dovedností spojených se získáváním informací se tak víceméně shoduje, většina odpovědí respondentů se pohybuje v rámci souhlasných kategorií. Několik solitérních odpovědí „spíše ne“ se pak projevilo ve vyšší variabilitě odpovědí v geografii a v chemii.

Podobně jako tomu bylo v případě kategorie dovedností kladení otázek, by měl být (soudě dle názoru pedagogů z praxe i akademiků) rozvoj dovedností spojených se získáváním informací významnou a nedílnou součástí výuky přírodovědných předmětů. Shodují se na tom jak pedagogové z praxe, tak i akademici napříč všemi obory.

Graf 34 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie B – Získávání informací (úroveň pro základní školu)



7.1.2.2 Střední škola

Dovednosti spojené s procesem získávání dat se prokázaly být velice významné již na druhém stupni základních škol. Tento význam se potvrdil i v případě středních škol. V rámci všech oborů se pedagogové středních škol shodli na odpovědi „určitě ano“ (odpovídající mediánovému skóre), tedy že by rozvoj těchto dovedností měl být nezbytnou součástí výuky jednotlivých předmětů. Odpovědi vyučujících chemie a biologie se vyznačují relativně nízkou variabilitou s vysokou koncentrací odpovědí na hodnotě mediánového skóre. Vyšší variabilita odpovědí byla zaznamenána v případě geografie. Ačkoliv většina respondentů zvolila souhlasnou odpověď, tak nemalá skupina vyučujících středních škol volila odpověď „spíše ne“.

Na základě porovnání odpovědí vyučujících na středních školách lze konstatovat, že k jistému posunu v rozložení odpovědí respondentů došlo zejména u chemie, kde je patrný nárůst mediánového skóre i zvýšení koncentrace odpovědí do souhlasných položek.

Statistická analýza odpovědí identifikovala významný rozdíl mezi jednotlivými obory ($H = 20,30$; $p < 0,001$). Post analýzou byl zjištěn významný rozdíl mezi skupinami učitelů geografie a biologie ($p < 0,01$). Právě učitelé biologie dosahovali nejvyššího skóre, nejméně tuto skupinu dovedností preferovali učitelé geografie.

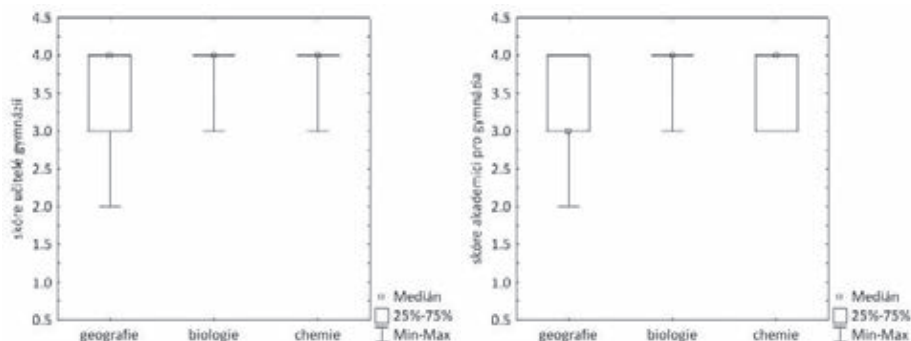
Hodnocení této skupiny dovedností na středních školách ze strany akademiků se v jistých ohledech liší od hodnocení pedagogů z praxe. Názory akademiků z chemie a biologie víceméně odpovídají názorům pedagogů z praxe. Obě skupiny kladou na tyto dovednosti značný význam a jejich mediánová odpověď je „určitě ano“. Přitom odpovědi akademiků z biologie se výrazněji koncentrují v mediánové odpovědi. V případě chemie se zvýšení důrazu pak projevilo mimo jiné ve snížení variability odpovědí re-

spodentů. Oproti tomu akademici z geografie kladou na tuto skupinu dovedností menší důraz než jejich kolegové z praxe, mediánová odpověď je „spíše ano“ a odpovědi zasahují jak souhlasné, tak nesouhlasné kategorie.

Tento fakt se projevil i v rámci statistické analýzy, kdy byl zjištěn významný rozdíl ($H = 24,50$; $p < 0,001$), a to, jak prokázal post test, mezi akademiky hodnotícími biologii a geografii na hladině významnosti $p < 0,001$.

Na základě vyhodnocení odpovědí respondentů na návrh dovedností ve vybraných přírodovědných oborech lze potvrdit, že dovednosti spojené se získáváním informací jsou na základní i střední škole velice významné, preferují je jak pedagogové z praxe, tak také akademici ze všech tří oborů. Můžeme tedy konstatovat, že rozvoj těchto dovedností by měl ve všech třech oborech patřit mezi základní učivo a je nezbytné jej do výuky zahrnout.

Graf 35 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie B – Získávání informací (úroveň pro střední školu)



7.1.3 Organizování, analyzování a interpretace informací

Jakmile jsou informace shromážděny, měly by být podle určitého hlediska systematicky uspořádány. Takový způsob umožní jejich snadnější analýzu a interpretaci. Je mnoho způsobů, jak informace uspořádat, například prostřednictvím písemného komentáře, pojmových map či jiných schémat, různých map, tabulek a grafů. Do popředí se v neposlední řadě dostává i dovednost informace graficky zpracovávat a vyjadřovat, mj. i pomocí geografických informačních systémů (Řezníčková, 2003a). Žáci by si měli také osvojit základní analytické dovednosti, které vedou k zodpovězení položených otázek a ke stanovení určitých závěrů.

7.1.3.1 Základní škola

Tato skupina dovedností, jak naznačuje model IBL, navazuje na dvě předešlé skupiny, zejména pak na skupinu dovedností získávání informací. Aby mělo získávání informací smysl a praktický přínos, je naprosto nezbytné rozvíjet také dovednosti zpracování a organizace informací. V průběhu výuky, a to na základní i střední škole, je tedy nutné, poté, co žáci dovedou nalézt informace, tyto informace dále zpracovávat, a to takovým způsobem, který odpovídá řešenému problému anebo stanovenému vzdělávacímu cíli.

Význam této skupiny dovedností potvrzují názory pedagogů všech tří oborů na základní škole. Jejich mediánové skóre dosáhlo shodně hodnoty odpovídající volbě „spíše ano“. To však v porovnání se skupinou dovedností spojených se získáváním informací znamená mírný pokles významu. Ačkoliv mediánové skóre navozuje dojem stejnorodosti názorů napříč obory, realita je jiná. Statistickou analýzou byl detekován významný rozdíl ve výsledcích ($H = 26,60$; $p < 0,001$), a to zejména mezi učiteli chemie a geografie (na hladině významnosti $p < 0,001$). Právě učitelé chemie preferovali tuto skupinu dovedností na základní škole nejvíce, naopak nejnižší preference jim přiřkli učitelé geografie. Tento fakt potvrzuje také rozložení variability odpovědí respondentů. Ta je nejvyšší v případě geografie, kdy respondenti volili všechny nabízené možnosti (od „určitě ne“ po „určitě ano“), nižší variabilitu odpovědí pak mají odpovědi vyučujících chemie a biologie, kdy nebyla volena možnost „určitě ne“.

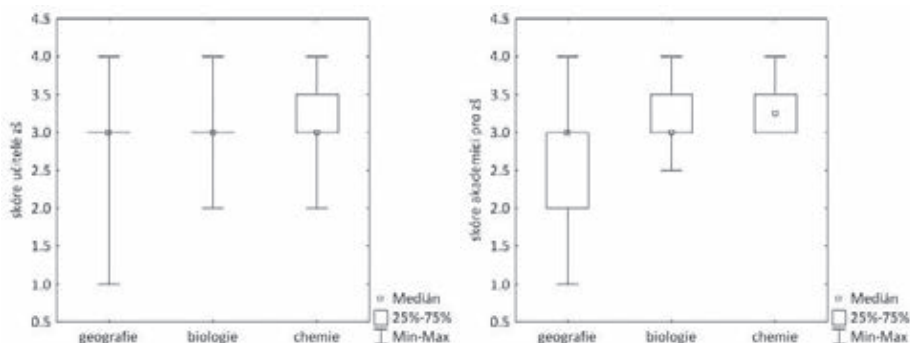
Názory akademiků na návrh dovedností zpracování informací se s názory pedagogů z praxe shodují v tom, že nejvíce tuto skupinu dovedností preferují akademici z chemie, nejméně pak akademici z geografie, avšak mediánové skóre se i nadále pohybuje okolo volby „spíše ano“. V této skupině dovedností byl statistickými postupy identifikován významný rozdíl v názorech akademiků jednotlivých oborů ($H = 14,83$; $p < 0,001$). Post analýzou byl zjištěn významný rozdíl zejména mezi akademiky z geografie a z biologie ($p < 0,01$).

Oproti názorům pedagogů z praxe se názory akademiků vyznačují odlišnou variabilitou, a to zejména v rámci biologie a chemie, kdy došlo ke snížení variability odpovědí (v případě chemie volili respondenti dokonce pouze mezi souhlasnými odpověďmi). V rámci geografie pak zůstala variabilita stejná, tj. v podstatě maximální, nabývající všech možných odpovědí. Nicméně zatímco většina odpovědí pedagogů z praxe se koncentrovala v těsné blízkosti mediánové odpovědi „spíše ano“, tak v případě akademiků většina respondentů volila buď „spíše ano“, anebo „spíše ne“.

Z odpovědí respondentů je zřejmé, že rozvoj dovedností zpracování (tj. organizování, analyzování a interpretace) získaných informací by měl být součástí výuky přírodo-

vědných předmětů již na základní škole, a to zejména v návaznosti na dovednosti získávání informací. Nicméně nižší preference a vyšší variabilita odpovědí (zejména v případě geografie) poukazují na nejednotnost názorů na relativně heterogenní skupinu dovedností, kdy v návrhu dovedností byly zahrnuty i takové dovednosti, které by se dle názoru pedagogů a akademiků měly rozvíjet až na vyšším stupni vzdělávání, anebo by se neměly rozvíjet vůbec. Zejména geografie by pak v rámci této skupiny měla identifikovat ty dovednosti, které lze vnímat jako základní a jejich rozvoj na základní škole jako nezbytný, a naopak ty dovednosti, které jsou spíše nadstavbové pro nadané žáky, anebo určené pro žáky na vyšším stupni vzdělávací soustavy, tj. pro středoškolské.

Graf 36 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie C – Organizování, analyzování a interpretace informací (úroveň pro základní školu)



7.1.3.2 Střední škola

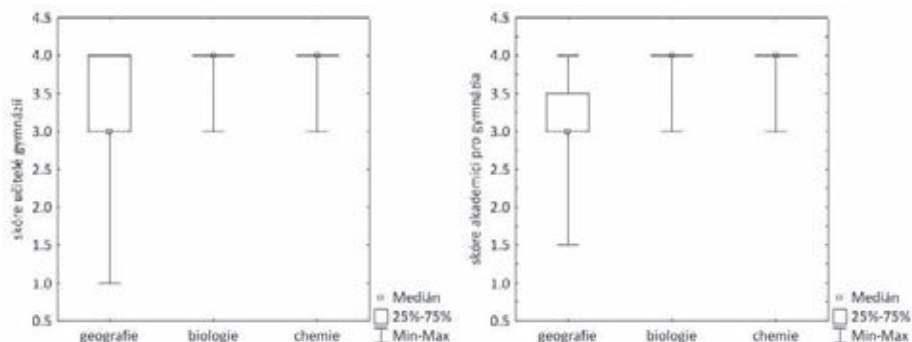
Podobně, jako tomu bylo u předešlých kategorií, je možné vysledovat v názorech akademiků a pedagogů z praxe na střední škole určitý posun, který je ve většině případů směrem k vyšším preferencím dovedností, což poukazuje na gradující náročnost rozvoje dovedností na základních a středních školách. V případě skupiny dovedností zpracování informací došlo k nárůstu preferencí zejména v chemii a biologii, kdy mediánová odpověď indikuje nejvyšší možné preference dovedností. Nárůst významu této skupiny dovedností se odrazil také ve snížení variability odpovědí. V případě geografie pak k výraznému nárůstu preferencí těchto dovedností nedošlo, mediánové skóre zůstalo na volbě „spíše ano“ a také variabilita odpovědí se změnila jen málo. Zatímco většina učitelů na základní škole volila odpověď „spíše ano“, tak většina respondentů ze středních škol volila krom mediánové odpovědi i odpověď „určitě ano“. Vzhledem k tomu, že nemalý počet učitelů volil nesouhlasné odpovědi, nedošlo ke změně mediánového

skóre. Jak dokládá uvedený text a graf 37, nejvyššího skóre dosáhli učitelé biologie, následování učitelé chemie, nejméně tuto skupinu dovedností preferovali učitelé geografie.

Tyto rozdíly mezi obory se prokázaly také statistickou analýzou, pomocí níž byl zjištěn významný rozdíl mezi jednotlivými obory ($H = 38,04$; $p < 0,001$), a to mezi učitelé geografie a ostatními dvěma skupinami na hladině významnosti $p < 0,001$.

V podstatě k totožným závěrům dojdeme při porovnání názorů akademiků na rozvoj dovedností zpracování informací na střední škole. Opět došlo k nárůstu významu dovedností a snížení variability odpovědí u biologie a chemie, přičemž v případě geografie došlo oproti základní škole pouze k minimálním změnám. Tyto rozdíly mezi obory se projevily i při analýze, v jejímž průběhu byl mezi obory zjištěn významný rozdíl ($H = 45,42$; $p < 0,001$). Ten byl dán zejména rozdíly mezi akademiky z geografie a z chemie ($p < 0,05$) a mezi akademiky z geografie a z biologie ($p < 0,001$).

Graf 37 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie C – Organizování, analyzování a interpretace informací (úroveň pro střední školu)



Závěrem lze shrnout, že pedagogové z praxe i akademici považují dovednosti spojené s organizováním, analýzou a interpretací zjištěných informací za významné a jejich rozvoj by měl být na základní i střední škole součástí výuky, a to jako základní učivo. Jisté kontroverze v odpovědích respondentů byly zaznamenány v případě geografie, což poukazuje na značně heterogenní skupinu dovedností spojených se zpracováním informací, kdy geografie musí v rámci této skupiny vyčlenit dovednosti základní a dovednosti rozšiřující. U ostatních oborů nebyly podobné významné heterogenity zaznamenány.

7.1.4 Formulace závěrů

Do posledního vymezeného okruhu spadají především dovednosti spojené se zodpovídáním přírodovědných otázek, přičemž formulované odpovědi by měly reflektovat zjištění, která vyplynula v průběhu předchozích fází poznávání.

Ve shodě s Řezníčkovou (2003a) lze však konstatovat, že tato fáze není posledním krokem v procesu záměrného objektivizovaného poznávání. Celý proces zpravidla znovu začíná, neboť se závěrečným konstatováním a generalizacemi se obvykle objevují nové nezodpovězené otázky.

7.1.4.1 Základní škola

Tato poslední skupina dovedností bývá ve výuce přírodovědných předmětů často opomíjena s odůvodněním na nedostatek času, avšak není o nic méně důležitá než dovednosti předešlých skupin. Aby byl proces poznávání plnohodnotně dokončen, je třeba formulovat odpovědi na otázky, které byly stanoveny na jeho začátku. Poté je třeba o těchto odpovědích dále diskutovat a formulovat nové otázky, které vyplývají z vytvořených závěrů.

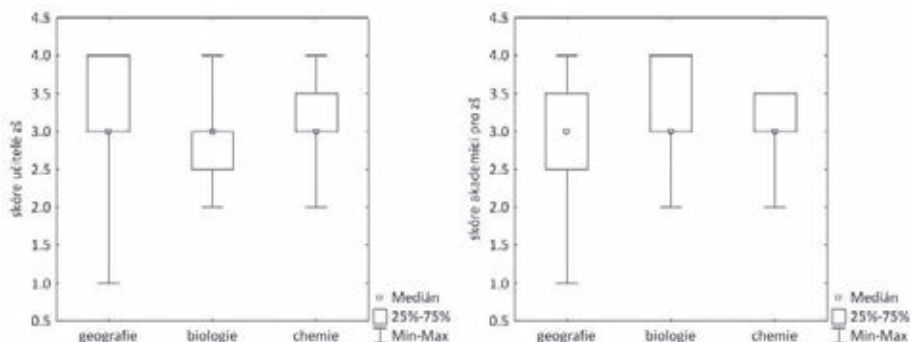
Na významu dovednosti formulovat závěry se víceméně shodují pedagogové základních škol napříč obory, když mediánové skóre odpovídá volbě „spíše ano“. Avšak zatímco většina respondentů v rámci geografie a chemie volila „spíše ano“, resp. „určitě ano“, tak většina odpovědí z biologie se pohybuje mezi „spíše ano“ a „spíše ne“. Na základě toho dosáhli nejvyššího skóre učitelé geografie, nejnižšího pak učitelé biologie. Nejvyšší variabilita odpovědí byla zaznamenána u učitelů geografie, kteří volili všechny nabízené možnosti, nicméně nesouhlasné odpovědi zvolil pouze zlomek respondentů.

