

OBSAH

Teoretická studie

- Jon Ogborn
Curriculum Development in Physics: Not quite so fast! 3

Výzkumné stati

- Csaba Igaz, Miroslav Prokša
Zakotvená teória ako východisko pri hľadaní učiteľových stratégií k udržaniu svojej roly v triede..... 17
- Lucie Müllerová
Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol 33
- Kateřina Švandová, Milan Kubiátko
Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacímú předmětu chemie 65

Přehledová studie

- Jarmila Robová
Výzkumy vlivu některých typů technologií na vědomosti a dovednosti žáků v matematice..... 79

Zprávy

- Marie Tichá
Seznamte se: Mezinárodní komise pro studium a zdokonalování vyučování matematice (CIEAEM) 107

Vývoj fyzikálního kurikula: ne až tak rychle!

Jon Ogborn

Abstrakt

Článek zvažuje některé dobře známé problémy v oblasti učení se fyzice ve světle současných studií týkajících se způsobu, jak lidé reagují na problémy, zejména pokud jde o rozlišení „rychlého“ a „pomalého“ myšlení. Dospívá k závěru, že záleží na volbě situace, v níž učíme „rychlé“ myšlení. To vede ke kritice současných úvah o „Badatelsky orientované výuce přírodovědných předmětů“. Článek uzavírá diskuse o problémech a příležitostech, které dnes stojí před vývojem fyzikálního kurikula.

Klíčová slova: vývoj kurikula, učení se přírodním vědám, povědomost, badatelsky orientovaná výuka přírodovědných předmětů, role učitelů, obliba přírodních věd, hodnocení.

Curriculum Development in Physics: Not Quite So Fast!¹

Abstract

The paper reconsiders some well-known problems of learning physics, in the light of recent work on the way human beings respond to problems, particularly the distinction between “fast” and “slow” thinking. It concludes that much depends on the choice of situation with which to educate “fast” thinking. This leads to a critique of recent thinking about “Inquiry Based Science Education”. The paper concludes with a discussion of problems and opportunities that currently face curriculum development in physics.

Key words: curriculum development, science learning, familiarity, inquiry based science education, role of teachers, liking for science, assessment.

¹Editorial note: The paper is a slightly adapted version of a keynote lecture presented by professor Ogborn on July 03, 2012 at The World Conference on Physics Education 2012 in Istanbul, Turkey. The paper is published in *Scientia in Educatione* thanks to a kind permission of prof. Ogborn.

LOOKING BACK; LOOKING FORWARD

More than forty years ago I became involved, with Paul Black, in the development of *Nuffield Advanced Physics* (Ogborn, 1971), a course which flourished in the UK for thirty years, and introduced many significant innovations that continue to be influential. Near the end of my career I did the same again, with the course *Advancing Physics* (Ogborn, 2000). As we speak, there is a new movement sweeping Europe, under the banner of “Inquiry Based Science Education”, following the Rocard Report (Rocard, 2007). To those of you involved in or affected by this development, and to those of you involved in other curriculum changes in Physics, I want to use this background of mine to do two things: first to offer some words of caution, and second, to sketch an agenda for future development.

SOME WORDS OF CAUTION

HABIT, CUSTOM AND FAMILIARITY

What I am about to say may seem very banal and obvious, but it is I think important and currently much neglected. It concerns the great importance of *familiarity* in making human beings feel that they understand. Roughly speaking, the rule that we all operate by much of the time is simply, “What I quickly and easily recognise is right”. Easy access to the things we know is of course an essential aspect of being able to think, but unfortunately not all the familiar things we know are relevant or right. For example:

“Mass is the quantity of matter in a body”

“Energy is what makes things happen”

Even if you are aware that these familiar phrases make little or no sense, it is still very annoying how they immediately come back to you if you have to explain mass or energy, mainly because you don’t have anything better handy.

As over the years we get used to various bits of physics, we come to think of them as much more obvious and straightforward than they are — just because they now come so easily to mind when needed. Once upon a time, Newton’s laws were as mysterious to us as they still are to our students, but having got used to them we feel that we understand, even though we may understand very little more than we once did. This is both good and bad: good in that nobody should have to think everything out from first principles every time; bad in that one forgets what the first principles actually are; and bad in that sometimes one has got used to a not very good explanation which nevertheless stays feeling good.

THINKING, FAST AND SLOW

I have been led to this realisation even more strongly by recently reading the work of Daniel Kahneman and Amos Tversky, which won a Nobel prize for investigating economic decision making. Kahneman’s book *“Thinking: Fast and Slow”* seems to me to bring into a new focus much previous research in physics education, though that was not its intention (Kahneman, 2011). He distinguishes two kinds of thinking: “Fast” and “Slow”. Fast thinking, which we all use all of the time, relies on recognising things quickly, using associative memory triggered by context. It gets

things right often enough to have great survival value, but — and it's a big but — it isn't always right. Worse, when it isn't right it doesn't much care: good enough is good enough. It doesn't probe more deeply: "What you see is all there is". The principle by which Fast thinking judges the correctness of an answer is simple: just by how easily it came to mind. *The easier and quicker, the more convincing*. No nonsense here about evidence and argument, or about being consistent. All these require Slow thinking, which takes effort and attention and is generally avoided by people whenever possible. Slow thinking analyses and compares, looks for logical consistency, considers alternatives, weighs up evidence. I'm sure that you recognise how you take a deep breath and brace yourself mentally when you confront a problem that really puzzles you. Empirically, your eye pupils dilate and your blood pressure rises. Slow thinking *is* hard work.

It's also the case that Fast thinking can't be turned off. It happens spontaneously without our willing it to do so. All we can do is consciously to try to turn Slow thinking on. With time and practice, we can train Fast thinking to throw up warning signals: "Think harder — you got this wrong before". With long practice and much repetition, Fast thinking takes over results from Slow, so that for example skilled mathematicians instantly recognise an integral that would previously have puzzled them.

STUDENTS' CONCEPTIONS, AND TEACHERS' CONCEPTIONS TOO

To quote Kahneman, amongst the features of Fast thinking are that it:

- works by activating associations in memory
- infers and invents causes and intentions
- neglects ambiguity and suppresses doubt
- is biased to believe and confirm
- focuses on existing evidence and ignores absent evidence

Recall these when you next read about research on students' conceptions (Duit, 2010), or about for example the seductive power of linear causal reasoning (Rozier, Viennot, 1991; Viennot, 2001). Recall them also when you think about the strategies we use as teachers to create explanations that will satisfy students, giving them the feeling (maybe the illusion) that they understand. Here perhaps is one source of Laurence Viennot's "echo-explanations" (Viennot, 2010a, b).

The fact is that we spend a lot of teaching effort in trying to get students to reach answers by Fast thinking that originally depend on Slow thinking. Ultimately, that's why rote learning can work, just by inducing familiarity so that the answer comes to mind quickly. It's why teachers invent mnemonics, which help get the answer without thinking. It is why teachers try to think up vivid analogies or metaphors, to help Fast thinking take over.

The essential job of Slow thinking is to criticise; to consider and weigh up alternatives. Quite often it can't be done entirely in your head: you may need pencil and paper, as well as calculator or computer. Notice that criticism is at the heart of scientific thought and, with experiment, is the basis of the robustness of scientific knowledge. Science in essence runs on Slow.

FINDING A NEW POINT OF VIEW

How a topic is taught is generally the outcome of a familiar tradition, to which we become so accustomed that there seems to be no alternative, and the difficulties it gives rise to become invisible. These are what Laurence Viennot has called ‘rituals’ (Viennot, 2006); they are ways that things have customarily been done, now well-learned and habitual, to which a teacher immediately turns. Any faults that they possess have, out of familiarity, become more or less invisible. Sometimes the answer is to find a fresh way to look at the problem. I will take an extremely elementary example: the principle of Archimedes. The work of the MUSE group (MUSE, 2010) reminded me of this problem.

ARCHIMEDES’ PRINCIPLE

Traditionally, one starts in the primary school with “floating and sinking”, and children have a good time putting corks and lumps of metal into water. But then they have to be persuaded that it isn’t enough to say that “heavy things sink and light things float”, and to get involved with a discussion of density, which causes some trouble. Then one gets the magic form of words “the upthrust is equal to the weight of water displaced” and learns it by heart. Why a heavy metal boat can float often remains a mystery. The question why there is an upthrust often remains unanswered, even unasked: it is just what water does.

One day many years ago it occurred to me that this whole bit of teaching starts in the wrong place. Would it not be better to begin with what happens if you try to make a hole in water? For example, as in Figure 1, take a very light plastic cup and stand it on the water surface in a bowl. It hardly sinks in at all. Now push the cup down into the water a little — the water pushes back up. Push down some more — the water pushes back harder.

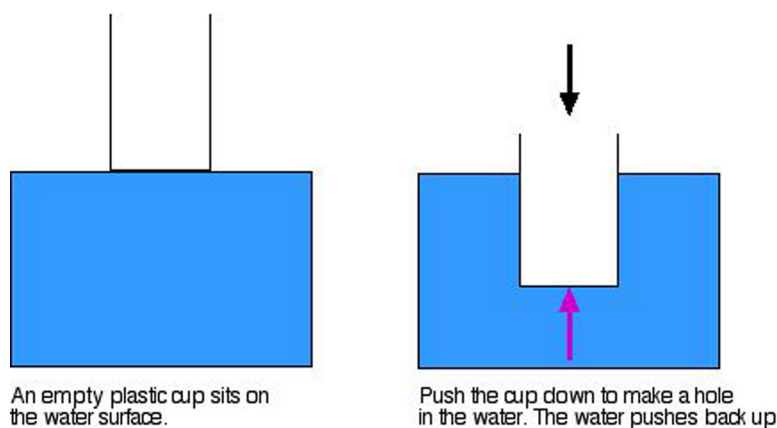


Figure 1: Make a hole in water

Now pour some water into the cup, as in Figure 2. When do you not need to push down any more? Just when the water inside reaches the level outside! Suddenly Archimedes’ principle becomes almost obvious.

Now replace the water in the cup by a lump of metal, which is as heavy as the water, but of course smaller in volume, as in Figure 3. Then the cup will float at the same depth. What then if we made this metal into a cup of the same size? It too would float at the same level.