Mediánovým testem byl identifikován významný rozdíl ($H = 20,32$; $p < 0,001$) mezi odpověďmi respondentů z jednotlivých oborů, post analýzou se prokázaly rozdíly mezi všemi pozorovanými skupinami (geografie vs. biologie $p < 0,001$, chemie vs. biologie $p < 0,05$).

Akademici se ve svých názorech shodují s pedagogy z praxe na mediánové odpovědi „spíše ano“, avšak rozložení jejich odpovědí se již liší. V případě geografie se většina odpovědí respondentů pohybuje okolo mediánové hodnoty, v případě biologie pak většina respondentů volila odpověď „spíše ano“ a „určitě ano“. V návaznosti na tento fakt pak lze konstatovat, že nejvyššího skóre dosahovala skupina akademiků z biologie a nejnižšího pak akademici z geografie. To je stav v podstatě opačný, než byl u pedagogů z praxe. Nicméně rozdíly v odpovědích respondentů z jednotlivých oborů jsou mi-

nimální, a to do té míry, že mediánovými testy nebyl zjištěn významný rozdíl ve výsledcích ($H = 4,93$; $p = 0,08$).

Graf 38 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie D – Formulace závěrů (úroveň pro základní školu)



Dle odpovědí respondentů by měl být rozvoj dovedností spojených s formulací závěrů součástí výuky přírodovědných předmětů na základní škole. Lze jej řadit mezi základní učivo, a to i s vědomím toho, že někteří respondenti volili nesouhlasné odpovědi (v případě geografie i odpovědi „určitě ne“).

7.1.4.2 Střední škola

Rozvoj dovedností označených jako formulace závěrů lze považovat za zásadní ve výuce biologie a chemie na středních školách, což odráží názor pedagogů z praxe, jejichž mediánová odpověď je „určitě ano“. Významné postavení této skupiny dovedností potvrzuje také relativně nízká variabilita odpovědí, kdy pedagogové volili pouze ze souhlasných odpovědí.

Oproti tomu učitelé geografie na středních školách volili v podstatě všechny možné odpovědi od „určitě ne“ po „určitě ano“. To se projevilo i v mediánovém skóre odpovídajícím volbě „spíše ano“. Učitelé geografie tak také dosáhli nejnižšího skóre, tedy tuto skupinu dovedností preferují na střední škole nejméně z pedagogů sledovaných oborů. Naopak nejvíce tyto dovednosti preferují pedagogové biologie.

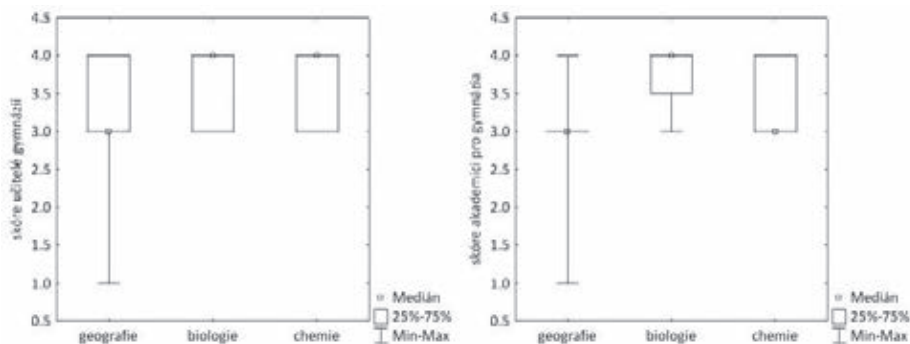
Také mediánový test identifikoval mezi skupinami významný rozdíl ($H = 18,28$; $p < 0,001$), přičemž tento rozdíl je mezi učiteli geografie a ostatními skupinami učitelů (geografie vs. chemie $p < 0,05$ a geografie vs. biologie $p < 0,01$).

V hodnocení akademiků se u těchto dovedností projevují vyšší preference, než tomu bylo u základních škol. To se projevilo zejména v biologii, kde mediánové skóre odpovídá volbě „určitě ano“. Nárůst významu se v menší míře projev i v případě chemie a geografie, avšak ke změně mediánové odpovědi nedošlo. Názory akademiků z geografie se vyznačují výrazně vyšší variabilitou, než je tomu u ostatních oborů. To, stejně jako tomu je u pedagogů z praxe, zapříčinilo nejnižší skóre akademiků z geografie, naopak nejvyššího skóre dosáhli akademici z biologie.

Statistickou analýzou byl zjištěn významný rozdíl v odpovědích mezi respondenty jednotlivých oborů ($H = 28,50$; $p < 0,001$), a to zejména mezi akademiky hodnotícími biologii a geografii na hladině významnosti $p < 0,001$.

Stejně jako v případě základní školy, i na střední škole by měl být rozvoj dovedností formulace závěrů nezbytnou součástí výuky přírodovědných předmětů. Shodují se na tom jak odborníci pedagogové z praxe, tak odborníci z řad akademické obce. Zatímco v případě chemie a biologie panuje víceméně shoda většiny respondentů (vyznačující se relativně nízkou variabilitou odpovědí), tak pedagogové z praxe i akademici z geografie jsou poměrně nejednotní, což se projevilo vůči ostatním oborům mimořádnou variabilitou souboru. Nicméně i v rámci tohoto oboru se většina respondentů shoduje na souhlasných volbách, tj. že by rozvoj této skupiny dovedností měl být nezbytnou součástí výuky geografie na českých školách.

Graf 39 – Rozložení názorů pedagogů na položky z kategorie D – Formulace závěrů (úroveň pro střední školu)



7.1.5 Závěr

Závěrem této části lze konstatovat, že na základě výše uvedených analýz byla rámcově potvrzena oprávněnost využití modelu IBL, resp. obecného modelu řešení problémů založeného na zásadě objektivního poznávání, ve výuce přírodovědných oborů na českých základních i středních školách. Na podstatě modelu se shodují jak pedagogové z praxe, mající dobré povědomí o každodenní školní realitě, tak také odborníci z akademické obce, z nichž mnozí se podílejí na výchově budoucích pedagogů (a formou kurzů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků i vyučujících již působících na školách) i na utváření školního kurikula (tvorba oficiálních kurikulárních dokumentů, ale i učebních materiálů, jako jsou učebnice, pracovní listy aj.). Je však třeba zdůraznit, že se jedná o velmi rámcovou shodu, neboť vnitřní heterogenita sledovaných položek je značná a také povaha srovnávaných disciplín, resp. předmětů je velmi rozdílná. Prezentované výsledky tak především potvrzují, že panuje shoda zástupců všech tří disciplín, resp. školních předmětů na badatelském přístupu jako celku, nežli na jednotlivých dovednostech konkretizujících stanovené kategorie. Právě skutečnost, že každý respondent posuzoval konkrétní deklarované dovednosti a výsledky byly až následně sumarizovány do „makrokategorií“ badatelského přístupu, působí často velké rozdíly v názorech akademiků ve srovnání s pedagogy základních a středních škol stejně jako rozdíly mezi obory. Je zajímavé připomenout, že zástupci geografie vždy vykazovali největší heterogenitu ve svých názorech. Vysvětlením je pravděpodobně komplexní povaha vědní disciplíny proti „čistě přírodovědným“ disciplínám chemie a biologie. Tato skutečnost samozřejmě zvyšuje heterogenitu kategorií, ve kterých jsou umístěny jak dovednosti přírodovědného, tak také společenskovědního charakteru. Je zřejmé, že se tím zvyšuje také heterogenita názorů respondentů. V této souvislosti by se mohlo zdát, že biologie a chemie mají k sobě charakterem vědní disciplíny blíže, avšak občasný statisticky významný rozdíl v názorech mezi chemiky a biology naznačuje, že ani tento poznatek nebude vždy jednoznačný.

Souhrnným hodnocením docházíme k závěru, že dovednosti všech čtyř skupin jsou vesměs přijímány, a to pedagogy z praxe i akademiky ze všech oborů. Určité rozdíly pak jsou u některých kategorií zaznamenány v preferencích mezi jednotlivými stupni vzdělávání, což poukazuje na potřebu přizpůsobit obtížnost rozvíjených dovedností danému stupni vzdělávání. Pro vzdělávací systém je dobrou zprávou, že sledované tři předměty se shodují v základním přístupu ke studiu reality, a vyučující těchto disciplín tak mohou při určité kooperaci efektivněji dosahovat některých badatelsky orientovaných cílů vzdělávání, tj. zejména cílů v oblasti kompetence řešení problémů.

7.2 Testování biologických, geografických a chemických dovedností

Poté, co byl v první fázi projektu sestaven návrh dovedností dle modelu IBL, bylo přikročeno ke zjišťování současného stavu přírodovědných dovedností českých žáků. Pro jednotlivé přírodovědné obory byly sestaveny testy tak, aby ověřovaly dovednosti ze všech čtyř hlavních skupin dovedností (kladení otázek, získávání informací, zpracování informací a formulace závěrů). Tyto testy pak byly distribuovány na základní a střední školy. Podrobněji se k sestaveným testům a průběhu testování vyjadřuje kapitola 4.

Jaké jsou tedy žákovské dovednosti v přírodovědných oborech jako celku zařazených do vzdělávací oblasti Člověk a příroda? Je velice obtížné porovnávat výsledky testů ze tří různých oborů, nicméně s vědomím jistého nutného zobecnění a s přispěním standardizace testů z biologie, geografie a chemie bylo přistoupeno alespoň k rámcové komparaci. Hodnocení a mezioborové srovnání proběhlo na úrovni čtyř skupin dovedností IBL. Jelikož testy za jednotlivé obory měly vždy skupinu otázek společných pro žáky základní i střední školy, zaměříme se především na hodnocení rozdílů mezi těmito stupni vzdělávání. Výsledky žáků v testových úlohách jsou ovlivněny množstvím faktorů, nicméně k určité eliminaci těchto faktorů došlo tím, že v každém testu byly dovednosti z dané skupiny ověřovány více testovými položkami s různými charakteristikami.

Podkladem pro následné hodnocení byly výsledky žáků v testu a také odpovědi žáků a pedagogů v dotaznících (v nichž volili nejvhodnější odpověď pomocí škály) – více informací k výzkumným nástrojům naleznete v kapitole 4.

Úvodem lze konstatovat, že statistickou analýzou se u všech skupin dovedností na obou stupních vzdělávání projevily velmi významné rozdíly mezi výsledky žáků. Ani v jednom případě nebylo tedy rozložení žákovské úspěšnosti v rámci jednotlivých skupin dovedností mezi sledovanými obory podobné.

Oproti tomu při analýze dotazníku, který byl distribuován společně s testem a byl určen vyučujícím, byla zjištěna spíše shoda v odpovědích respondentů, a to jak z hlediska obtížnosti úloh, tak také významu ověřované dovednosti a četnosti jejich procvičování ve výuce.

Významný rozdíl v odpovědích učitelů základní školy za jednotlivé obory pak byl identifikován při hodnocení četnosti procvičování dovedností spojených se získáváním informací. Následnou post analýzou bylo zjištěno, že se jedná především o rozdíly v rozložení odpovědí mezi vyučujícími biologie a chemie. Menší míra shody pak byla zaznamenána také mezi těmito dvěma obory, a to při hodnocení obtížnosti úloh ověřujících dovednost získávání informací. Největší shody v rozložení odpovědí vyučujících

bylo dosaženo při hodnocení významu dovednosti, kdy dovednosti všech čtyř kategorií byly průměrně hodnoceny jako významné.

Obdobná situace panuje i ve výsledcích analýzy dotazníku pro učitele středních škol. Stejně jako jejich kolegové na základní škole se mezioborově vyznačují poměrně vysokou mírou shody v rozložení odpovědí. Výjimku tvoří odhad úspěšnosti u úloh ověřujících získávání informací (post-testem byly zjištěny rozdíly mezi chemií a ostatními obory) a také hodnocení četnosti zařazování rozvoje dovedností formulovat závěry do výuky, a to zejména mezi učiteli biologie a chemie.

Tab. 68 – Výsledky analýzy (Kruskal-Wallisův test¹³) dotazníku pro učitele

kategorie	Základní škola		Střední škola	
	H	p	H	p
Obtížnost A	2,53	0,28	0,63	0,73
Obtížnost B	4,60	0,10	9,22	< 0,01
Obtížnost C	1,51	0,47	0,1	0,95
Obtížnost D	1,72	0,42	0,07	0,96
Význam A	0,23	0,89	6,18	0,07
Význam B	0,32	0,85	0,82	0,66
Význam C	0,27	0,87	4,02	0,13
Význam D	0,19	0,91	2,23	0,33
Četnost A	0,83	0,66	0,61	0,73
Četnost B	9,97	< 0,01	2,75	0,25
Četnost C	2,62	0,27	4,48	0,11
Četnost D	2,07	0,35	7,30	< 0,05

Celkově nejnižších hodnot v odhadu úspěšnosti svých žáků dosáhli na základní škole vyučující geografie, na škole střední pak vyučující chemie. Z toho vyplývá, že předpokládali nižší úspěšnost studentů při řešení testu, dále že považují danou dovednost za více potřebnou než učitelé zbylých dvou oborů a také že ověřované dovednosti častěji procvičují.

7.2.1 Kladení otázek

Úlohy ověřující u žáků úroveň dovedností spojených s kladením otázek se prokázaly jako relativně obtížné, v rámci skupin dovedností se dokonce řadí mezi úlohy s nejnižší

¹³ Kruskal-Wallisův test v tomto případě testoval shodu mediánů odpovědí tří skupin učitelů podle předmětů (biologie, geografie, chemie). Zvlášť byli posuzováni učitelé 2. stupně základních škol a učitelé gymnázií. Signifikantní rozdíly jsou v tabulce ztučněny.

úspěšností. Nicméně u studentů všech tří oborů na základní škole přesáhla úspěšnost v těchto úlohách hranici 50 %, lze je tedy řadit mezi úlohy středně obtížné.

Na druhém stupni základních škol měli nejvyšší úspěšnost v této skupině úloh žáci v geografii (65 %), nejnižší pak v chemii (55 %). To do jisté míry odráží i odhad obtížnosti úloh ze strany učitelů základních škol, kteří průměrně udávali úspěšnost žáků v těchto úlohách mezi 41–60 %. Relativně vyšší úspěšnost pak odhadovali učitelé geografie, jejichž průměrné skóre se blíží spíše k hodnotě úspěšnosti 50–60 %.

Lze tedy konstatovat, že odhad úspěšnosti žáků u těchto úloh víceméně odpovídá jejich skutečné úspěšnosti. Nicméně, vzhledem k tomu, že učitelé ověřované dovednosti považují víceméně za významné, tak úspěšnost by mohla být vyšší. Příčinou pak může být fakt, že tyto dovednosti nejsou ve výuce příliš často rozvíjeny. Dle odpovědi vyučujících tyto dovednosti rozvíjejí „v některých hodinách“, tedy nikoliv systematicky. Tuto skutečnost dokládají i výsledky řízených rozhovorů (viz kapitola 6).

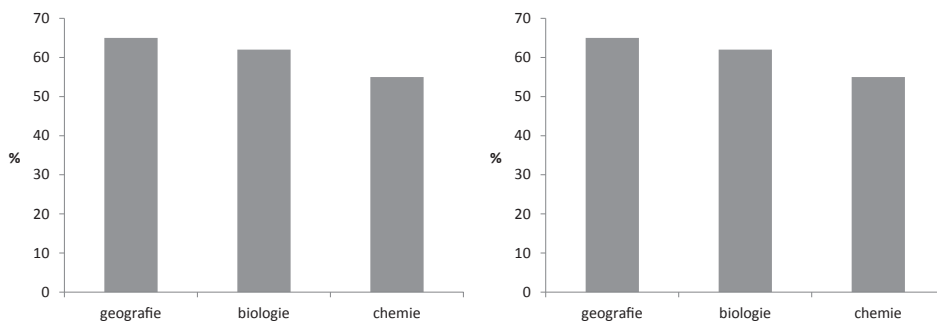
Studenti ze středních škol pak dosáhli vyšších úspěšností, které u všech tří oborů přesáhly 70% hranici. Tím lze potvrdit, že mezi jednotlivými stupni vzdělávání došlo ke zvýšení úrovně této skupiny dovedností. Avšak nárůst úspěšnosti lze hodnotit spíše jako nedostatečný, a to zejména v případě geografie. Žáci v testu z geografie sice prokázali poměrně dobrou dovednost kladení otázek již na základní škole, avšak nárůst úspěšnosti mezi základní a střední školou (tedy minimálně za 2 roky výuky geografie) není ani 10 %. Největší nárůst úspěšnosti byl zaznamenán v chemii, a to téměř 20 %, což je dáno mimo jiné nízkou úspěšností žáků základní školy. Dále lze konstatovat, že proti výsledkům na základní škole se úspěšnosti žáků na střední škole v jednotlivých oborech vyrovnaly, nicméně i nadále pro ně zůstávají tyto úlohy středně obtížné.

Také vyučující ze střední školy dokázali poměrně dobře odhadnout obtížnost úloh pro své studenty. Jejich průměrný odhad udává úspěšnosti žáků v rozmezí 61–80 %, což v podstatě odpovídá skutečné úspěšnosti žáků. Byl zaznamenán také mírný nárůst významu ověřovaných dovedností, avšak průměrné hodnocení se stále nejvíce blíží k hodnocení dovedností jako významných. I přes tento mírný nárůst významu však k rozvoji těchto dovedností ve výuce dochází pouze „v některých hodinách“.