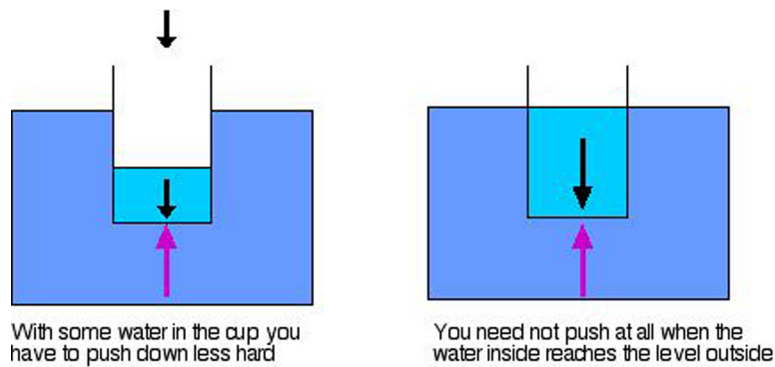


Figure 2: Fill up a hole in water with water

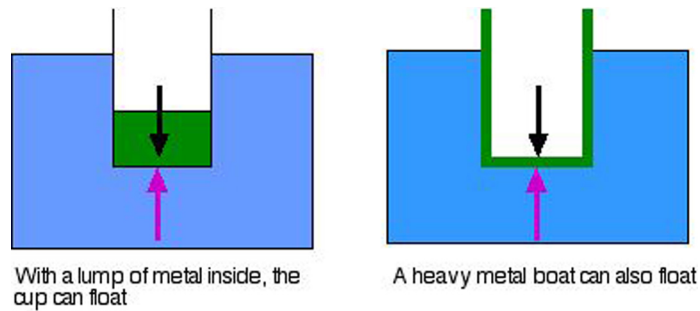


Figure 3: Partly fill a hole in water with metal

Amazingly, the hard question the teacher usually has to answer, “How come that heavy metal boats float?” now becomes an easy question. The whole point is the value of starting from why things happen — in this case because of the increase of pressure with depth, caused in the end by the Earth’s gravity pulling the water down so that the water below has to hold up the water above. Then Archimedes’ principle can become more than a form of words learned by heart, and floating can become something explicable.

The moral for Inquiry-based learning is that the problem you pose makes a big difference! Even extremely familiar ways are not always the best, however easily they come to mind. The job of a good introduction to a phenomenon is to set up helpful associations in students’ memories: in this case I want “pressure difference” to come to mind rather than (say) “density”. I have to admit that such challenges to familiar ways of thinking are often very annoying, just because we all rely so much on familiarity to guide us towards the appropriate.

INQUIRY-BASED PHYSICS EDUCATION

Starting from these thoughts, I turn to a critical discussion of the movement for Inquiry-Based Science Education. There is of course much to commend about it, notably its insistence on the importance of students being active in learning, and having plenty of direct experience of phenomena. I do however have some important cautions to offer.

My central concern is the impossibility of replicating the scientific process of inquiry in the frame of a typical science lesson. Scientific inquiry is inherently a very Slow process, both taking a long time (years, usually) and needing the inquirer’s full critical attention. Mistakes are made, wrong paths are taken. Even if there is

a sudden flash of understanding, it arises from long immersion in all the details of the problem. By contrast, the classroom requires results within a short time-frame (shall we say half an hour?). It has to rely on students' intuitive responses, got by fast thinking, which will most often be wrong or misguided, yet seem good to them, and be difficult to counter. As Manfred Euler (Euler, 2004) put it, "You understand what you see — but you see what you understand".

As a result, many such lessons become a kind of pretence. The teacher sets up a problem, knowing in advance what needs to emerge. What can emerge depends on the details of the problem-situation — compare for example floating corks versus "making holes in water". The student knows this, and often feels like saying, "If only you would tell me what to discover, I will willingly do so." In the worst case (and I have witnessed many such lessons) the practical activity becomes everything. Students try things out, perhaps write down some results, and the lesson ends — no discussion, no critical thought. The students are fairly happy, having been kept busy, and the teacher is happy, in part because no awkward questions have arisen. Of course we all know that "minds-on" matters as much as "hands-on", but I have too often seen it prove too much to achieve.

How did well-meaning teachers ever get into relying on such parodies of inquiry based learning? The big mistake is to suppose that practical activity ("hands-on") is the only thing that really matters. In fact, of course, to inquire is to *think*, and to think one must talk (and write). The task of practical activity is to provoke thought, and the teacher's main challenge is to encourage and develop productive talk and thought. This, however, makes large demands on the teacher that they find it very difficult to meet, as many researchers have found, and which requires much special training and support (Black et al, 2003). Perhaps the most difficult, and yet the most important kind of event to create in the classroom is *critical dialogue*, which recognises that inquiry proceeds by being critical of proposed ideas. It cannot help that essentially no examination questions ever require the student to offer a criticism, even the simplest. Such a focus on being critical is surely one of the greatest deficiencies that the movement for inquiry based learning needs urgently to face.

To stress the point, here are some of the key principles as stated in the booklet *Implementing and Designing Inquiry Based Science Units* from the Pollen Project (POLLEN, 2009), and my brief comments on the issues they appear to ignore.

Important principles of the inquiry-based approach

Direct experience is at the core of learning science.

Students need to have direct experience with the phenomena they are studying because:

- direct experience is key to conceptual understanding
- students build their understanding of the world around them, naïve or accurate, from their experiences;
- words alone often have little power to change these ideas.

Comment: This reads like pure naïve empiricism. Vygotski might never have existed! Instead I would say:

- direct experience is the key to making vivid and effective mental associations

- students use Fast thinking to invent plausible understandings, or to recover learned and practiced ones
- the right words, often critical ones, are needed to help students actively construct better ideas

Comparing and contrasting with “established fact”

As students investigate natural phenomena, they develop and compare their conclusions amongst themselves and construct new understanding. But unlike scientists, students are not discovering new phenomena and laws; rather what they learn in school is established scientific knowledge. Therefore they need to compare and contrast their work with the known by referring to other sources such as books, the internet or local scientists.

The use of secondary sources complements direct experience.

Students will not and cannot discover all they need to know through inquiry. The use of secondary sources in IBSE is important in the service of students’ explorations, not as a substitute for them.

Comment: Your ideology is really showing! How dare you put possessing established, hard-won scientific knowledge, which is the point of the whole enterprise, in scare-quotes? It is absurd that the teacher does not appear here as a source of knowledge. The reason must be a belief that it is impossible both to be authoritative and to value students thinking for themselves. I suppose that I might say instead:

To learn is to change one’s mind; to look at things in a different way. This does not come easily or quickly, especially in science where the right point of view is often unobvious, even counter-intuitive. Where students are studying phenomena in order to understand them in the scientific way, they need to be shown how easy it is to quickly come to a wrong conclusion. They need to be persuaded to try seeing things another way, and to do this often enough for the better way to become associated with the phenomenon.

The key issue here is the source of the robustness of scientific knowledge, which entitles us to teach it. It is simple: surviving all criticism so far. If we want to teach about how scientific knowledge is made, this fact has to become central. We have to *require* students to criticise ideas, not merely tolerate it. And they have to expect their ideas to be questioned too. The truth is that a life in science is not very comfortable, because one’s colleagues systematically doubt everything one says.

AN EPISTEMOLOGICAL PROBLEM

There is a real danger that Inquiry-based learning presents scientific knowledge as “knowledge in pieces”. Planning a sequence to “establish a given concept” doesn’t really make sense, because ideas in science are strongly interdependent. That is, any new idea must not only be consistent with the evidence, but must also cohere with everything else we know. This makes it crucial to ask always about possible connections between ideas and explanations, so that science can be seen to be a coherent whole.

AGENDA FOR THE FUTURE

What then are some of the important things for us to try to do in developing the physics curriculum in the future?

RESOURCES AS WELL AS INQUIRIES

Despite the criticisms so far, I do believe that there is an important role for students to actively study phenomena in the laboratory, in a spirit of inquiry. But I also believe that they need to be set up in advance with the necessary intellectual resources to do so. My broad-brush picture is thus one of episodes, first of learning some background ideas (probably with lots of demonstrations too), leading to a question and to an inquiry to try to go deeper into that question (notice that I didn't say "resolve the question"). The curriculum design problem is then to identify fruitful issues for inquiry, together with useful resources for thinking and experimenting that need to be taught first, and then to articulate these effectively together. Paul Black discusses an example of this idea, worked out in detail, in his account with Myron Atkin of their experience of science education reform (Atkin, Black, 2003). It is this, too, which is a main focus of the work of the MUSE group.

REAL INVESTIGATION

I am also utterly convinced that Physics education must include an element of real, genuine investigation for students to experience. This cannot however, at the same time, be used to develop new scientific concepts (Millar, 2012). The problems investigated have to be much more modest, within the student's current grasp.

What investigation needs above all is time — time to try things out, to make mistakes, to think and think again. It also needs ownership and responsibility, so the individual student must have choice about what to investigate and how to go about it. It is worth pointing out that perhaps the most successful and lasting innovation in Physics education over the past fifty years has been the introduction of undergraduate research projects. Carefully thought out, the idea has proved workable and long-lasting in school Physics too, but only if given enough time – 10 hours is not too much for one serious investigation. Experience of doing it in *Nuffield Advanced Physics* and in *Advancing Physics* for what is now over forty years points to several key factors:

- the student must choose what to investigate
- investigations have to be kept very simple, but be given enough time
- assessment must include credit for having detected and recovered from mistakes.

CHANGING THE CURRICULUM

Reasons why it may be desirable to change the teaching of a topic in physics, or to introduce a new one include:

- The need to update the content of the physics curriculum
- The need to improve the way established topics are taught
- The need to make physics more attractive to students

Over time, perceived needs change. In the 1960s the need to update the physics curriculum was paramount; today the major concern is that students, especially girls, find physics unappealing. As a result the emphasis has shifted from *what* to teach, to *how* to teach it. Furthermore, Physics Education Research has, over the last thirty years or so, focused mainly on questions about *how*; about how students do or don't come to understand important ideas in Physics, and what can be done about it.

Let me encourage you not to forget questions about *what* to teach, both to update the content of the curriculum and to improve the way traditional topics are presented. This often means thinking deeply about the fundamental basis of ideas, and finding good ways to represent these to students.

In wanting Physics to be attractive, we should remember the exciting new topics that find their way into popular science on television and in books. In particular, I think that you should be considering such things as:

- Digital communication, especially imaging in science and technology, from satellite navigation systems to astronomy and medicine
- The essential role now played by computational modelling both in technical design and in theorising
- Current cosmological arguments, including dark matter and dark energy
- Particle physics; why we need huge accelerators and what they can discover
- Developments in the creation of new materials, and their uses.