Relativně (ve srovnání s ostatními skupinami dovedností) nízká úspěšnost žáků v úlohách ověřujících dovednosti kladení otázek na základní škole naznačuje, že tyto dovednosti jsou ve školní praxi rozvíjeny méně často, a když rozvíjeny jsou, tak dominuje pasivní způsob, tj. že učitel žákům pokládá otázky sám a žáci na ně zjišťují odpovědi, menší prostor pak je věnován samostatné formulaci otázek ze strany žáků. K obdobným závěrům se kloní i autoři kapitoly 6.2, zpracovávající řízené rozhovory s učiteli geogra-

fie. Právě na aktivní vytváření otázek samotnými žáky by měl být ve výuce kladen důraz, aby mohla být tato skupina dovedností u žáků dostatečně rozvinuta.

Graf 40 – Úspěšnost žáků v úlohách ověřujících dovednosti kategorie A – Kladení otázek



7.2.2 Získávání informací

Vyšší úspěšnosti než v případě úloh ověřujících dovednosti z předešlé skupiny dosáhli žáci v úlohách zaměřených na získávání informací z různých primárních a sekundárních zdrojů. Například v testu z biologie dosáhli v těchto úlohách žáci základních škol průměrné úspěšnosti 76 %, což je nejvíce ze sledovaných oborů. Určitý nárůst vyšší úspěšnosti žáků byl zaznamenán i v případě odhadů učitelů na základní škole. Nejvýraznější změna oproti minulé kategorii dovedností se projevila u odhadů vyučujících z chemie, jejichž odhad úspěšnosti byl ze sledovaných oborů nejvyšší. Avšak jejich odhad (61–80 %) byl spíše na úrovni skutečné úspěšnosti žáků v biologii či geografii, skutečná úspěšnost žáků v chemii se blíží spíše ke spodní hranici odhadu učitelů. Naopak vyučující biologie a geografie odhadovali nižší úspěšnost, než byly reálné výsledky žáků.

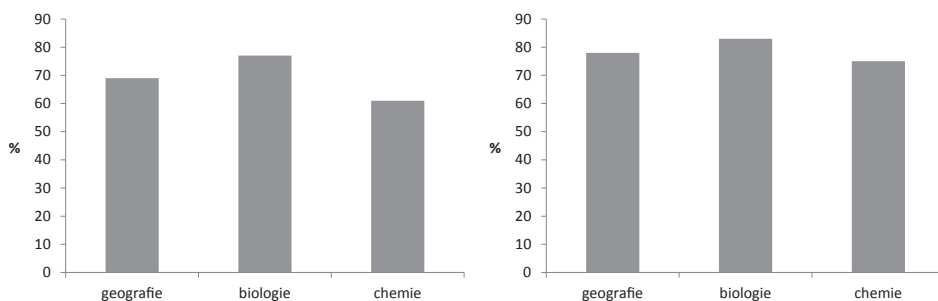
Studenti středních škol pak dosáhli v průměru dokonce úspěšnosti 83 %. Tím se tyto úlohy pro středoškoláky zařadily již mezi snadné úlohy. Hranici úspěšnosti 80 % (kdy lze úlohu označit za snadnou) se přiblížili také středoškoláci v geografii a chemii, nicméně žáci na základní škole řešili tyto úlohy s nižší úspěšností, než tomu bylo v případě biologie (mezi 60–70 %). Tyto dva obory pak zaznamenaly vyšší nárůst úspěšnosti mezi oběma stupni vzdělávání, než tomu bylo u biologie. Nicméně tento nárůst byl nižší než v případě úloh ověřujících dovednosti kladení otázek.

Při porovnání skutečných výsledků studentů středních škol v úlohách s odhadem učitelů docházíme ke stejným závěrům jako v případě základní školy, a sice že učitelé

z chemie své žáky v úlohách ověřujících dovednosti získávání informací spíše přecenili, zatímco vyučující ostatních oborů pak své studenty spíše podcenili.

Na základě výsledků žáků v testu lze konstatovat, že žáci mají relativně dobře rozvinuté dovednosti získávání informací, a to již na základní škole. Nicméně zejména na střední škole by bylo možné očekávat úspěšnosti pohybující se okolo 90 %, avšak ve všech oborech byli žáci této hranici poměrně vzdáleni. To může být mimo jiné způsobeno tím, že ač je učitelé na základní i střední škole považují za významné, tak jejich procvičování a rozvoj probíhá pouze v některých hodinách, tj. ne příliš často. Relativně vyšší průměrnou četností procvičování se ve srovnání s ostatními obory vyznačuje chemie, avšak rozdíly nejsou natolik rozdílné, aby se lišily v kategorii odpovědi (tj. aby spadaly do volby „ve většině hodin“).

**Graf 41 – Úspěšnost žáků v úlohách ověřujících dovednosti
kategorie B – Získávání informací**



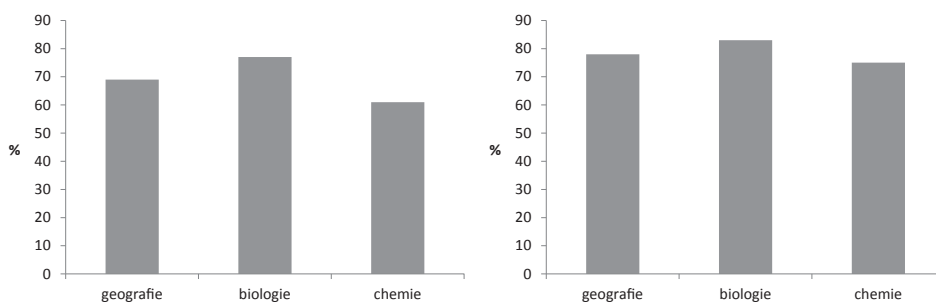
7.2.3 Organizování, analyzování a interpretace informací

Víceméně totožné úspěšnosti jako v úlohách ověřujících dovednosti získávání informací pak dosáhli žáci základních i středních škol v úlohách zaměřených na zpracování zjištěných informací. To potvrzuje těsnou provázanost těchto dvou skupin dovedností, neboť aby bylo získávání informací smysluplné, musejí žáci informace dále zpracovat. Ačkoliv se úspěšnosti oproti předešlé skupině dovedností liší jen málo (do 3 %), vyznačují se tyto úlohy malým rozdílem v úspěšnosti mezi jednotlivými stupni vzdělávání (zejména v případě biologie a geografie, kdy je rozdíl nižší než 10 %).

Oproti tomu však vyučující odhadovali u úloh ověřujících zpracování informací výrazně nižší úspěšnost, než tomu bylo u předešlé skupiny dovedností, a sice úspěšnost v rozmezí 41–60 % na základní škole a 61–80 % na střední škole. Zatímco na základní

škole tak jsou žáci všech oborů spíše podceněni, tak na střední škole jsou podceněni žáci v biologii, oproti tomu úspěšnost žáků v chemii a geografii jejich vyučující odhadli správně. Z hlediska významu a četnosti procvičování jsou výsledky všech tří oborů na základní škole víceméně obdobné, relativně méně jsou tyto dovednosti procvičovány ve výuce chemie. Nicméně na střední škole je rozvoj těchto dovedností zařazován do výuky v průměru častěji než v ostatních dvou oborech, což je mimo jiné dáno tím, že vyučující chemie jim v průměru přiřítají větší význam než kolegové z ostatních oborů.

Graf 42 – Úspěšnost žáků v úlohách ověřujících dovednosti kategorie C – Organizování, analyzování a interpretace informací



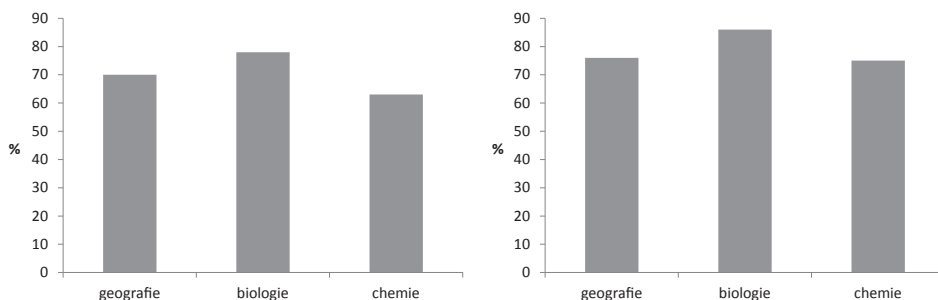
Na základě výsledků žáků v testu lze konstatovat, že úlohy ověřující dovednosti spojené se zpracováním (tj. organizací, analýzou a interpretací) informací řeší žáci se stejnou úspěšností jako úlohy zaměřené na získávání informací. Žáci mají tedy tyto dvě skupiny dovedností rozvinuté na přibližně stejné úrovni. Důvodem může být např. skutečnost, že tyto dvě skupiny jsou obsahově velmi integrální a jsou pravděpodobně v praxi procvičovány společně, tedy se shodnou frekvencí.

7.2.4 Formulace závěrů

Ač bylo očekáváno, že dovednosti spojené s formulací závěrů nejsou v českém školním systému nikterak systematicky rozvíjeny, výsledky žáků v testech ukázaly, že žáci tuto skupinu dovedností v rámci sledovaných přírodovědných oborů ovládají na poměrně dobré úrovni. Celková úspěšnost žáků v těchto úlohách byla v porovnání s ostatními skupinami dovedností nejvyšší. Vysoké skóre zaznamenali zejména žáci v chemii (na základní škole 85 %, na střední škole pak dokonce 90 %), méně úspěšní pak byli žáci v geografii (na základní škole pouze 66 %, na střední škole pak již 78 %).

Úlohy ověřující tuto skupinu dovedností tak byly pro žáky v chemii a biologii snadné (s výjimkou žáků na druhém stupni základních škol v biologii), pro žáky v geografii pak spíše středně obtížné. Nicméně úspěšnost lze považovat za poměrně vysokou, podobných hodnot by bylo vhodné dosáhnout i u úloh ověřujících dovednosti z ostatních skupin.

Graf 43 – Úspěšnost žáků v úlohách ověřujících dovednosti kategorie D – Formulace závěrů



Očekávání spojená s touto skupinou dovedností se odrazila mimo jiné i v názoru vyučujících na úspěšnost žáků v úlohách ověřujících formulaci závěrů. Vyučující všech oborů své žáky v těchto úlohách podcenili, a to na obou stupních vzdělávání. Nejvíce podhodnoceni byli žáci základní školy v biologii (odhadovaná průměrná úspěšnost žáků byla pod 40 %), nejbližší byl odhad vyučujících ke skutečným výsledkům žáků v geografii na střední škole. Význam i četnost procvičování jsou u této skupiny dovedností hodnoceny na základní škole obdobně, jako je tomu u ostatních skupin dovedností. Na střední škole pak výrazně vyšší význam těmto dovednostem přikládají vyučující chemie, což se odráží také ve vyšší četnosti procvičování, než je tomu u ostatních oborů.

7.2.5 Závěr

Výsledky žáků v testu ukázaly, že žákovské dovednosti v přírodovědných předmětech jsou na relativně dobré úrovni, nicméně je možné identifikovat jisté odlišnosti mezi jednotlivými skupinami dovedností. Nejméně rozvinutou mají žáci skupinu dovedností kladení otázek. Na opačné straně škály úspěšnosti se pak nacházejí dovednosti spojené s formulací závěrů. Na základě toho lze předjímat, že kladení otázek je s žáky procvičováno spíše pasivní cestou, kdy otázky formuluje především vyučující. Žáci pak na tyto otázky formulují odpovědi, což je dovednost, kterou, jak potvrdily výsledky testů, mají

relativně dobře rozvinutou (výjimku tvoří žáci vyplňující test z geografie, kteří dosáhli nižší úspěšnosti než žáci v ostatních oborech).

Skupiny dovedností získávání informací a zpracování informací pak mají žáci rozvinuté na obdobné úrovni. Lze však konstatovat, že i v těchto skupinách dovedností byly identifikovány jisté nedostatky, které by důsledným zacílením výuky na rozvoj těchto dovedností mohly být odstraněny.

Je třeba také zmínit omezení daná použitým výzkumným nástrojem. I když testy pro jednotlivé obory byly koncipovány na základě zvolených čtyř kategorií badatelsky orientované výuky a jejich validita, obtížnost i způsob vyhodnocení byly koordinovány v rámci výzkumného týmu, bylo nemožné otestovat dané kategorie dovedností v plném rozsahu dílčích dovedností mj. pro časově omezený rozsah testu. Výběr úloh do testu byl veden snahou postihnout typické činnosti, které reprezentují danou dovednost, a o kterých je známo, že ve škole není taková činnost neobvyklá. Proto byly testy předem posouzeny také učiteli z praxe.

7.3 Vybrané podněty z řízených rozhovorů

Šestá kapitola prezentuje výsledky kvalitativního výzkumu, jehož záměrem bylo hlouběji porozumět charakteru a významu dovedností ve výuce přírodovědných předmětů, které jim přisuzují učitelé biologie, geografie a chemie na základních a středních školách. Tento cíl byl naplněn prostřednictvím polostrukturovaných rozhovorů vedených s 27 učiteli. Je obtížné shrnout obsahovou analýzu těchto rozhovorů, aniž bychom se nedopustili velkého zjednodušení. Na tomto místě proto upozorníme pouze na podněty mezioborového charakteru, kterým autoři přiřkládají největší význam.

Vzhledem k tomu, že pojem dovednost je ve školní praxi vnímán nejednotně, je nutné ve vzájemné komunikaci mezi hlavními aktéry ve vzdělávání počítat s určitými „šumy“. Nejde při tom pouze o odlišné obsahové vymezení pojmu dovednost. Příkladem dalšího komunikačního míjení je skutečnost, že někteří učitelé nerozlišují osvojování dovedností od znalostí či vědomostí. Do odpovědí se jim znalosti žáků ukrádají na mnoha místech rozhovorů. I na přímou otázku, jak byste vymezili pojem dovednost, někteří reagovali slovy: „V podstatě jde o aplikaci vědomostí do praxe“ nebo „Dovednosti se týkají praktických vědomostí studentů“. Na otázku, které dovednosti procvičujete ve výuce zeměpisu především, zazněla odpověď: „Ráda bych, aby moji studenti měli nějaký obsah, co se týče základních termínů, které by dokázali následně používat v běžné mluvě“.

Dále někteří respondenti nevnímají rozdíl mezi procvičováním a ověřováním dovedností. Například na otázku, jakým způsobem dovednosti procvičujete, zazněla odpověď: „K procvičování využíváme dvě standardní metody, tzn. testování a pak jakoby řízené zkoušení“. Při diskusi o dovednostech žáků ne každý respondent dokázal oddělit vlastní činnosti od činností žáků. Z některých výpovědí tak spíše vyplývá, že během výuky si určité dovednosti procvičuje především učitel. Příkladem je okruh dovedností spojených s kladením otázek. Z mnohých odpovědí vyplývá, že ve výuce všech tří zkoumaných předmětů otázky kladou především učitelé. Kladení otázek mnohdy probíhá v jiném smyslu než jako první krok přemýšlení nad tím, jak něco vyřešit. Když otázku vysloví žák, tak často se snahou přistihnout učitele v nevědomosti.

Z diskuse, která se týkala procvičování dovedností spojených s využíváním různých informačních zdrojů, u všech oborů vyplynulo zajímavé konstatování, a to že učitelé většinou nepovažují učebnici za důležitý zdroj informací. Oslovení učitelé také méně preferují u mladších žáků práci s grafy a tabulkami.

Za zdůraznění stojí i zjištění, že u většiny oslovených respondentů se nedá hovořit o promyšleném osvojování určitého komplexněji pojatého systému dovedností. Jde spíše o dílčí oborově specifické dovednosti (například spojené se čtením informací z mapy), které se popřípadě i promítají do hodnocení výkonů žáků. Obecně pak s hodnocením dovedností žáků si mnozí učitelé nevědí rady, popř. hodnotí pouze ty relativně jednoduché. U některých odpovědí typu „hodnotím většinou pracovní listy“ nebo „hodnotím odpovědi na otázky a úkoly“ nelze posoudit, zda učitel hodnotí prostřednictvím daného úkolu paměť žáka nebo osvojení určité dovednosti. Nejistota učitelů v hodnocení dovedností žáků se stává výzvou pro organizátory kurzů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků.

Názory učitelů se mohou změnit mj. pod vlivem intenzivnější veřejné odborné debaty. Samotný rozhovor inspiroval k dalšímu rozvíjení dovedností, například některé učitele geografie k častějšímu zařazování leteckých a družicových snímků do výuky, využívání žákům důvěrně známé místní krajiny jako zdroje informací nebo k častějšímu procvičování dovedností a možnosti jejich hodnocení i známkou.