It is however a very awkward fact about Physics that several of its most crucial modern (and not so modern) insights seem to remain inaccessible to the school curriculum. Some of the best times of my life have been spent creating ways to teach the essential ideas of, for example, thermodynamics and quantum physics. Many others have tackled the teaching of relativity. On the agenda for the future we might place:

- Symmetry and its relationship to conservation
- The connection between spin and statistics
- The essential role of quantum phase in accounting for the existence of interactions (Ogborn, Taylor, 2005).

There have been brave attempts, for example Richard Feynman's classic book "*QED: the strange theory of light and matter*" (Feynman, 1985), but few have been followed up.

MAKING PHYSICS ATTRACTIVE

Many, many curriculum development projects (from Harvard Project Physics onwards) have set out to make Physics more appealing to young people, most recently with special emphasis on young women. Despite huge efforts and high hopes, the results have generally been disappointing, sometimes even showing a small fall over time rather than an increase. (The excuse Harvard Project Physics gave was "too much of a good thing".) I see recently similar results coming out of the Pollen project (Jarvis et al, 2009; Lindahl, 2009). I think that it may even be true to

say that no curriculum development project has ever achieved a major shift in the overall average of students' liking for the subject.

This sad fact is actually not too surprising. Firstly, young people's attitudes form quite early in life, and because they form part of their self-identity are hard to shift. Secondly, young people often actually resist attempts by older ones to please them: they prefer to please themselves, and are suspicious of well-meaning attempts to second-guess what they would like.

So what can be done? I think that one answer is honesty and pride in the value to us of Physics. An important part of this is the intellectual satisfaction of having seen how, despite difficulties, it provides models and theories of remarkable power, consistency, generality and parsimony. Overcoming the difficulties, with help when needed, is a real part of the attraction. I quite accept that this is not a populist recipe, though inviting students to be really critical of what they are told might be more welcome than one expects. Indeed, one reform I would dearly like to see is classroom exercises and examination questions giving marks for criticising flawed arguments or procedures.

The other answer is to recognise the importance of variety. There are many ways in which Physics can appeal, not only through its power and beauty, but also through its practical understanding of how things work. It is I believe essential to build in variety as a fundamental criterion for choosing the content and activities for the curriculum, so as to appeal to as many different kinds of people as possible.

CONCLUDING THOUGHTS

SLOGANS

Curriculum development shares with politics the need for simple vivid slogans encapsulating its aims, just to catch sympathetic attention and perhaps commitment.

- "Hear and forget; see and remember; do and understand"
- "Science for All"
- "Discovery Learning"
- "Ask Nature"
- "La Main à la Pâte"

Be very wary of these slogans (remember how good Mao Zedong was at creating them.) Although essential and unavoidable to focus enthusiasm and to help people grasp the point of the activity, they rarely speak plainly. So be very suspicious of any development project that seems to believe its own propaganda. The reason is that in something as complex as Physics Education, there simply are no easy 'one-shot' solutions; there are no 'magic bullets'. Look instead to see whether there is careful attention to practical detail, sympathetic allowance for differences of circumstance and competence; above all, whether there is respect for and serious involvement of the actual teachers who have to do the job.

PATHOLOGIES

We live in a time of widespread belief in management, technique, efficiency and targets. In the UK at present, schools and teachers increasingly live or die by whether they reach targets, generally of student performance in tests. This raises the stakes very high, and it is no surprise that teachers try to subvert the system. If they can train students to pass, by whatever means, they will.

Let me put this in an even more challenging way. The job of a teacher often becomes getting students able to counterfeit understanding. The examiners set clever questions they think will really test understanding; the teacher tries to anticipate them and train the students to know the answer without thinking.

GETTING IT ALL RIGHT

Finally, I want to draw out some general messages about changing the physics curriculum, if such changes are to have any chance at all of working in the real educational world.

First, it is essential to keep hold of the big picture, and communicate it to teachers. Teachers will never teach exactly as suggested, and need to be able to remember why a topic is there and what ends it serves, to judge the way they will go about it.

Second, the devil is very much in the detail. To be effective, the teaching suggestions must really work, the experiments suggested must be practicable, the questions provided must address the right problems and be able to be tackled by the students. And so on. Teaching is a very practical day-to-day business, in which a small practical hiccup can ruin a grand master plan.

Third, offer lots of teacher training. It takes time and confidence to do anything new. Indeed, as soon as you step outside well-practiced teaching routines you tend to feel helpless, not able to answer a student's questions, not able to think of what to say next, etc. Taking on board a big innovation is, for a teacher, like going back to the first days in the classroom. No wonder that very often old routines are wheeled out and substituted for the new.

Fourth, and very importantly, worry about and work right from the beginning to develop the assessments to be used during and after the course. They will determine what teachers and students understand you as 'really wanting'. In the end, the forms of assessment that you use will be decisive, and you need to be in control of them. Don't forget to provide a lot of formative assessments for teachers to use while teaching, to tell students and teachers how well they are doing and where they need to improve. There's lots of evidence that good formative assessment really helps learning (Black et al, 2003). And do remember that generating new kinds of questions is not easy: it takes time, imagination, trial and error and hard work.

Lastly, arrange continual support for teachers, for example an email network on which teachers exchange opinions, ask for help with a confusion, tell each other where to get the latest bit of apparatus or where to find the newest internet resource, and so on. The discussions include gripes and moans, questions about fundamental physics, queries about dates for submitting coursework — in short everything, large or small, deep or trivial, that make up a teacher's everyday concerns.