7.4 Celkové závěry a náměty pro další výzkum

V monografii popisovaný výzkum oborových didaktik biologie, geografie a chemie patří svým zaměřením a koncepcí mezi první svého druhu v Česku a pravděpodobně i v zahraničí. Jde o transdisciplinární didaktický výzkum, který reaguje na malou účinn-

nost hlavních cílů kurikulární reformy ve všeobecném biologickém, geografickém a chemickém vzdělávání v Česku. Je založen na vzájemně provázaných činnostech tvorby a realizace víceúrovňového modelu oborového kurikula. V první fázi jsme navrhli ve srovnání se stávajícím stavem v rámcových vzdělávacích programech výrazně odlišnou a zároveň kontinuální strukturu dovedností žáků, a to zvláště za biologii, geografii a chemii. Tyto návrhy měly stejnou koncepci, hlavní kategorie dovedností sledovaly jednotlivé fáze obecného cyklu řešení problémů. Následně jsme u všech oborů stejným způsobem zjišťovali, zda se tato „norma“ dostává do rozporu s realitou. Zjišťovali jsme reakci učitelů základních, středních a vysokých škol na navrženou strukturu dovedností, míru osvojení vybraných dovedností u žáků a širší podmínky, jež ovlivňují (ne)přijetí zvolené koncepce výběru a třídění dovedností. Výsledky z těchto dílčích analýz zároveň představovaly zpětnou vazbu pro modifikaci původně navržené struktury dovedností. Na závěr provedená mezioborová komparace výsledků obdobným způsobem prováděných a vzájemně propojených dílčích analýz umožňuje hlubší vhled do utváření a strukturování oborových dovedností a do procesu jejich implementace v rámci kurikula jako celku.

Ukazuje se, že je velmi obtížné obsahově vymezit a strukturovat kategorii „dovednosti ve výuce biologie, geografie a chemie“. Snaha postihnout ji ve své složitosti a ve větším detailu přináší návrhy struktury dovedností, které zcela logicky jsou pro některé uživatele neúplné, nepřesné, nejednoznačné, pro jiné zas příliš složité a komplikované. V každém případě diskutované dvě varianty přístupů (viz kapitola 2.3), rozpracované na příkladu geografických dovedností, nejsou jediné. I přesto z jejich srovnání vyplývá, jak odlišný způsob třídění dovedností se promítá do výčtu požadovaných výkonů žáků. Určité okruhy (druhy) dovedností, které jsou u jedné varianty upřednostňovány, jsou v druhé verzi potlačeny, popřípadě nejsou vůbec zmiňovány a naopak. Je tomu tak i u kontinuální struktury dovedností, která byla v projektu navržena a ověřována pro výuku biologie, geografie a chemie. Hlavním kritériem třídění se stal způsob poznávání a řešení otázek v přírodních vědách, založený na dovednostech strukturovaných podle obecného modelu řešení problémů, resp. badatelských přístupů. Přednosti tohoto přístupu jsou diskutovány v kapitole 2.3. Na tomto místě zmíníme jen dvě z nich. Zprvé umožňuje vytvořit kontinuální strukturu dovedností žáků gradující podle jejich věku. Zadruhé tento přístup lze aplikovat na všechny přírodovědné předměty. Dokladem jsou v projektu vytvořené struktury dovedností za biologii, geografii a chemii. Vzniká tím předpoklad rozvíjet požadované dovednosti důsledně a systematicky jak v horizontálním směru (napříč různými předměty), tak ve směru vertikálním (napříč jednotlivými stupni a ročníky škol).

Smyslem tohoto přístupu není připravovat všechny děti na vědeckou dráhu již od základní školy, ale především přispět k tomu, aby se dokázali objektivně, systematicky a logicky vypořádávat s problémy v běžném životě. S tím je spojena i potřeba rozvíjet kritické myšlení, které je spojené s plánováním, zkoumáním, ověřováním. Je to myšlení, které se opírá o logické argumenty, je citlivé na kontext, zvažuje přístupy jiných, posuzuje alternativy aj.

Akcent na způsob poznávání specifický pro všechny přírodní vědy znamená, že ve výsledné struktuře dovedností jsou až na druhém místě myšlenkové postupy prezentující dosažené poznání a specifický způsob uvažování konkrétního oboru, které jsou vybrány a uspořádány podle různých klíčů (viz 1. varianta v kapitole 2.3.1 nebo očekávané výstupy a učivo v RVP). Jak je zřejmé z předloženého návrhu dovedností za biologii (příloha B1 až B3), geografii (tab. 11–13) a chemii (tab. 21–22), při volbě námi ověřovaného způsobu třídění dovedností by výsledný standard požadavků na výkony žáků měl obecnější charakter, jinou strukturu a obsah než stávající očekávané výstupy a učivo pro jednotlivé předměty v rámcových vzdělávacích programech. V tomto standardu by z logiky věci nebyly požadavky na výkony žáka typu „rozliší složky a prvky fyzikogeografické sféry a rozpozná vztahy mezi nimi“ (RVP G, s. 34, 2009), kde gradace výkonu jedince je dána volbou „aktivního“ slovesa.

Rozvaha nad požadovanou strukturou dovedností je tak mj. spojena s volbou úrovně obecnosti daného standardu. Obecná forma sdělení není příliš návodná pro výuku, konkrétní naopak rozměňuje hlavní záměr. Obrazně řečeno, buď se zaměřujeme na konkrétní stromy a pak hrozí nebezpečí, že nevnímáme les, anebo naopak. U navrhovaného přístupu je dominantní les a jeho struktura, konkrétní položky jsou uvedeny jako příklady možných činností. Důležité je, že žák dokáže například identifikovat problém geografického charakteru, přesně však není určeno, kterého konkrétního tématu se problém má týkat.

Další pro někoho polemickou vlastností popisovaného přístupu je skutečnost, že na úrovni obecněji definovaných dovedností se stírají specifika jednotlivých přírodovědných předmětů. Tato slabina se do určité míry vyřeší věcnou (obsahovou) stránkou oborového standardu, která v tomto projektu nebyla řešena. Užití popisovaného přístupu v našem školství může narazit také na požadavek jednotného klíčového třídícího kritéria dovedností pro všechny výukové předměty (viz stejná „formální šablona“ v RVP).

Původně navržená struktura dovedností žáků za biologii, geografii a chemii byla upravena především na základě výsledků dotazníkového šetření, adresovaného učitelům

z jednotlivých stupňů škol (viz kapitola 3). Souhrnným hodnocením docházíme k závěru, že dovednosti ze všech čtyř hlavních skupin dovedností jsou vesměs přijímány, a to pedagogy z praxe i akademiky ze všech oborů. Určité rozdíly pak jsou u některých kategorií zaznamenány v preferencích mezi jednotlivými stupni vzdělávání, což poukazuje na potřebu přizpůsobit obtížnost rozvíjených dovedností danému stupni vzdělávání. I když máme oporu v získaných výsledcích, netroufáme si tvrdit, že modifikovaný výčet požadovaných dovedností žáků různého věku je úplný a má konečnou podobu. V souvislosti s velmi rychlým rozvojem informačních technologií je žádoucí doplnit například v geografickém standardu požadavky na dovednosti spojené s využíváním geografických informačních systémů, a to již u žáků 2. stupně základní školy (obdobně jako v revidovaných geografických standardech USA – viz Heffron, & Downs, 2012; i v dalších zemích jako např. v Kanadě, Finsku, Austrálii, Singapuru a jinde).

Výsledky našeho výzkumu, založené na názorech respondentů, jsou navíc složitě sociálně podmíněny a jejich platnost bude zřejmě časově limitovaná, obdobně jako i u jiných výzkumných nálezů v pedagogice (podrobněji Mareš, 2009). Lze předpokládat, že například s vyšší informovaností zainteresovaných jedinců, resp. profesních skupin učitelů (např. o tom, že navržené požadavky korespondují s koncepcí přírodovědné gramotnosti mezinárodního projektu PISA) se změní jejich náhled na jednotlivé položky v navržené struktuře oborových dovedností.

Důležitým argumentem v diskusi o potřebnosti důsledného procvičování určitých dovedností se mohou stát výsledky rozsáhlejších empirických studií. V tomto směru je žádoucí realizovat další výzkumy zjišťující současný stav dosaženého kurikula žáků různého věku, i když v projektu zjištěné nálezy jsou pozitivní. Výsledky žáků v testu pro žáky pátých tříd základní školy a testů biologických, geografických a chemických pro žáky 2. stupně základních škol a gymnázií ukázaly, že žakovské dovednosti v přírodovědných předmětech jsou na relativně dobré úrovni. Je však možné identifikovat jisté odlišnosti mezi jednotlivými skupinami dovedností. Nejméně rozvinutou mají žáci skupinu dovedností kladení otázek. Na opačné straně škály úspěšnosti se pak nacházejí dovednosti spojené s formulací závěrů.

Nutno připustit, že námi provedené testování žáků má omezenou vypovídací schopnost, danou zejména kvalitou vytvořeného testu. I když testy pro jednotlivé obory byly koncipovány na základě zvolených čtyř kategorií badatelsky orientované výuky a jejich validita, obtížnost i způsob vyhodnocení byly diskutovány a koordinovány v rámci výzkumného týmu, kvůli omezenému časovému rozsahu testu bylo nemožné otestovat dané kategorie dovedností tak, aby pokryly všechny jejich dílčí položky. Výběr úloh do testu byl veden snahou postihnout typické činnosti, které reprezentují danou kategorii

dovedností, přesto v tomto směru je žádoucí provést další výzkum. Nabízí se ověřovat osvojení celé škály dílčích dovedností jednotlivých kategorií, například hlouběji dovednosti spojené s využíváním určitého zdroje informací (práce s mikroskopem, provedení a pozorování pokusu, mapové dovednosti, čtení krajiny, čtení odborného textu s porozuměním aj.). Realizovat další testování v tomto směru je žádoucí i z důvodu standardizace testů pro žáky různého věku. Dosud nemáme zkušenosti s úrovní obtížnosti v takto koncipovaných testech, proto jsme v popisovaném projektu zvolili test společný pro žáky 2. stupně základních škol i gymnázií. Při tvorbě čtyř testů jsme se museli vypořádat s převedením a zjednodušením požadavků v navrženém standardu do otázek v testu tak, aby ověřovaly míru osvojení vybraných dovedností z jednotlivých kategorií a současně reprezentovaly provázanost kroků obecného cyklu řešení problémů. Splnění druhého požadavku považujeme za nejzdařilejší v testu pro žáky 5. tříd, kde provázanost otázek podporuje příběh z reálného života o přípravě těžby písku v určité lokalitě.

Další výzkum je zapotřebí směřovat i do roviny realizovaného kurikula, abychom mohli zjistit, které skutečnosti podporují a které naopak brání implementaci navržené koncepce struktury dovedností, resp. i jiným koncepcím v přírodovědném vzdělávání. Výsledky našeho výzkumu v tomto směru, které vycházejí z žakovského a učitelského dotazníku a z realizovaných 27 polostrukturovaných rozhovorů jsou shrnuty v předchozích částech této kapitoly. Celkově lze říci, že vidíme rezervy v tom, jak učitelé biologie, geografie a chemie o dovednostech žáků uvažují, jak je realizují a hodnotí. Při posuzování nového návrhu struktury dovedností a případně při její implementaci do výuky se uplatňuje více intervenujících vlivů. Mezi ně patří i učitelovo pojetí výuky, popř. představy vysokoškolských pedagogů (jako tvůrců učebnic a vzdělavatelů budoucích pedagogů) o pojetí výuky na nižším stupni vzdělání. Jde o fenomén, který pomáhá objasnit stabilitu názorů nebo postojů daného jedince vůči koncepci výuky a vysvětluje opakování důležitých složek jeho jednání při realizaci výuky.

Podporován by měl být i výzkum pojetí kurikula všech aktérů včetně pedagogů vysokých škol, protože jde o proměnnou, která postihuje „způsob učitelova chápání a posuzování kurikula, který se promítá do jeho jednání ve výuce i mimo ni. Pojetí kurikula slouží učitelům jako rámec pro uvažování, argumentaci a rozhodování o tom, jak s kurikulem zacházet a jaké postoje k němu zaujímat. Podmiňuje, čím se učitel ve vztahu ke kurikulu zabývá, co naopak přehlíží, s čím souhlasí, s čím nikoliv a jak svoje rozhodnutí či postoje vysvětluje“ (Janík & Janko et al., 2010, s. 9).

Problém způsobují také bariéry v komunikaci mezi všemi aktéry víceúrovňového kurikula, při jeho tvorbě i realizaci. Každý obor, včetně oborových didaktik, si vytváří svůj

specifický pojmový svět. Dokladem jsou odlišné představy o obsahu pojmu dovednost, které mj. vyplynuly z provedených rozhovorů. Šumy v komunikaci nelze přehlížet, jsou samozřejmostí obzvláště v mezioborových projektech. Ovlivňují jejich realizaci, ale i interpretaci dosažených výsledků.

Za zmínku stojí i „vedlejší produkt“ výzkumu, který vzešel z analýzy dat úvodní části žákovských dotazníků. I v našem výzkumu se potvrdil malý, popř. „neutrální“ zájem žáků o přírodovědné předměty obdobně jako ve studii Pavelková, Škaloudová, & Hrabal (2010). Také z rozsáhlé komparativní studie autorů Osborne & Dillon (2008), která mapuje stav přírodovědného vzdělávání v zemích Evropské unie, vyplývá, že situace napříč Evropou je obdobná. Za jednu z příčin malého zájmu o přírodovědné předměty považují skutečnost, že stávající přístupy k výuce žáky neoslovují.

Otevřenou otázkou zůstává, zda námi navržená cesta je ta správná. Nezáleží pouze na kvalitě návrhu oborového standardu. Úspěšnost proměny priorit ve všeobecném vzdělávání záleží na čase a na „energii“ (v podobě lidského úsilí i finančních prostředků), kterou jsme schopni do tohoto procesu vložit, a to nejen v rovině plánovaného, ale i realizovaného kurikula, na úrovni národní i jednotlivých škol. V případě prosazování výraznějších proměn pravděpodobně vždy bude stát názor menšiny (navrhovatelů požadované proměny) proti většině, která by měla dané proměny implementovat do školní praxe.

CH PŘÍLOHY CHEMIE

Příloha CH1 – Zadání testu z chemie pro starší žáky

Zadání testu pro mladší žáky bylo téměř stejné, lišilo se pouze tím, že nebyly zařazeny úlohy 7, 8 a 9. Poslední úloha v testu pro mladší žáky byla úloha 7 a byla obsahově shodná s úlohou 10 z testu pro starší žáky.

Petr bydlí v Brně v paneláku a rozhodl se, že si za peníze, které dostal k narozeninám, zřídí sladkovodní akvárium. Na internetu si našel potřebné informace, s dědou koupil podstavec a nádherné velké akvárium, jen ho naplnit vodou a rybami. A u vody nastaly problémy. Děda radil, ať přivezou vodu ze studánky, která chutná skoro jako minerálka. Tatínek ji nechtěl vozit v autě a doporučoval vodu z vodovodu, že to tak dělá i strýc ze Znojma, a jaké má krásné mořské akvárium! Petr si přečetl, že jednou z nejdůležitějších chemických vlastností akvarijní vody je její pH. Ze školy věděl, že voda s hodnotou $pH = 7,0$ je označována jako neutrální; pod touto hodnotou je kyselá a nad ní zásaditá. Do sladkovodního akvária je nejvhodnější voda s pH v rozmezí od 6,5 do 8,5. Do mořského akvária je potřeba voda s pH v rozmezí od 8,0 do 8,6. Petr si z internetu stáhl tabulku o vodovodní vodě v ČR. Pak promyslel i další důvody pro výběr vody: dostupnost vody, znalost hodnoty pH jednotlivých vod, cena vody (protože nemá mnoho peněz), typ akvária. Na základě těchto informací se rozhodl, kterou vodu si vybere.

Následovala tabulka uvádějící hodnotu pH vodovodní vody v různých městech v ČR.

1. Jak se Petr rozhodl? Zvažte podobně jako Petr i důvody volby a vyberte jednu správnou možnost. (4 nabídky odpovědi, z toho 1 správná)

2. Ve kterých městech by odpovídala hodnota pH limitu pro mořské akvárium? (odpověď volná)

Petr nejprve nasadil do akvária rostlinky a nechal je zakořenit, jak mu poradil strýc. Po měsíci Petr zkontroloval pH pomocí indikátorových papírků a zjistil, že pH je v rozmezí 8,5–9,0. Strýc mu doporučil, aby pH upravil, protože rostliny potřebují k fotosyntéze CO_2 . Poslal mu graf, aby si jej prohlédl a že už bude vědět, co má dělat a proč.

Následoval graf závislosti obsahu CO_2 ve vodě na pH vody.

3. Doplňte chybějící údaje: Petr se podíval do tabulky na hodnotu pH vodovodní vody v Brně a podle grafu určil, že podle této hodnoty by mělo být ve vodě rozpuštěno přibližně % CO_2 . U strýce ve Znojmě by podle grafu mělo být ve vodovodní vodě rozpuštěno přibližně % CO_2 .

4. Petr naměřil pH v rozmezí 8,5–9,0. Jak by měl upravit pH vody a proč? Odpovědi najdete stejně jako Petr v grafu. (4 nabídky doporučené úpravy vody a 2 nabídky odůvodnění nutnosti upravit vodu, vše s odpovědí ano/ne).