Serious curriculum change happens gradually, and so does learning. Thus, in final conclusion, a piece of advice from Paul Black and Myron Atkin (2003). It is very simple:

Make haste slowly!

BIBLIOGRAPHY

- ATKIN, J., BLACK, P. *Inside Science Education Reform*. Buckingham : Open University Press, 2003.
- BLACK, P., HARRISON, C., LEE, C., MARSHALL, B., WILIAM, D. *Assessment for Learning: Putting it into Practice*. Maidenhead : Open University Press, 2003.
- DUIT, R. Bibliography — STCSE (Students' and Teachers' Conceptions and Science Education), 2010. (http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/download_stcse.html)
- EULER, M. The role of experiments in the teaching and learning of physics. *Research in Physics Education*, Varenna Course CLVI, Amsterdam : IOS Press, 2004, p. 175–221.
- FEYNMAN, R. *QED: the strange theory of light and matter*. Harmondsworth : Penguin Books Ltd., 1985.
- JARVIS, T., PELL, A., HINGLEY, P. POLLEN primary teachers' changing confidence and attitudes over two years POLLEN in-service programme, *The Curriculum Journal*, 2009, Vol. 13, No. 1, p. 43–69.
- LINDAHL, B. Changes in pupils' attitudes towards science during two years within the POLLEN project, 2009. (<http://www.pollen-europa.net>)
- KAHNEMAN, D. *Thinking, Fast and Slow*. London : Allen Lane, 2011.
- MILLAR, R. Rethinking science education: meeting the challenge of “science for all”. *School Science Review*, 2012, Vol. 93, No. 345, p. 21–30.
- MUSE, 2010. (<http://education.epsdivisions.org/muse>)
- OGBORN, J. (Ed.) *Nuffield Advanced Physics*, Harmondsworth : Penguin Books Ltd., 1971.
- OGBORN, J. (Ed.) *Advancing Physics AS, A2*. Bristol : Institute of Physics Publishing (now published by Oxford University Press), 2000.
- OGBORN, J., TAYLOR, E. Quantum physics explains Newton's laws of motion, *Physics Education*, 2005, Vol. 40, No. 1, p. 1–9.
- POLLEN. Designing and Implementing Inquiry-Based Units, 2009. (<http://www.pollen-europa.net/?page=ietK5bjge5o%3D>)
- ROCARD, Y. *Science Education Now*. Brussels : European Commission Report EU22-845, 2007.
- ROZIER, S., VIENNOT, L. Students' reasoning in thermodynamics, *International Journal of Science Education*, 1991, Vol. 13, No. 2, p. 159–170.
- VIENNOT, L. *Reasoning in Physics: the part of common sense*. Brussels : Kluwer, 2001.
- VIENNOT, L. Teaching rituals and students' intellectual satisfaction. *Physics Education*, 2006, Vol. 41, p. 400–408.
- VIENNOT, L. Physics by inquiry: beyond rituals and echo-explanations. In L. Menabue, G. Santoro (Eds.) *New Trends in Science and Technology Education, Selected papers*, Bologna : CLUEB, 2010a, Vol. 1, p. 240–256.

VIENNOT, L. Physics education research and inquiry-based teaching: a question of didactical consistency. In K. Kortland (Ed.) *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education*, Utrecht : CDBeta Press, 2010b.

Jon Ogborn – E-mail: j.ogborn@btinternet.com
Professor Emeritus, Institute of Education
University of London, United Kingdom

Zakotvená teória ako východisko pri hľadaní učiteľových stratégií k udržaniu svojej roly v triede

Csaba Igaz, Miroslav Prokša

Abstrakt

Článok sa zaoberá možnosťami využitia zakotvenej teórie pri kvalitatívnej analýze vyučovacích hodín s cieľom identifikovať rolu učiteľa a stratégie, ktoré umožňujú udržanie tejto roly. Takáto analýza sa môže využiť pri zavádzaní nových metód a prostriedkov do vyučovacieho procesu, kedy charakteristika rozdielov v správaní sa učiteľa počas bežnej vyučovacej hodiny a hodiny, v ktorej sa uplatňujú nové metódy nám umožní odhaliť ich slabé stránky. V príspevku sa podrobne venujeme postupu analýzy vyučovacích hodín. Na konkrétnych príkladoch vysvetlíme nielen aplikáciu otvoreného, axiálneho a selektívneho kódovania ale aj tzv. prechodnej úrovne kódovania, ktorá predstavuje nový prvok v zakotvenej teórii.

Kľúčová slova: zakotvená teória, analýza vyučovacej hodiny, dramaturgický prístup, rola učiteľa.

Grounded Theory as a Basis for Finding Teacher's Strategies of Mantaining their Role in the Classroom

Abstract

The article deals with the possibilities of using grounded theory for a qualitative analysis of lessons in order to identify the role of a teacher and strategies that allow him/her to play this role. Such an analysis can be useful during the implementation of new methods and means into the learning process. The characterization of differences in teachers' behaviour during everyday lessons and lessons in which the new methods are applied allows us to expose their weaknesses. In the paper, the procedure of analysis is discussed in detail. Through examples, we explain not only the application of open, axial and selective coding but also an intermediate level of coding, which represents a new element in grounded theory.

Key words: grounded theory, analysis of lesson, new methods, teachers' role.

1 ÚVOD

Prirodzenou snahou odborových didaktikov je inovovať, vylepšovať, zefektívňovať vyučovací proces vylepšovaním už existujúcich, alebo vytváraním nových metód, či vyučovacích prostriedkov. Našu myšlienku potvrdzuje napríklad skutočnosť, že percento doktorandských prác z didaktiky chémie venovaných v Českej republike témam, ktoré sa v nejakej podobe venujú skúmaniu metód a prostriedkov vo vyučovacom procese, nie je zanedbateľné. V rokoch 1972 až 1994 bolo 27 % všetkých prác venovaných vyučovacím prostriedkom, použitiu ICT, alebo rozvoju myslenia a poznávacích činností žiakov, kým v rokoch 2003 až 2008 bolo 49 % prác venovaných použitiu ICT, vyučovacím prostriedkom, alebo aktivizujúcim metódam (Čtrnáctová, 2008).

Funkčnosť každej novej vyučovacej metódy alebo prostriedku závisí v konečnom dôsledku od finálneho užívateľa, ktorý vo väčšine prípadov predstavuje učiteľ. Znamená to toľko, že aplikácia metódy alebo prostriedku prinesie očakávaný výsledok len v prípade, ak sa používa správne. Toto správne použitie je možné otestovať v reálnej pedagogickej situácii, kedy sa metóda alebo prostriedok používa počas reálnej vyučovacej hodiny v reálnej škole s reálnym učiteľom, ktorý zároveň nepredstavuje výskumníka. Táto posledná požiadavka je dôležitá preto, aby sa dodržala nezaujatost', čiže sa vylúčila subjektívnosť používateľa. Ak je učiteľ zároveň aj výskumníkom, prípadne tvorcom metódy, môže vedome, ale aj podvedome „zamlčať“ slabé stránky svojej metódy, ktoré sa tým pádom nedostanú do konfrontácie s reálnou pedagogickou situáciou a zostanú neodhalené, stávajú sa slabinami, skrytými rizikami metódy, ktoré v konečnom dôsledku môžu viesť k jej neaplikovateľnosti, nepoužiteľnosti vo vyučovacom procese.

V rámci riešenia výskumného projektu zameraného na vytvorenie metód a prostriedkov na rozvoj poznávacích schopností žiakov základných škôl vo vyučovaní chémie sme sa tiež dostali do štádia, kedy sa naša metóda skonfrontovala s reálnym vyučovacím procesom.

Spomínaná metóda vychádza z prístupu CASE (Cognitive Acceleration in Science Education), a z chemických konceptuálnych úloh, ktoré v zadaní obsahujú grafické prvky (Nurrenbern, Pickering, 1987; Haláková, Prokša, 2007; Adey, Shayer, 1994). Spojením týchto dvoch východísk sme vytvorili konceptuálne úlohy so špecifickým postupom ich aplikácie, čo umožňuje vytvoriť podmienky pre kognitívny rast žiakov (Igaz, Prokša, 2012). Tento postup, rovnako ako prístup CASE, vychádza z Piagetovej teórie kognitívneho vývinu a Vigotského teórie učenia. Počas aplikácie tejto metódy sa učiteľ snaží viesť žiakov ku skupinovej práci, k diskusii a vhodne sformulovanými otázkami k tomu, aby úlohu, predstavujúcu pre nich kognitívnu výzvu, vyriešili sami (Igaz, Gašparík, Prokša, 2010). Zistili sme ale, že napriek podrobným metodickým materiálom, ktorý sme poskytli učiteľovi, nebol schopný ju použiť podľa našich očakávaní. Učiteľ len ťažko dokázal vytvoriť podmienky pre skupinovú prácu žiakov a strácal kontrolu nad disciplínou v triede. Aby sme odhalili slabé stránky našej metódy, museli sme sa pustiť do analýzy vyučovacích hodín a zistiť dôvody, ktoré viedli k jej nesprávnemu použitiu. V tomto príspevku sa podrobne venujeme výskumnej metóde na analýzu vyučovacích hodín, ktorú sme vytvorili modifikáciou zakotvenej teórie (Strauss, Corbinová, 1999; Prokša at al., 2008; Švaříček, Šedová, 2007). I keď vzhľadom na obmedzený priestor uvedieme len časť výsledkov analýzy, považujeme za dôležité poznamenať, že daná metóda nám umožnila identifikovať tie okolnosti, ktoré sťažovali aplikáciu našej metódy na rozvoj kognitívnych schopností žiakov.