Petr se ráno chystal k úpravě pH vody a pro kontrolu změřil pH znovu. Tentokrát však naměřil mnohem nižší hodnotu pH než večer. Následující den měřil pH průběžně celý den a hodnoty si zaznamenával. V 8 hodin naměřil pH=6,0; v 10 hodin naměřil pH=6,5; ve 12 hodin bylo pH=7,0; ve 14 hodin bylo pH=7,5; v 16 hodin už naměřil pH=8,0; v 18 hodin už bylo opět pH=8,5.

5. Pomozte Petrovi a zaznamenejte jeho údaje do tabulky a sestrojte graf na přiložený milimetrový papír. Čáry nemusí být podle pravítka.

Petr porovnal oba grafy a zjistil, že se během dne mění hodnota pH a také množství CO_2 obsažené ve vodě. Zavolał strýci a řekl si, že ho vyzkouší.

6. Dokážete doplnit Petrovy otázky v rozhovoru se strýcem? (zadány 3 odpovědi strýce, žáci mají doplnit předpokládanou otázku žáka; volné odpovědi)

7. Petr se rozhodl upravit pH vody v akváriu pomocí speciálního zakoupeného přípravku. Pro úpravu pH v jeho akváriu je potřeba připravit 200 g 5% směsi tohoto přípravku s vodou. Kolik gramů přípravku a kolik mililitrů vody bude Petr potřebovat? Hustota vody je $1,0 \text{ g/cm}^3$.

8. Ve zdravém akváriu je hodnota pH stabilní. Na tomto stavu se za podmínek panujících v akváriu významně podílejí H_2CO_3 , CO_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 a H_2O . Udržování stabilního pH je zde způsobeno především rovnovážnou reakcí (A), zahrnující vzájemné přeměny $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a H_2CO_3 , která v omezené míře vzniká reakcí H_2O s CO_2 .

Ve které možnosti je správná rovnice popisující uvedenou rovnovážnou reakci (A)? (4 nabídky chemické rovnice, z toho 1 správná odpověď).

Látky zapsané chemickými vzorci pojmenujte: H_2CO_3 , CO_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 . (volné odpovědi)

9. Petr přidal do akvária dvacet pestrobarevných rybiček. Ovlivní tyto vodní živočichové pH vody? (4 nabídky odpovědi a vysvětlení, z toho 1 správná odpověď).

10. Napište ve větách alespoň 3 významné informace týkající se zřizování akvária, které jsou v celém příběhu uvedeny. Za každou informaci získáte body. Hodnocena je i kvalita informace. (volné odpovědi)

Příloha CH2 – Žákovský dotazník z chemie¹⁴

Prosíme, nyní vyplň následující údaje:

Pohlaví:	chlapec – dívka
Věk: let
Třída:
Název školy:
Obec, v níž sídlí škola:
Známka z chemie na posledním vysvědčení:
Chemii:	mám rád – nemám rád – tak napůl
Počet hodin chemie týdně v letošním školním roce:

Nyní máš možnost posoudit, jak se Ti jednotlivé úlohy v testu řešily. Svůj názor vyznač křížkem.

Rozmněl a jsi zadání úlohy?	ano	spíše ano	spíše ne	ne	Rozmněl a jsi zadání úlohy?	ano	spíše ano	spíše ne	ne
Úloha č. 1	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - tabulka	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 2	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - graf	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 3	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 6	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 4	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 7	<input type="checkbox"/>			

Jak byla úloha obtížná?	snadná	středně těžká	obtížná	neresitelná	Jak byla úloha obtížná?	snadná	středně těžká	obtížná	neresitelná
Úloha č. 1	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - tabulka	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 2	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - graf	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 3	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 6	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 4	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 7	<input type="checkbox"/>			

Jak často řešíte podobné úlohy ve škole?	každou hodinu	často	občas	nikdy	Jak často řešíte podobné úlohy ve škole?	každou hodinu	často	občas	nikdy
Úloha č. 1	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - tabulka	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 2	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 5 - graf	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 3	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 6	<input type="checkbox"/>			
Úloha č. 4	<input type="checkbox"/>				Úloha č. 7	<input type="checkbox"/>			

Oravky v následující části se týkají Tebe a Tvých názorů na vyuč. chemie. Měly by vyjadřovat Tvo vlastní názory a zkušenosti, nezastupuj nás žádné „správné“ ani „špatné“ odpovědi. Neopouštěj proto s ostatními. Každé tvrzení si pozorně přečti a zakřížkuj svou odpověď. Ujisti se, proč, to ses vyjádřil/a ke všem tvrzením.

NAKOLIK SOUHLASÍŠ S NÁSLEDUJÍCÍMI TVRZENÍMI?		sohlásím	spíše sohlásím	spíše nesohlásím	nesohlásím
1.	Myslím si, že většina poznatků z hodin chemie je užitečná pro život.				
2.	Zajímá mě o chemickou problematiku i ve volném čase (čtu (čteš) knčky nebo knihy s chemickou tematikou, sleduji televizní pořady s chemickou tematikou, hledám si chemické informace na internetu apod.)				

OTOČ LIST!

D str. 4 z 5

¹⁴ V této příloze je uvedena (kratší) verze dotazníku pro mladší žáky a (kratší) verze dotazníku pro učitele mladších žáků. Pokud jde o plnou verzi určenou pro starší žáky a jejich učitele, lišila se pouze počtem úloh, ke kterým se žáci i učitelé vyjadřovali (starší žáci řešili více úloh) a způsobem oslovení žáků (mladší žáci byli osloveni tykáním, starší žáci vykáním).

JAK OBTÍŽNÉ BY PRO TEBE BYLY NÁSLEDUJÍCÍ ÚKOLY?		zvládl a bych to snadno	musel a bych se snažit	bojovat a bych s tím	neuzvládl a bych to
3.	Najít v novinách články, které se zabývají chemickou problematikou a jejím řešením.				
4.	Odhadovat některé vlastnosti prvků podle jejich polohy v periodické tabulce.				
5.	Sestavit aparaturu podle nákresu.				
6.	Formulovat otázky zjišťující možnosti rozvoje našeho regionu (např. na besedě se starostou se umět zeptat na plánované změny, které ovlivní okolí mého bydliště).				
7.	S pomocí údajů v tabulce vytvořit graf.				
8.	Zjistit informace o firmě, která vyrábí chemické přípravky, léčiva, hnojiva, kosmetiku apod.				
9.	Zjistit následující informace o libovolné běžné chemické látce, jejíž chemický název nebo vzorec znáš: teplota tání, teplota varu, molární hmotnost, rozpustnost ve vodě.				
10.	Zjistit aktuální stav znečištění ovzduší, tzn. aktuální množství oxidů dusíku, oxidů siřy a ozonu ve velkých městech				
11.	Vypočítat potřebné množství vody a pevné látky na přípravu 200 g 10% roztoku.				
12.	Rozhodnout, které ze dvou vysvětlení vzniku kyselých dešťů je pravděpodobnější a proč.				

JAK ČASTO SE V HODINÁCH CHEMIE SETKÁVÁŠ S NÁSLEDUJÍCÍMI SITUACEMI?		ve všech hodinách	ve většině hodin	v některých hodinách	někdy / nikdy / téměř nikdy.
13.	Učitelka nás žádá, abychom si sami kladli otázky související s diskutovaným problémem.				
14.	Učitelka nás vybízí, abychom kriticky posoudili věrohodnost informací z tabulek, grafů a map.				
15.	Vyžaduje se od nás, abychom sami navrhli postup možného řešení úlohy nebo problému.				
16.	Vyžaduje se od nás, abychom chemické poznatky aplikovali na problémy, se kterými se setkáváme v každodenním životě.				
17.	Vyžaduje se od nás, abychom ze získaných informací vytvořili stručné a výstižné závěry.				
18.	Učitelka požaduje, abychom posoudili, zda jsme splnili úlohu přesně podle zadání.				
19.	Učitelka nám zadává úkoly, které si můžeme doma prakticky vyzkoušet.				

Děkujeme za Tvé názory.

Za řešitele výzkumného projektu

prof. RNDr. H. Čtrnáctová, CSc., PiF UK v Praze
doc. Mgr. H. Čidlová, Dr., PdF MU, Brno

Ikonky u čísel úloh se shodovaly s ikonkami uvedenými u těchto úloh v testu a měly žákům usnadnit orientaci (propojení testu a dotazníku). Údaje v pravém dolním rohu (např. „D str. 4 z 5“) označují verzi dotazníku (rozlišení mladších a starších žáků) a stránkování.

5. Jak obtížné by pro Vaše žáky byly následující úkoly?

		zvládli by to snadno	museli by se snažit	bojovali by s tím	nezvládli by to
1.	Najít v novinách články, které se zabývají chemickou problematikou a jejím řešením.				
2.	Odhadovat některé vlastnosti prvků podle jejich polohy v periodické tabulce.				
3.	Sestavit aparaturu podle nákresu.				
4.	Formulovat otázky zjišťující možnosti rozvoje našeho regionu (např. na besedě se starostou se umět zeptat na plánované změny, které ovlivní okolí mého bydliště).				
5.	S pomocí údajů v tabulce vytvořit graf.				
6.	Zjistit informace o firmě, která vyrábí chemické přípravky, léčiva, hnojiva, kosmetiku apod.				
7.	Zjistit následující informace o libovolné běžné chemické látce, jejíž chemický název nebo vzorec znáš: teplota tání, teplota varu, molární hmotnost, rozpustnost ve vodě.				
8.	Zjistit aktuální stav znečištění ovzduší, tzn. aktuální množství oxidů dusíku, oxidů síry a ozonu ve velkých městech				
9.	Vypočítat potřebné množství vody a pevné látky na přípravu 200 g 10% roztoku.				
10.	Rozhodnout, které ze dvou vysvětlení vzniku kyselých dešťů je pravděpodobnější a proč.				

6. Jak často zařazujete do hodin chemie následující situace?

		ve všech hodinách	ve většině hodin	v některých hodinách	nikdy / téměř nikdy
11.	Vedu žáky k tomu, aby si kladli otázky související s problémem.				
12.	Vybízím žáky, aby kriticky posoudili věrohodnost informací z tabulek, grafů a map.				
13.	Vyžadují od žáků, aby navrhli postup možného řešení úlohy nebo problému.				
14.	Vyžadují od žáků, aby chemické poznatky aplikovali na problémy, se kterými se setkávají v každodenním životě.				
15.	Požadují od žáků, aby ze získaných informací vytvořili stručné a výstižné závěry.				
16.	Požadují, aby žáci posoudili, zda splnili úlohu přesně podle zadání.				
17.	Žákům zadávám úkoly, které si mohou doma prakticky vyzkoušet.				

Děkujeme za vyplnění dotazníku.

Za řešitele projektu GA ČR (P407/10/0514)

prof. RNDr. H. Čtrnáctová, CSc., PfF UK v Praze
doc. Mgr. H. Cídllová, Dr., PdF MU, Brno

H) Implementation of Connectivism in Science Teacher Training



IMPLEMENTATION OF CONNECTIVISM IN SCIENCE TEACHER TRAINING

Josef Trna
Masaryk University, Czech Republic
trna@ped.muni.cz

Eva Trnova
Masaryk University, Czech Republic
trnova@ped.muni.cz

Abstract

The pedagogical theory of connectivism was born as a response to very fast ICT development which strongly influences education. The study presents our research outcomes of connectivist influences on science education which is focused on the following issues: identification of connectivist factors and their influence on science education; development of connectivist educational methods; implementation of connectivist educational methods into teaching/learning and teacher training. Connectivist teaching/learning methods have to be implemented in science teacher training. We are presenting research outcomes of the implementation of connectivist teaching/learning methods in science education and teacher training. The research has been carried out in the European project "Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science" (7FP). The important objective of our research is upgrading of the self-efficacy of science teachers to take ownership of effective ways of science teaching. Students should benefit from connectivist learning methods for their better motivation and understanding science.

Keywords: connectivism, motivation, science education, science teacher training

INTRODUCTION

Very fast ICT development strongly influences education. ICT technology has reorganized also learning and teaching. D. Oblinger and J. Oblinger (2005) describe today's students as the Net Generation (Net Gen), who has grown up with widespread access to ICT and all tools of the digital age. Members of the Net Gen have some features which are different from previous generations and which can affect their education. The most important changes are:

- They are well visually literate, but their text literacy is not developed enough. Most of the Net Gen students (73 %) prefer to use the Internet to libraries for research and they know how to find valid information on the Web (Online Computer Library Center, 2002).
- They intuitively use a variety of ICT without an instruction manual; therefore their understanding of the technology may be sketchy.
- They prefer speed to accuracy.
- They do multitask, move quickly from one activity to another and sometimes perform them simultaneously.
- They prefer to learn by doing rather than by being told what to do.
- They learn well through inquiry by themselves or with their peers. This exploratory style enables them to retain information better and to use it in creative, meaningful ways (Tapscott, 1998).
- They often prefer to learn and work in teams. A peer-to-peer approach (help each other) is common.
- They consider peers more credible than teachers in terms of determining what is worth paying attention to (Manuel, 2002).

These changes necessarily have an impact on science education and teacher training.

Connectivism in Science Education

Behaviourism, cognitivism, and constructivism are the three main teaching/learning pedagogical theories still used in science education. Findings about the Net Generation have led to the origin of a new pedagogical

theory. This new theory is connectivism as “a learning theory for the digital age”. G. Siemens (2005) as its founder states that learning is a network phenomenon, influenced by socialization and technology. “Learning is no longer an internal, individualistic activity. Education has been slow to recognize the impact of new learning tools and the environmental changes. The ability to learn what we need for tomorrow is more important than what we know today. When knowledge, however, is needed, but not known, the ability to plug into sources to meet the requirements becomes a vital skill. As knowledge continues to grow and evolve, access to what is needed is more important than what the learner currently possesses” (Siemens, 2004).

According to Siemens (2005, p. 4) “learning (defined as actionable knowledge) can reside outside of ourselves (within an organization or a database), is focused on connecting specialized information sets, and the connections that enable us to learn more are more important than our current state of knowing.” Siemens established the first principles of connectivism (Siemens, 2005, p.5):

- Learning and knowledge rests in diversity of opinions
- Learning is a process of connecting specialized nodes or information sources
- Learning may reside in non-human appliances
- Capacity to know more is more critical than what is currently known
- Nurturing and maintaining connections is needed to facilitate continual learning
- Ability to see connections between fields, ideas, and concepts is a core skill
- Currency (accurate, up-to-date knowledge) is the intent of all connectivistic learning activities
- Decision-making itself is a learning process. Choosing what to learn and the meaning of incoming information is seen through the lens of a shifting reality. While there is a right answer now, it may be wrong tomorrow due to alterations in the information climate affecting the decision.

Connectivism is nowadays widely discussed (Downes, 2005, 2012). It would be suitable to examine possible connectivistic influences on science education. Our research is focused on the identification of connectivistic factors and their influence on science education.

[Connectivist Influences on Science Education](#)

Thus a need occurred to examine possible connectivist influences on science and technology education. Our research (Trnova & Trna, 2012a, and 2012b) is mainly focused on the following issues: identification of connectivist factors and their influence on science education; development of connectivist educational methods; implementation of connectivist educational methods into teaching/learning and teacher training

To identify connectivist factors, we used a method of a design-based research. It is a development research which is a new trend in educational research. The used methodology can be described as a cycle: analysis of a practical problem, development of solutions, iterative testing of solutions, reflection and implementation (Reeves, 2006).

We have discovered the first set of connectivist factors:

- Sharing and acquisition of new science knowledge and skills
- Exchange of experience among students and also among teachers
- Creation of learning/teaching network structures
- Development of communication competencies of students and teachers
- Development of cooperation competencies of students and teachers
- Motivation of students and teachers by communication and cooperation with colleagues, use of ICT etc.
- Teachers’ and students’ improvement of skills to use ICT and English language

We have also developed a set of special connectivist teaching/learning methods in science education (Trna & Trnova, 2012). These methods include:

[Educational games](#)

Common use of ICT, advanced visual literacy and multitasking are reflected in the popularity of educational games from different themes of science for different age categories. These games provide educational space, in which students may explore and solve science tasks assigned by the game instructions. Connection of classical games features with connectivist factors highly motivates students and brings significant educational outcomes.



Comics creation

Students of the Net Generation have developed visual literacy and they easily express themselves with the help of images but have difficulties reading long texts with comprehension. If a theme is not interesting for them, they skip passages and try to get to the end fast (Grunwald, 2003). Comics advantageously combine text with images and therefore they contain connectivist factors. It is appropriate to include students actively in the creation of comics.

Creation of multimedia presentations

Students of the Net Generation are able to integrate images, audio and text quite naturally. They are able to move very fast between the reality and virtual environment. They have knowledge of a wide assortment of ICT applications, which allow them to create their own multimedia presentations. They are joined in online communities where they present the results of their work to others; they express their opinions and advise each other on problems etc. We have utilised their skills and needs in the creation of multimedia presentations of science experiments and publishing them on the Internet.

Use of simulation experiments

Connectivist approach to problem solving is based on the use of simulation animations, in which students change parameters and verify or seek the problem solving. Here, their need of intuitive searching is applied by the heuristic method, further; image assignment of information without long texts is applied. After a series of simulation experiments, the students verified their results with a calculation and a real experiment.

Connectivist teaching/learning methods based on connectivist factors have to be implemented in science teacher training.

Implementation of Connectivism in Teacher Training

Science teachers need to be equipped with new competences and innovated professional skills based on connectivism. Teachers are not satisfied with just prepared new methods and techniques but they need to understand the scientific reasoning of these innovated educational methods and instruments. Thus research-based teacher training is a new dimension of science teacher continuous professional development.

Connectivist educational methods (Trna & Trnova, 2010) have to be included in the actual pre-service and in-service science teacher training. To strengthen connectivist teacher education we used connectivist methods also in their training. These teacher training methods include:

- Teamwork of trained teachers
- Networking by creation of information and cooperative ties among members of a team of trained teachers
- Various use of ICT

Implementation of connectivist teaching method in teacher training can take various forms, which combine different training methods.

We are presenting as an example the output of training teachers in the connectivist teaching method "Use of simulation experiments". A part of the training was to create a set of simulation experiments using plastic bottles which demonstrate behaviour of the human body in the pressure above atmospheric (swimming, bathing and diving under water). Trained teachers used teamwork, networking and ICT when developing these experiments. The results of their work are the following experiments:

Human Body in Experiments

Eardrum under water: *The test tube covered by a rubber membrane arches by overpressure in the plastic bottle. The rubber membrane simulates behaviour of the eardrum during swimming, bathing and diving. The water in the ear canal pushes the eardrum. The result is the deflection of the eardrum.*

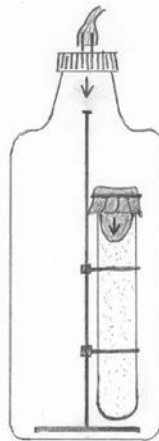


Figure 1. Eardrum under water

Eardrum rupture under water: The deformational effect of the overpressure force is demonstrated by the rupture of the covering membrane on the test tube made out of a piece of a plastic bag. The plastic membrane simulates the terminal behaviour of the eardrum during swimming, bathing and diving. The water in the ear canal pushes the eardrum by great force. The result is the rupture of the eardrum. The implication of the rupture is cutting pain and loss of spatial orientation. This means danger of death for the diver.

Lung compression: The deformational effect of the overpressure force is demonstrated by changing volume of an inflated small rubber balloon. The overpressure under water during diving reduces the lung volume. We are able to breathe spontaneously only about one metre under the water surface. The air must be pumped into our lungs by overpressure during diving. At a depth of ten metres the lung volume is reduced to a half. If the diver emerges too quickly, his lungs can be fatally damaged.



Figure 2. Lung compression

Air dissolving in blood: The air is dissolved into the water in the overpressure plastic bottle. The air (nitrogen) is dissolved into blood during diving. Air embolism is a frequent reason of death after fast emergence.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

Our research results verify that implementation of connectivism factors and teaching/learning methods in science education is the necessity. We identify the set of connectivistic factors and teaching methods which influence science education.



The international dimension of connectivist science education provides an opportunity for the development and dissemination of ideas and curricular materials among teachers. A web-based environment can be a very effective educational technology for science teachers' and students' cooperation leading to upgrading of science education. Connectivistic teaching/learning methods have a positive influence on students and teachers. We have implemented our research results into pre-service and in-service science teacher training.

WJEIS's Note: This article was presented at 4th International Conference on New Trends in Education and Their Implications - ICONTE, 25-27 April, 2013, Antalya-Turkey and was selected for publication for Volume 3 Number 1 of IJONTE 2013 by WCEIS Scientific Committee.

Author's Note: The study was initiated within the project "Quality of Curriculum and Instruction across School Subjects" (Czech Science Foundation, GAP407/11/0262).

REFERENCES

Downes, S. (2005). *An introduction to connective knowledge*. Retrieved March 12, 2013, from <http://www.downes.ca/cgi-bin/page.cgi?post=33034>

Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge*. National Research Council. Canada. Retrieved March 12, 2013, from http://www.downes.ca/files/Connective_Knowledge-19May2012.pdf

Grunwald, P. (2003). *Key Technology Trends: Excerpts from New Survey Research Findings, Exploring the Digital Generation, Educational Technology*. U.S. Department of Education, Washington, D.C., September 23-24.

Manuel, K. (2002). *Teaching Information Literacy to Generation Y*. NY: Haworth Press.

Oblinger, D., & Oblinger J. (2005). *Educating the Net Generation*. EDUCAUSE. Retrieved March 12, 2013, from <http://www.educause.edu/educatingthenetgen/>

Online Computer Library Center. (2002). *How Academic Librarians Can Influence Students' Web-Based Information Choices*. OCLC white paper on the information habits of college students. Retrieved March 12, 2013, from <http://www5.oclc.org/downloads/community/informationhabits.pdf>

Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In Akker, J. V., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.), *Educational design research*. (pp. 86-109). London, UK: Routledge.

Siemens, G. (2004). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Retrieved March 12, 2013, from http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm

Siemens, G. (2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. Elearnspace. Retrieved March 12, 2013, from <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>

Tapscott, D. (1998). *Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation*. NY: McGraw Hill.

Trna, J. & Trnova, E. (2010). ICT-based collaborative action research in science education. In *IMSCI'10. The 4th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Proceedings. Volume I*. (pp. 68-70). Orlando, USA: International Institute of Informatics and Systematics.

Trna, J., & Trnova, E. (2012). Inquiry-Based Science Education in Science and Technology Education as a Connectivist Method. In *Proceedings of the 8th International Conference on Education* (pp. 831-837). Samos, Greece: Research and Training Institute of East Aegean.



Trnova, E., & Trna, J. (2012a). Connectivism in Science and Technology Education with Emphasis on International Cooperation. *Journal of Social Sciences*, USA, New York, Science Publications, 8 (4), 490-496.

Trnova, E., & Trna, J. (2012b). Influence of connectivism on science education with emphasis on experiments. In Bruguiere, C., Tiberghien, A. & Clément, P., (co-ed. Marzin, P. & Lavonen, J.). E-book proceedings of the ESERA 2011 conference: Science Learning and Citizenship. Part 4 (pp. 83-89). Lyon, France: European Science Education Research Association.

I) Implementation of Creativity in Science Teacher Training

IMPLEMENTATION OF CREATIVITY IN SCIENCE TEACHER TRAINING

Dr. Eva TRNOVA
Masaryk University
603 00 Brno Porici 7
CZECH REPUBLIC

Assoc. Prof. Dr. Josef TRNA
Masaryk University
603 00 Brno Porici 7
CZECH REPUBLIC

ABSTRACT

Creativity of students and teachers plays a very important role in education. The importance of creativity for education is evident from the interest of the OECD. According to experts a creative teacher is necessary to develop students' creativity. Students must feel that they are expected to be creative. Based on our design-based research, inquiry-based science education seems to be the appropriate approach for the development of creativity amongst students and teachers. The core principles of inquiry-based science education such as student activities, meaningful contents, developing critical thinking and motivating towards science correspond to the basic components of creativity. Inquiry-based science education involves basic processes that give rise to creativity. We present the research outcomes of the implementation of creativity development methods in science education and especially in science teacher training. Our research is carried out within the European project "Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science" (7FP).

Key Words: Creativity, science education, science teacher training.

INTRODUCTION

Since the end of the 20th century creativity has come to the fore of interest, not only for educational experts, but also for the wider society (Craft, 1999). Creativity, together with human skill, is a critical component for scientific and technological development and is one of the key sources of the development of society (Robinson, 2001). The importance of creativity is confirmed by the opinions of Florida (2006). He holds the view that the USA is currently undergoing an economic transformation, which has been variously described as a transformation to an "information economy," an "internet economy," a "technology economy," a "high-tech economy," a "knowledge economy," or even a "post-industrial society", but he prefers the term "creative economy". He finds it more inclusive, expressing the importance of creativity for economic development. According to his opinion the great challenge of our age is to tap and harness all human creativity because every single human being is creative. This means shifting from an economy based on physical inputs - land, capital, and labour - to an economy based on intellectual inputs, or human creativity. From this perspective, creativity is as important in education as literacy (Robinson, 2006) and therefore it should be included in education as a fundamental life skill (Craft, 1999) that will enable future generations to survive and thrive in the 21st century (Parkhurst, 1999).

Given the importance of creativity our society legitimately expects graduates to be not only educated, but also creative. Based on experts we can state that only creative teachers can develop student creativity (Robinson, 2006). The teacher's attitude greatly influences the development of creativity. But the findings from Czech schools (Laznibatova, 2012) suggest that teachers prefer intelligent students, who are not able to think creatively, to creative ones. Research confirms that good school assessment of students relates more to

intelligence than to creative thinking; it was proven that creativity does not affect school performance positively; it seems more likely that it reduces it (Carrol & Howienson, 1991). According to Sternberg and Williams (1996), it is possible to observe creativity in young children, but it is harder in older children and adults because their creativity potential has been suppressed by a society which supports intellectual conformity. Children's natural creativity is stifled when children start to differ from standard procedures in their activities. It begins in kindergarten when teachers correct children who draw things unusual colours or fancy shapes. This means that creativity is expected primarily from teachers. One possibility in which teacher creativity can be manifested is in their creative work with the educational content of science subjects; this is based on the creative application of subject knowledge in teaching/learning and creative educational practices (Trna, 2012, and 2013). Through their own creativity, teachers naturally affect the creativity development of their students (Al-Suleiman, 2009). Sternberg (2006) says that the creative teacher can be a model for his/her students and develop in them creativity by imitation. First of all the teacher should create a suitable climate. Students have to feel that it is desirable to think and act creatively. Creative education must be understood as an intentional activity, carried out using certain methods, including setting conditions to make these methods effective. Recently researchers have examined the relationship between creativity and cognitive styles.

Many researchers (Guilford, 1980; Kirton, 1976 etc.) think that cognitive styles have an influence on thinking, problem solving, decision making and creating. Current school practice requires a multidimensional development of a teacher's professional competences including creativity. The teacher does not solve a single problem, but a series of tasks. Teachers are now seen as "managers of learning" involved in a range of activities which "stretch beyond the day-to-day business of teaching in a classroom or workshop" (Huddleston & Unwin, 1996, p. 88). The findings of our research suggest that inquiry-based science education (hereinafter IBSE) seems to be the appropriate way for the development of creativity of teachers as well as students. Every teacher and student is creative to a greater or lesser degree (Amabile, 1998) and IBSE enables individual attitudes in the development of creativity as well as creating and supporting a creative classroom environment. IBSE is based on the fact that science learning is more than the memorisation of facts and information, but it is rather about understanding and applying concepts and methods. It provides a forum for asking questions and seeking answers through students' own way of inquiry. The core principles of IBSE such as student activities, linking information into a meaningful context, developing critical thinking, promoting positive attitudes towards science and motivation correspond to the basic components of creativity defined by Amabile (1998). Also, the procedures proposed by Sternberg (2006) for the development of creativity are fully in accordance with ideas of IBSE.

CREATIVITY IN SCIENCE EDUCATION

For the above mentioned reasons, it is clear that the creativity of students and teachers is an important factor influencing science education. It is necessary that teachers have enough knowledge about creativity in order to be able to develop creativity in a suitable way.

Definition of creativity

There is not only one definition of creativity because it is difficult to define creativity. The creation of theoretical foundations of creativity is connected with the pioneering efforts of Guilford (1980) and Torrance (1974). Unfortunately, most researchers dealing with creativity developed their own definitions of this concept. According to an analysis of published materials about creativity carried out by Rhodes (1961), there were more than 40 different definitions of creativity in the second half of the 20th century.

Considering that our study relates to Czech teachers, we quote definitions of Czech experts, reflecting how creativity is perceived in the Czech Republic. In the pedagogical dictionary by Czech authors (Prucha, Walterova, & Mares, 1998, p. 264), creativity is defined as "mental ability based on cognitive and motivational processes where, however, an important role is played by inspiration, imagination, and intuition. Creative solutions are not only correct, but also new, unusual and unexpected."

Other renowned Czech experts on creativity (Skalkova, 1999; Smekal, 2004) say that it prevails when troubleshooting in situations where a solution is not clear or routine solutions are not applicable. The solver has to be able identify the problem, systematically search for possible solutions, test them systematically and choose the solution procedure which was analyzed as the most appropriate for the given problem and conditions. Concerning the multidimensional development of teacher professional competences we find the definition of creativity by Zak (2004) the most comprehensive. He defines creativity as:

- a) *Ability*: to imagine or invent something new, which does not mean creating something out of nothing; to generate ideas, solutions, pieces of work, using combinations, changes, replications of existing ideas.
- b) *Individual approach characterized by*: agreement, acceptance of changes and news, willingness to play with ideas and thoughts, flexibility in perspective.
- c) *Process characterized as*: hard work, continuous mental activity to generate solutions, space for improvisation, order.

We have proceeded from this definition of creativity because it seems to be appropriate for the monitoring and determining of the development of teacher creativity within IBSE.

Development of creativity

Most of the creativity authors concentrate on defining and assessing the level (capacity) of problem solving and creativity. Every teacher and student is creative to a greater or lesser extent. According to experts, personal creativity could be measured in different ways. Very often Torrance tests or different variants are used to measure the level of creativity (Torrance, 1974). Given the focus of continuous professional development (hereinafter CPD) of teachers, the exact level of creativity possessed by individual teachers involved in CPD was not important. Because the purpose of CPD was to increase creativity we aimed to determine whether the creativity of teachers-participants in CPD was developed during the PROFILES CPD programme.

Styles of creativity

Researchers have uncovered that individuals not only differ in the level (capacity) of creativity, but they also differ in their style of creativity. It is obvious that how well one can solve a problem (level) is not the same as in what way it is done (style). Therefore, individuals who possess an equal level of creativity can demonstrate their creativity in different ways (Puccio, 1999). The style of creativity of team members influences the results of the whole team's work. The style of creativity of individual team members has an impact on the work of the team as a whole. Considering that teachers usually work in a team, we tried to identify the style of teacher creativity which can influence teacher cooperation at school.

Style of creativity is connected with cognitive style theories. One of the most important is Kirton's adaptation-innovation distinction (Kirton, 1976). M. J. Kirton developed the theory of cognitive styles called Kirton's Adaptation-Innovation theory (hereinafter KAI). The KAI theory is concerned with differences in creative processes, problem solving and decision-making (Kubes, 1998). Cognitive styles are relatively stable over time in contrast to the level (capacity) of creativity (Kirton, 1994).

Kirton's Adaptation-Innovation Inventory

Kirton's Adaptation-Innovation Inventory is a measurement tool of KAI theory (Kirton, 1987, and 1994; Kubes, 1998) that was developed to measure differences in cognitive styles. On the grounds of the number of points which individuals get in KAI it is possible to classify each of them into two groups, adaptors and innovators (Kirton, 1994). Everyone can be located on a continuum ranging from highly adaptive to highly innovative. Highly innovative individuals prefer to do things differently, to challenge the paradigm or structure. They are sometimes seen as undisciplined, thinking tangentially, and as approaching tasks from unexpected angles. They like radical solutions to problems. Highly adaptive individuals prefer to do things within the given paradigm or structure. They are characterized by precision, reliability, efficiency, discipline and conformity. They are sometimes seen as both responsible and dependable in their work. Adaptors reduce problems by improvement and greater efficiency (Kubes, 1998; Puccio, 1999). To put it briefly, innovators "do things differently" and adaptors "do things better" (Kirton, 1987; Puccio, 1999). Individuals possess a share of each style; however,

each of us prefers one style to the other (Gregorc, 1979). Each style possesses its own strengths and weaknesses. One style is not better than the other; both styles are useful.

Creative classroom environment

The influence of classroom environment on outcomes of education is confirmed by research. Analogous research (de Souza Fleith, 2000) confirms the influence of classroom environment on the development of creativity. The purpose of this research was to investigate teachers' and students' perceptions about characteristics which either encourage or inhibit the development of creativity in the classroom environment. The findings suggest that both teachers and students believe that a classroom environment, which enhances creativity, provides students with the possibility of choices, accepts different ideas, boosts self-confidence, and focuses on students' strengths and interests. On the other hand, in an environment which inhibits creativity, ideas are ignored, teachers are controlling, and excessive structure exists.

CREATIVITY INFLUENCES IN SCIENCE EDUCATION

Teachers should be creative people themselves in order to be able to implement creative science education in the classroom, not only using appropriate science content. They should know how to improve creativity in science education, support divergent thinking in students; they should pay attention to students' original, innovative and unusual ideas and encourage them to become creative individuals (Robinson, 2006). According to Sternberg (2006) our creativity is largely determined by our will. He defined 12 basic processes that give rise to creativity:

1. The ability to define a problem differently
2. Analysis of our own ideas
3. Presentation of ideas
4. Understanding of knowledge in context
5. Overcoming barriers
6. Acceptance of acceptable risks
7. Desire to improve ourselves
8. Belief in ourselves
9. Tolerance of ambiguity
10. Search for our own interests
11. Finding time to work
12. Error tolerance

Experts interested in creativity development explore the factors that influence creative teaching and try to find out effective strategies for this kind of school instruction (Jeffrey & Craft, 2004; Starko, 2010; de Souza Fleith, 2000; Esquivel, 1995; Nickerson, 1999; Horng, Hong, ChanLin, Chang, & Chu, 2005; Neber & Neuhaus, 2013). Based on the research findings and the analysis of the available literature, we have defined several factors that are common for creativity development:

- *Suitable environment*: students feel safe, not afraid to ask questions and make mistakes; cultivating, supporting and rewarding environment for creativity, humour, etc.
- *Personality traits of the teacher*: persistence, willingness to develop, acceptance of new experiences, self-confidence, sense of humour, curiosity, depth of ideas, imagination, etc.
- *Family factors*: open and tolerant ways of teaching students, creative performance of parents, encouraging confidence and willingness to take risks, etc.
- *Work groups*: diverse (supportive) teams, where members share enthusiasm, willingness to help and recognize each other's talents, brainstorming among classmates, information sharing, collaboration, etc.
- *School administration*: curriculum supporting creativity; resources – such as time, money, space for teacher creativity; attitudes of school management to creativity of students and teachers, freedom to choose means of achieving goals, etc.
- *Experience of life and education*: inquiry, creativity-solving problems, exploring multiple options, self-created games and stories; creating things, etc.
- *Motivation*: especially intrinsic motivation of teachers, students and parents, etc.

- *Hard work*: intensity and enthusiasm, finding time to work, etc.

The effective teaching strategies influencing creativity are: student-centred activities, link between teaching contents and real life, management of skills in class, open-ended questions, encouragement of creative thinking and use of technology and multimedia.

If we compare effective teaching strategies influencing creativity and the above mentioned factors with the basic principles of IBSE (especially stimulating environment, connection with problems of everyday life, instruction based on inquiry, team work, strong motivation, etc.) we come to the conclusion that IBSE can be considered a suitable method for the support and development of creativity. Based on the above-mentioned ideas in our continuous professional development (hereafter CPD) programme within the PROFILES project, we have developed teacher creativity using IBSE (Bolte, Holbrook, & Rauch, 2012).

IMPLEMENTATION OF CREATIVITY IN TEACHER TRAINING

It is clear that the implementation of creativity in teacher training is a very important part of CPD, especially in science education.

Research questions and methods

The research questions were phrased as follows:

1. *Has there been a development in science teacher creativity after participation in the PROFILES project CPD programme founded on IBSE?*
2. *Which styles of creativity do science teachers involved in the PROFILES project CPD programme founded on IBSE possess?*

The research was carried out from October 2011 to June 2012. The research sample consisted of 25 science teachers from lower secondary schools in the Czech Republic - participants in the PROFILES project CPD programme aged from 29 to 59 years (mean age 42).

When searching for answers to the first research questions, during CPD we applied the above mentioned factors for creativity development and we created appropriate creative materials for the education of teachers – participants in the PROFILES project CPD programme. Based on intensive work with these teachers, observation of their outcomes and inspection of their portfolio, we decided to determine the development of their creativity by using pedagogical qualitative research methods such as observation, content analysis of data, structured interviews with teachers etc. We used the definition of creativity as the basis for determining whether there was any development of creativity at all. In accordance with the definition we compared their ability, individual approach and process. To determine their style of creativity, we used a standardized method, Kirton's Adaptation-Innovation Inventory (KAI) (Kirton, 1987, and 1994).

RESULTS AND DISCUSSION

The findings of our research suggest that the creativity of science teachers involved in the PROFILES project CPD programme founded on IBSE has developed. This statement is supported by the following facts:

- teachers created new original IBSE modules, which is a comprehensive expression of teacher creativity. Innovative components of the PROFILES CPD Programme are integrated here
- teachers changed their style of teaching - they assert more student-centred activities, links between teaching contents and real life, open-ended questions, encouragement of creative thinking
- teachers created a suitable classroom environment increasing creativity; they provide students with the possibility of choices, accept different ideas, boost self-confidence, and focus on students' strengths and interests.

According to our observation, content analysis of data and structured interviews, each participant improved in accordance with the definition of creativity (Zak, 2004) his/her abilities (all participants created new materials),

individual approach (teachers changed worksheets etc.) and process (teachers worked very hard, improvised, etc).

Styles of science teacher creativity were established by using the KAI inventory. We used Kirton's standardized questionnaire validated in research (Kubes, 1992) in the Slovak Republic and we used it exactly according to the instructions described in Kubes (1992). There are 32 items in the KAI measurement. Each item is scored from one to five points. The theoretical measurement interval is between 32 and 160. As a result of the administrations by the researchers, the scores were generally found to vary between 46 and 145. The average score is 96 (Kirton, 1987, 1994, 1999). A person with an adaptive cognitive style will score in the 60-90 range. Someone with an innovative style will score between 110 and 140 (Mudd, 1996). The points for the participants of the study were between 102 and 132. Their scores were presented in Tab. 1. All the scores of the Czech teachers were higher than the average score (96) presented in literature. Their average score was 113.8. According to Mudd, (1996) only five persons were not in the interval (110 – 140) for the innovative style, but their scores were above the interval (60-90) for the adaptive style. We can conclude that the Czech science teachers in our CPD Programme exhibit the innovative style. In our opinion the reason for this result is that participants of the PROFILES project CPD programme were excellent science teachers. Our research was conceived as pilot and currently we are conducting research with a representative sample of Czech science teachers (see Tab. 1) who are going to be evaluated using statistical methods and we are going to compare our results with the available ones presented in literature.

Table 1: Scores of the KAI (SKAI) inventory of Czech teachers (n = 25)

SKAI	102	106	110	111	113	115	117	120	104
SKAI	108	110	112	113	116	118	124	105	110
SKAI	111	112	115	116	120	124	132		
Average score	113.8								

To illustrate we are presenting the results of KAI Slovak university students and Czech teachers together (see Tab. 2.). Because of the differences between research groups (low number of Czech teachers and differences in the mean age, point of view, gender) we did not carry out statistical comparisons.

Table 2: Scores of the KAI inventory of Czech teachers and Slovak university students

Population	Country	N	Mean	Standard deviation	Author (year)
University students - men	Slovak Republic	124	98.7	16.4	Kubes (1992)
University students - women	Slovak Republic	95	91.7	16.6	Kubes (1992)
Teachers (men + women)	Czech Republic	25	113.8	6.7	Trnova (2013)

According to experts, individual persons possess varying degrees of both styles. In accordance with this statement only one teacher has shown a strong preference for innovativeness (score of KAI 132), while the others possess only a slight preference for either style and exhibit characteristics of both adaptive and innovative styles. This finding was confirmed by the results of our pedagogical qualitative research methods. Findings about creativity styles are important for team work (Kirton, 1994). KAI is beneficial to cooperation with others in the task of problem solving. In order to communicate effectively, individuals must understand the tendencies and potential of other team members. This knowledge helped participants in the PROFILES project CPD programme to collaborate more effectively and manage in a better way.

CONCLUSION AND IMPLICATIONS

We have discovered great development of creativity of teachers-participants in the PROFILES project CPD, which is very important for students, because creativity is one of the most important factors for their lifelong learning and future success. According to experts, however, only a creative teacher can bring up a creative student. According to our findings, IBSE is a suitable method for the development of creativity. We found out that IBSE is a suitable method for the development of creativity because it is mainly based on student-centred activities, connection between teaching contents and real life, open-ended questions and encouragement of creative thinking. There is an overlap between factors supporting creativity and core principles of IBSE. Because teamwork currently plays a significant role in creativity, it is important to involve knowledge about the KAI theory and information on how to determine creativity styles of team members in teacher training.

We identified overlap between creativity factors and IBSE characteristics. Our research results verify that implementation of creativity factors in the framework of IBSE into science education is beneficial for science education. The international dimension of the PROFILES project CPD programme provides an opportunity for the development and dissemination of ideas and curricular materials among science teachers. The teachers involved in this CPD express their opinion that IBSE is effective educational technology leading to the upgrading of science education and creativity development. Creative teaching/learning methods have a positive influence on students and science teachers. We have implemented our research results into pre-service and in-service science teacher training.

Acknowledgements: The study was initiated within the project the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

IJONTE's Note: This article was presented at 5th International Conference on New Trends in Education and Their Implications - ICONTE, 24-26 April, 2014, Antalya-Turkey and was selected for publication for Volume 5 Number 3 of IJONTE 2014 by IJONTE Scientific Committee.

BIODATA AND CONTACT ADDRESSES OF AUTHORS



Josef TRNA is an associate professor of physics/science education and the dean of the Faculty of Education, the Masaryk University in Brno, Czech Republic, EU. He holds PhD in physics education and MA in mathematics and physics education. In doctoral studies he focused on motivation in physics education. He is experienced in secondary school mathematics, physics and science teaching. His main research domains are: motivation of students in science education, IBSE, diagnostics of students' skills in science education, simple school experiments, educational video programs, curricula designing, education of gifted students, design-based research, connectivism etc. He co-operates with EU science educators and researchers on many projects. He has participated in a range of international science education conferences.

Assoc. Prof. Dr. Josef TRNA
Masaryk University
603 00 Brno
Porici 7- CZECH REPUBLIC, EU
E. Mail: trna@ped.muni.cz



Eva TRNOVA is a senior lecturer of chemistry/science education at the Faculty of Education, the Masaryk University in Brno, Czech Republic, EU. She holds PhD in chemistry education and MA in chemistry and biology education. She is experienced in secondary school biology, chemistry and science teaching. Her research focuses on sustainable development education, IBSE, E-learning, development of students' skills in science education, learning tasks in science education, education of gifted students, design-based research, connectivism etc. She has wide experience in in-service science teacher training and several European projects in science education. She has participated in a range of international science education conferences.

Dr. Eva TRNOVA
Masaryk University
603 00 Brno
Porici 7- CZECH REPUBLIC, EU
E. Mail: trnova@ped.muni.cz

REFERENCES

- Al-Suleiman, N. (2009). Cross-cultural studies and creative thinking abilities. *Umm Al-Qura University Journal of Educational & Psychological Sciences*, 1(1), 42-92.
- Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity*. Harvard Business School Publishing.
- Bolte, C., Holbrook, J., & Rauch, F. (Eds.). (2012). *Inquiry-based Science Education in Europe: First Examples and Reflections from the PROFILES Project*. Berlin, Freie Universität Berlin. Print: University of Klagenfurt.
- Carrol, J. L., & Howieson, N. (1991). Recognising Creative Thinking Talent in Classroom. *Roeper Review*, 14(2), 68-71.
- Craft, A. (1999). Creative development in the early years: some implications of policy for practice. *Curriculum journal*, 10(1), 135-150.
- de Souza Fleith, D. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment. *Roeper Review*, 22(3), 148-153.
- Esquivel, G. B. (1995). Teacher behaviors that foster creativity. *Educational Psychology Review*, 7(2), 185-202.
- Florida, R. (2006). The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent. *Liberal Education*, 92(3), 22-29.
- Gregorc, A. F. (1979). Learning/teaching styles: Potent forces behind them. *Educational leadership*, 36(4), 234-236.
- Guilford, J. P. (1980). Cognitive styles: What are they? *Educational and Psychological Measurement*, 40, 715-735.
- Hornig, J. S., Hong, J. C., ChanLin, L. J., Chang, S. H., & Chu, H. C. (2005). Creative teachers and creative teaching strategies. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 352-358.
- Huddleston, P., & Unwin, L. (1997). *Teaching and learning in further education, diversity and change*. London: Routledge.

- Jeffrey, B., & Craft, A. (2004). Teaching Creatively and Teaching for Creativity: distinctions and relationships. *Educational Studies*, 30(1), 77-87.
- Kirton, M. J. (1976). Adaptors and Innovators: A description and Measure. *Journal of Applied Psychology*, 61(5), 622-629.
- Kirton, M. J. (1994). *Adaptors and innovators: Styles of creativity and problem- solving*. London: Routledge.
- Kirton, M. J. (1987). *Kirton Adaptation-Innovation Inventory (KAI) – Manual, 2nd edn*. Hatfield: Occupational Research Centre.
- Kirton M. J. (1999). *Manual: Kirton adaptation-innovation inventory (3rd Ed.)*. Hatfield, UK: Occupational Centre.
- Kubes, M. (1998). Adaptors and innovators in Slovakia: Cognitive style and social culture. *European Journal of Personality*, 12(3), 187-198.
- Kubes, M. (1992). *Kirtonov dotaznik kognitivneho stylu adaptivnost-inovativnost (KAI). Prirucka*. Bratislava: Maxman.
- Laznibatova, J. (2012). *Nadane dieta jeho - vyvin, vzdelavanie a podporovanie*. Bratislava: Iris.
- Mudd, S. (1996). Kirton's A-I theory: Evidence bearing on the style/level and factor composition issues. *The British Journal of Psychology*, 87, 241-254.
- Neber, H., & Neuhaus, B. J. (2013). *Creativity and Problem-Based Learning (PBL): A Neglected Relation. Creativity, Talent and Excellence*. Singapore: Springer.
- Nickerson, R. S. (1999). Enhancing creativity. In R. J. Sternberg. *Handbook of Creativity*. Cambridge University Press.
- Parkhurst, H. (1999). Confusion, lack of consensus, and the definition of creativity as a construct. *Journal of Creative Behaviour*, 33, 1-21.
- Prucha, J., Walterova, E., & Mares, J. (1998). *Pedagogicky slovník*. Praha: Portal.
- Puccio, G. (1999). Creative problem solving preferences: Their identification and implications. *Creativity and Innovation management*, 8(3), 171-178.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Robinson, K. (2006). Do schools kill creativity? In *Presentation at TED2006 conference*, Monterey, CA.
- Robinson, K. (2001). *Out of Our Minds: Learning to Be Creative*. John Wiley & Sons.
- Skalkova, J. (1999). *Obecna didaktika*. Praha: ISV.
- Smekal, V. (2004). *Pozvani do sveta osobnosti: clovek v zrcadle vedomi a jednani*. Brno: Barrister & Principal.
- Starko, A. J. (2010). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. Taylor & Francis.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1), 87-98.

Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (1996). *How to develop student creativity*. ASCD. Alexandria, Virginia.

Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking: Norms and technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.

Trna, J. (2013). How to educate and train science teachers in IBSE experimentation. In *IMSCI 2013. The 7th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Proceedings*. (pp. 176-180). Orlando, USA, International Institute of Informatics and Systemics.

Trna, J. (2012). How to motivate science teachers to use science experiments. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 10(5), 33-35.

Zak, P. (2004). *Kreativita a její rozvoj*. Brno: Computer Press.

J) IBSE and Creativity Development

IBSE and Creativity Development

EVA TRNOVA*

ABSTRACT: Creativity plays a very important role in education. Most of educational systems support creativity as relevant competence for the 21st century. According to the findings of experts, teachers' creativity is important for the development of students' creativity. We introduce a theoretical base of creativity and styles of creativity. Based on our research, inquiry-based science education (IBSE) seems to be the appropriate way for creativity development of teachers as well as students. Every teacher and student is more or less creative and IBSE enables individual attitudes in the development of creativity. The core principles of IBSE such as student activities, linking information into a meaningful context, developing critical thinking, promoting positive attitudes towards science and motivation correspond to basic components of creativity. Similarly, IBSE involves basic processes that give rise to creativity, which is delineated by R. Sternberg. We present reasons why IBSE is suitable for development of teachers' creativity.

KEY WORDS: creativity, IBSE, inquiry-based science education

INTRODUCTION

Since the end of the 1990s, creativity has become a growing area of interest once more within education and wider society (Craft, 1999). In the world of technological and scientific development, creativity is a critical component; human skills and creativity are key resources (Robinson, 2001). Now creativity is as important in education as literacy (Robinson, 2006) and needs to be included in education as a fundamental life skill (Craft, 1999) that will enable future generations to survive and thrive in the 21st century (Parkhurst, 1999).

If our society legitimately expects school graduates to be not only educated, but also creative, it means that creativity is expected primarily from teachers. Most of teacher creativity is manifested in their creative work with the educational content of individual subjects; it is based on creative application of subject knowledge in instruction and it is characterized by creative didactic practices (Trna, 2012, 2013). Through their own creativity, teachers naturally affect creativity development of their students (Al-Suleiman, 2009). Creative education must be

* Faculty of Education, Masaryk University, Czech Republic, trnova@ped.muni.cz

understood as an intentional activity, carried out using methods, including setting conditions to make these methods effective. Recently researchers have examined the relationship between creativity and cognitive styles.

Many researchers (Guilford, 1980; Kirton, 1976 etc.) believe that cognitive styles have an impact upon thinking, problem solving, decision making and creating. School practice requires multidimensional development of teacher professional competences including creativity. The teacher does not solve a single problem, but a series of tasks. Teachers are now seen as “managers of learning” involved in a range of activities which “stretch beyond the day-to-day business of teaching in a classroom or workshop” (Huddlestone & Unwin, 1996, p. 88). Based on our research, inquiry-based science education (hereafter IBSE) seems to be the appropriate way for creativity development of teachers as well as students. Every teacher and student is more or less creative (Amabile, 1998) and IBSE enables individual attitudes in the development of creativity. IBSE is based on the fact that science learning is more than the memorization of facts and information, but it is rather about understanding and applying concepts and methods. The core principles of IBSE such as student activities, linking information into a meaningful context, developing critical thinking, promoting positive attitudes towards science and motivation correspond to basic components of creativity defined by T. Amabile (1998). Also, the procedures proposed by R. J. Sternberg (2006) for the development of creativity, are fully consistent with IBSE.

RATIONALE

Teachers themselves should be creative people in order to be able to apply creative science education in the classroom, not only the appropriate science content. They should know how to improve creativity in science education, support divergent thinking in students; they should pay attention to students’ original, innovative and unusual ideas and encourage them to become creative individuals (Robinson, 2006).

According to R. J. Sternberg (2006) our creativity is largely determined by our will. He defined 12 basic processes that give rise to creativity:

1. The ability to define a problem differently
2. Analysis of our own ideas
3. Presentation of ideas
4. Understanding of knowledge in context
5. Overcoming barriers
6. Acceptance of acceptable risks
7. Desire to improve ourselves

8. Belief in ourselves
9. Toleration of ambiguity
10. Search for our own interests
11. Finding time to work
12. Error tolerance

Experts, interested in creativity development, explore the factors that influence creative teaching and try to find out effective strategies for this kind of school instruction (Jeffrey & Craft, 2004; Starko, 2010; de Souza Fleith, 2000; Esquivel, 1995; Nickerson, 1999; Horng, Hong, ChanLin, Chang & Chu, 2005; Neber & Neuhaus, 2013).

Based on the analysis of the available literature, we have defined several factors that are common for creativity development:

- **Suitable environment:** pupils feel safe, not afraid to ask questions and make mistakes, cultivating, supporting and rewarding environment for creativity, humour, etc.
- **Personality traits of the teacher:** persistence, willingness to develop, acceptance of new experiences, self-confidence, sense of humour, curiosity, depth of ideas, imagination, etc.
- **Family factors:** open and tolerant ways of teaching children, creative performance of parents, encouraging confidence and willingness to take risks, etc.
- **Work groups:** diverse (supportive) teams, where members share excitement, willingness to help and recognize each other's talents; brainstorming among classmates; information sharing, collaboration, etc.
- **School administration:** curriculum supporting creativity; resources – such as time, money, space for teacher creativity; attitudes of school management to creativity of children and teachers, freedom to choose means of achieving goals, etc.
- **Experience of life and education:** inquiry, creativity-solving problems, exploring multiple options, self-created games and stories; creating things, etc.
- **Motivation:** especially intrinsic motivation of teachers, children and parents, etc.
- **Hard work:** intensity and enthusiasm, finding time to work, etc.

The effective teaching strategies influencing creativity are: student-centred activities, connection between teaching contents and real life, management of skills in class, open-ended questions, encouragement of creative thinking and use of technology and multimedia.

If we compare effective teaching strategies influencing creativity and above mentioned factors with basic principles of IBSE (especially stimulating environment, connection with problems of everyday life,

instruction based on inquiry, team work, strong motivation, etc.) we come to the conclusion that IBSE can be considered a suitable method for support and development of creativity. Based on the above-mentioned ideas in our continuous professional development (hereafter CPD) program within the PROFILES project, we have developed teacher creativity using IBSE (Bolte, Holbrook & Rauch, 2012).

PROFILES CDP Program

The main objective of the project PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) is to promote IBSE as a component of teaching/learning. Teachers (participants) in the PROFILES project undergo a CPD program, which is described in detail in (Bolte, Holbrook & Rauch, 2012). Teachers go step by step through this CPD program in four roles: teacher as a learner; teacher as a teacher; teacher as a reflective practitioner; teacher as a leader. In our contribution, we present results from the CPD phase in which teachers acted in the role of teachers as learners and underwent education based on IBSE with the goal to develop their professional knowledge and skills as well as creativity.

Definition of creativity

It is difficult to define creativity. The field of creativity as it exists today emerged largely as a result of the pioneering efforts of J. P. Guilford (1980) and E. P. Torrance (1974). Unfortunately, most researchers that set out to examine creativity developed their own definitions of this concept. According to an analysis of published materials about creativity carried out by M. Rhodes (1961), there were more than 40 different definitions of creativity in the second half of the 20th century.

Considering that our study concerns Czech teachers, we quote definitions of Czech experts, reflecting how creativity is perceived in the Czech Republic. In the pedagogical dictionary by Czech authors (Prucha, Walterova & Mares, 1998; p. 264), creativity is defined as "mental ability based on cognitive and motivational processes where, however, an important role is played by inspiration, imagination, and intuition. It develops itself by finding solutions that are not only correct, but also new, unusual and unexpected."

According to Czech renowned experts (Skalkova, 1999; Smekal, 2004) creativity is disposition to troubleshooting in situations, where a solution is not clear or routine solutions are not applicable. The solver is able and needs to identify the problem, can systematically search for possible solutions and is used to testing them systematically or choosing the procedure analysed as the most appropriate for the given problem and conditions. Concerning multidimensional development of teacher

professional competences we find the definition of creativity by P. Zak (2004) the most comprehensive. He defines creativity as:

- a. **Ability:** to imagine or invent something new which does not mean creating something out of nothing; to generate ideas, solutions, pieces of work, using combinations, changes, replications of existing ideas.
- b. **Individual approach characterized by:** agreement, acceptance of changes and news; willingness to play with ideas and thoughts; flexibility in perspective.
- c. **Process characterized as:** hard work; continuous mental activity to generate solutions; space for improvisation; order.

We have proceeded from this definition of creativity because it seems to be appropriate for the monitoring and determining of development of teacher creativity within IBSE.

Development of creativity

Every teacher and student is more or less creative. A lot of the creativity literature concentrates on defining and assessing the level (capacity) of problem solving and creativity. According to experts, personal creativity could be measured in different ways. To measure the level of creativity Torrance tests or their different variants are used (Torrance, 1974). Given the focus of CPD, the exact level of creativity possessed by individual teachers involved in CPD was not important. We aimed to determine whether creativity of teachers-participants in CPD was developed during the PROFILES CPD program.

Styles of creativity

Further, we tried to identify the style of teacher creativity, because researchers have discovered that individuals not only differ in the level (capacity) of creativity, but they also differ in their style of creativity. It is obvious that how well one can solve a problem (level) is not the same as in what way it is done (style). Therefore, individuals that possess an equal level of creativity may exhibit their creativity in different ways (Puccio, 1999).

One of the most promising cognitive style theories to influence the issue of creativity is Kirton's adaptation-innovation distinction (Kirton, 1976). M. J. Kirton developed the theory of cognitive styles that is called the theory of Adaptation-Innovation (KAI). The KAI theory is concerned with differences in creative processes, problem solving and decision-making (Kubes, 1998). Cognitive styles are relatively stable over time and appear as individual characteristics in contrast to the level (capacity) of creativity (Kirton, 1994).

Kirton's Adaptation-Innovation Inventory

Kirton's Adaptation-Innovation Inventory is a measurement tool of the KAI theory (Kirton, 1987, 1994; Kubes, 1998). The KAI inventory was developed to measure differences in cognitive styles. According to the points individuals get in KAI it is possible to put each of them into two groups, adaptors and innovators (Kirton, 1994). Everyone can be located on a continuum ranging from highly adaptive to highly innovative. Highly innovative individuals prefer to do things differently, to challenge the paradigm or structure. They are sometimes seen as undisciplined, thinking tangentially, and as approaching tasks from unexpected angles. They bring radical solutions to problems. Highly adaptive individuals prefer to improve things while working within the given paradigm or structure. They are characterized by precision, reliability, efficiency, discipline and conformity. They are sometimes seen as both safe and dependable in their work. Adaptors reduce problems by improvement and greater efficiency (Kubes, 1998; Puccio, 1999). To put it shortly, innovators "do things differently" and adaptors "do things better." (Kirton, 1987; Puccio, 1999) Individuals possess a share of each style; however, each of us prefers one style to the other (Gregorc, 1979). Each style possesses its own strengths and weaknesses. One style is not better than the other; both styles are useful.

RESEARCH QUESTIONS AND METHODS

The research questions were phrased as follows:

1. Has there been development of teacher creativity involved in PROFILES CPD Program based on IBSE?
2. Which styles of creativity do teachers involved in PROFILES CPD Program based on IBSE possess?

Research was carried out from October 2011 to June 2012. The subjects were 25 science teachers of lower secondary schools in the Czech Republic - participants in the PROFILES CPD Program at the age from 29 to 59 years (mean age 42).

When searching for answers to the first research questions, we were creating appropriate materials for education of teachers – participants in the PROFILES CPD Program. Based on intensive work with these teachers, observation of their outcomes and inspection of their portfolio, we decided to determine the development of their creativity by using pedagogical qualitative research methods such as observation, content analysis of data, structured interviews with teachers etc. We used the definition of creativity as the basis for determining whether there was any

development of creativity at all. In accordance with the definition we compared their ability, individual approach and process.

To determine their style of creativity, we used a standardized method Kirton's Adaptation-Innovation Inventory (KAI) (Kirton, 1987, 1994).

RESULTS AND DISCUSSION

Our research resulted in the answers to our research questions about creativity development of teachers involved in the PROFILES CPD Program based on IBSE. Creating a new IBSE module is a comprehensive expression of teacher creativity. Innovative components of the PROFILES CPD Program are integrated here. According to our observation, content analysis of data and structured interviews, each participant improved in accordance with the definition of creativity (Zak, 2004) his/her abilities (all participants created new materials), individual approach (teachers changed worksheets etc.) and process (teachers worked very hard, improvised etc.).

Styles of teacher creativity were determined by using the KAI inventory. We used Kirton's standardized questionnaire validated in research (Kubes, 1992) in the Slovak Republic and we applied it exactly according to instructions described in (Kubes, 1992). There are 32 items in the KAI measurement. Each item is scored from one to five points. The theoretical measurement interval is between 32 and 160. As a result of the administrations by the researchers, the scores were generally found to vary between 46 and 145. The average score is 96 (Kirton, 1987, 1994, 1999). A person with an adaptive cognitive style will score in the 60-90 range. Someone with an innovative style will score between 110 and 140 (Mudd, 1996). The points of participants of the study were between 102 and 132. Their scores were presented in Tab. 1. All scores of the Czech teachers were higher than the average score (96) presented in literature. Their average score was 113.8. According to (Mudd, 1996) only five persons were not in the interval (110 – 140) for the innovative style, but their scores were above the interval (60-90) for the adaptive style. We can conclude that Czech science teachers of our CPD Program show the innovative style. In our opinion the reason of this result is that participants of the PROFILES CPD Program were excellent teachers. Our research was conceived as a pilot one and currently we are conducting research with a representative sample of Czech teachers who are going to be evaluated using statistical methods and we are going to compare our results with the available ones.

Table 1. Scores of the KAI (SKAI) inventory of Czech teachers (n = 25)

SKAI	102	106	110	111	113	115	117	120	104
SKAI	108	110	112	113	116	118	124	105	110
SKAI	111	112	115	116	120	124	132		
Average score									113.8

To illustrate the point, we are presenting the results of KAI Slovak university students and Czech teachers (see Table 2). Because of differences between research groups (low number of Czech teachers and differences in the mean age, point of view of gender) we did not carry out statistical comparisons.

Table 2. Scores of the KAI inventory of Czech teachers and Slovak university students

Population	Country	N	Mean	Standard deviation	Author (year)
University students - men	Slovak Republic	124	98.7	16.4	Kubes (1992)
University students - women	Slovak Republic	95	91.7	16.6	Kubes (1992)
Teachers (men + women)	Czech Republic	25	113.8	6.7	Trnova (2013)

According to experts, individuals possess varying degrees of both styles. One teacher has shown a strong preference for innovativeness (score of KAI 132). Others possess only a slight preference for either style and exhibit characteristics of both the adaptive and innovative styles. This has been in accordance with our results of pedagogical qualitative research methods.

Findings about creativity styles are important for team work (Kirton, 1994). KAI is beneficial to cooperation with others in the task of problem solving. In order to communicate effectively, individuals must understand the tendencies and potential of other team members. This knowledge helped participants in the PROFILES CPD Program to collaborate more effectively and in the role of teachers as leaders.

CONCLUSION

We have discovered great creativity development of teachers-participants in the PROFILES CPD, which is very important for students, because creativity is one of the most important factors for their lifelong learning and future success.

According to experts, however, only a creative teacher can educate a creative student. According to our findings, IBSE is a suitable method for the development of creativity. We found out that IBSE is a suitable method for development of creativity because it is mainly based on student-centred activities, connection between teaching contents and real life, open-ended questions and encouragement of creative thinking. There is an overlap between factors supporting creativity and core principles of IBSE. Because teamwork currently plays a significant role in creativity, it is important to involve knowledge about the KAI theory and information on how to determine creativity styles of team members in teacher training.

ACKNOWLEDGEMENT

The study initiated within the project PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

REFERENCES

- Al-Suleiman, N. (2009). Cross-cultural studies and creative thinking abilities. *Umm Al-Qura University Journal of Educational & Psychological Sciences*, 1(1), 42-92. Retrieved July 2, 2013, from <http://eref.uqu.edu.sa/files/eref2/folder6/e2.pdf>
- Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity*. Harvard Business School Publishing.
- Bolte, C., Holbrook, J., & Rauch, F. (Eds.). (2012). *Inquiry-based Science Education in Europe: First Examples and Reflections from the PROFILES Project*. Berlin, Freie Universität Berlin. Print: University of Klagenfurt
- Craft, A. (1999). Creative development in the early years: some implications of policy for practice. *Curriculum journal*, 10(1), 135-150.
- de Souza Fleith, D. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment. *Roeper Review*, 22(3), 148-153.
- Esquivel, G. B. (1995). Teacher behaviors that foster creativity. *Educational Psychology Review*, 7(2), 185-202.
- Gregorc, A. F. (1979). Learning/teaching styles: Potent forces behind them. *Educational leadership*, 36(4), 234-236.

- Guilford, J. P. (1980). Cognitive styles: What are they? *Educational and Psychological Measurement*, 40, 715-735.
- Hong, J. S., Hong, J. C., ChanLin, L. J., Chang, S. H., & Chu, H. C. (2005). Creative teachers and creative teaching strategies. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 352-358.
- Huddleston, P., & Unwin, L. (1997). *Teaching and learning in further education, diversity and change*. London: Routledge.
- Jeffrey, B., & Craft, A. (2004). Teaching Creatively and Teaching for Creativity: distinctions and relationships. *Educational Studies*, 30(1), 77-87.
- Kirton, M. J. (1976). Adaptors and Innovators: A description and Measure. *Journal of Applied Psychology*, 61(5), 622-629.
- Kirton, M. J. (1987). *Kirton Adaptation-Innovation Inventory (KAI) – Manual, 2nd edn*. Hatfield: Occupational Research Centre.
- Kirton, M. J. (1994). *Adaptors and innovators: Styles of creativity and problem- solving*. London: Routledge.
- Kirton M. J. (1999). *Manual: Kirton adaptation-innovation inventory (3rd Ed.)*. Hatfield, UK: Occupational Centre.
- Kubes, M. (1998). Adaptors and innovators in Slovakia: Cognitive style and social culture. *European Journal of Personality*, 12(3), 187-198.
- Kubes, M. (1992). Kirtonov dotazník kognitívneho štýlu adaptivnost-inovativnost (KAI). Priručka. Bratislava: Maxman.
- Mudd, S. (1996). Kirton's A-I theory: Evidence bearing on the style/level and factor composition issues. *The British Journal of Psychology*, 87, 241-254.
- Neber, H., & Neuhaus, B. J. (2013). Creativity and Problem-Based Learning (PBL): A Neglected Relation. *Creativity, Talent and Excellence*. Singapore: Springer.
- Nickerson, R. S. (1999). "Enhancing creativity". In R. J. Sternberg. *Handbook of Creativity*. Cambridge University Press.
- Parkhurst, H. (1999). Confusion, lack of consensus, and the definition of creativity as a construct. *Journal of Creative Behaviour*, 33, 1-21.
- Prucha, J., Walterova, E., & Mares, J. (1998). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál
- Puccio, G. (1999). Creative problem solving preferences: Their identification and implications. *Creativity and Innovation management*, 8(3), 171-178.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Robinson, K. (2006). Do schools kill creativity? In *Presentation at TED2006 conference*, Monterey, CA.
- Robinson, K. (2001). *Out of Our Minds: Learning to Be Creative*. John Wiley & Sons.
- Skalkova, J. (1999). *Obecná didaktika*. Praha: ISV.

- Smekal, V. (2004). *Pozvání do světa osobnosti: člověk v zrcadle vědomí a jednání*. Brno: Barrister & Principal
- Starko, A. J. (2010). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. Taylor & Francis.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1), 87-98.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking: Norms and technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Trna, J. (2013). How to educate and train science teachers in IBSE experimentation. In *IMSCI 2013. The 7th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Proceedings*. (pp. 176-180). Orlando, USA, International Institute of Informatics and Systemics.
- Trna, J. (2012). How to motivate science teachers to use science experiments. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 10(5), 33-35.
- Zak, P. (2004). *Kreativita a její rozvoj*. Brno: Computer Press.