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Pri analýze vyučovacích hodín sme vychádzali z Dramaturgického prístupu Ervinga Goffmana, ktorý prehľadne charakterizuje Šubrt (2001). Táto metodologická vetva okrem iného buduje aj na symbolickom interakcionizme, ktorý je podľa Hendl (2008) predpokladom správnej aplikácie zakotvenej teórie. Tento fakt bol jeden z dôvodov, prečo sme sa nechali pri analýze inšpirovať týmto prístupom. Druhým z dôvodov bola skutočnosť, že tento prístup vychádza z údajov zbieraných pozorovaním, ktoré nevyžaduje vysokú mieru participácie výskumníka, kým iné prístupy vychádzajú skôr z údajov získaných počas interview, alebo aspoň participačného pozorovania (Gavora, 2007). Táto skutočnosť umožňuje, aby výskumník v čo najmenšej miere zasahoval do vyučovacieho procesu, a tým zabezpečil prirodzené plynutie vyučovacej hodiny bez potreby učiteľa alebo žiakov niečo predstierať pred ním. Základnou myšlienkou dramaturgického prístupu je, že človek v každodenných situáciách hrá rolu, prezentuje sa, predvádza seba pred ostatnými ľuďmi, obecnstvom. Človek sa pri tom snaží o ovplyvňovanie dojmu, ktorý ostatní z neho získavajú a tiež ovplyvniť celkovú situáciu, vrátane reakcií ostatných (Gavora, 2007; Šubrt, 2001). Táto myšlienka, ktorú Goffman charakterizuje ako „umenie riadiť dojmy“, predstavuje ústredný motív dramaturgického prístupu a spolu s konceptom „interakčného poriadku“ ponúka vhodný rámec na pochopenie učiteľových stratégií na udržanie svojej roly v triede. Pojem „interakčný poriadok“ sa dá chápať ako súhrn detailov, v rámci ktorých dôjde k určitej dohode o pravidlách komunikačných situácií medzi ich účastníkmi. Pravidlá komunikácie sú pri tom účastníkmi len ticho akceptované, ale nie nimi vytvorené. Dodržiavajú sa hlavne z dôvodu, aby účastníci neboli vylúčení z kolektívu komunikujúcich (Šubrt, 2001).

Tento prístup nám vyhovoval hlavne z dôvodov, že je ľahko aplikovateľný pri sledovaní prejavov učiteľa a reakcií žiakov na ne. Goffmanová metodologická vetva nám pomohla v najťažšej fáze analýzy, kedy poskytla referenčný rámec na sledovanie charakteristík vyučovacej hodiny. Dramaturgický prístup nám pomohol v nájdení spôsobu, ako sa pozeráť na údaje zhrnuté v prepise audionahrávok. Poskytol východisko v podobe hľadania roly učiteľa, ďalej v myšlienke nájdenia stratégií, ktoré umožňujú udržanie tejto roly a v sledovaní špecifik, ktoré uľahčujú alebo sťažujú jej „hranie“.

„Zakotvená teória“ je kvalitatívna výskumná metóda, ktorej cieľom je umožnenie tvorby teórie, ktorá vysvetľuje určitý fenomén a vychádza striktne zo zaznamenaných údajov, čiže je v nich zakotvená. Na rozdiel od metód kvantitatívneho výskumu, na začiatok aplikácie tejto metódy je charakteristické definovanie len poľa záujmu a nie premenných. Premenné identifikujeme postupne, v priebehu rôznych úrovní kódovania údajov, ku ktorým pristupujeme „s maximálnou nepredpojatosťou a otvorenou myslou“ (Švaříček, Šedlová, 2007), čím umožníme, aby počas analýzy vystúpili z množstva údajov a stali sa viditeľnými. Tri úrovne kódovania, ktoré vedú k tvorbe konceptuálnej schémy opisujúcej vzťahu medzi premennými, podrobne opisuje Strauss a Corbinová (1999). Proces analýzy sa skladá z troch krokov, ktoré predstavujú otvorené kódovanie, axiálne kódovanie a selektívne kódovanie (Pavelek, 2012).

Zakotvená teória spomedzi kvalitatívnych metód patrí medzi tie, ktorých postup je opísaný veľmi detailne (Gavora, 2007). Tento fakt pri vyberaní metódy analýzy vyučovacej hodiny bol rozhodujúci, keďže kvalitatívna metodológia výskumu v didaktikách prírodovedných predmetov na Slovensku a v Českej republike ešte nie je dostatočne zvládnutá (Prokša, 2007). Relatívne dobrý prehľad poskytuje článok Oro-

línovej (2008) o aplikácii kvalitatívnych metód v pedagogických výskumoch doma a v zahraničí. Tiež vysloví ale záver, že kvalitatívna metodológia výskumu v rámci prírodovedného vzdelávania na Slovensku ešte nie je na takej úrovni, „aby mal užitočné a servisné výstupy pre pedagogickú prax“.

3 VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Etapa výskumu, v ktorej sme uplatnili kvalitatívnu metodológiu práce, bola venovaná skúmaniu toho, čím je charakteristická fáza vyučovacej hodiny počas ktorej sa aplikuje naša metóda na rozvoj kognitívnych schopností žiakov. Nutnosť venovania pozornosti tejto otázke vyplynula z potreby zistiť tie vlastnosti metódy, ktoré sa prejavia len počas jej aplikácie a ktoré sme nemohli predvídať počas jej tvorby.

Aby sme boli schopní rozoznať tieto charakteristické črty, prejavy, prvky našej metódy, museli sme v prvom rade spoznať vyučovaciu hodinu bez jej aplikácie. Potrebovali sme spoznať prirodzené prejavy žiakov ale hlavne učiteľa, aby sme mohli povedať, v čom, ako a prečo sa tieto prejavy líšia počas tých častí hodín, v ktorých je naša metóda aplikovaná. Výsledky tejto časti výskumu a postup, ako sme sa k nim dopracovali sú obsahom tohto príspevku.

Keďže výskumná otázka v našom pôvodnom výskume bola sformulovaná pre širšie koncipovaný výskum a v kontexte tejto práce nedáva zmysel, pre účely tejto publikácie, čiže pre demonštráciu procesu analýzy prepisu audionahrávok z vyučovacích hodín sme ju sformulovali nasledovne:

Aké sú stratégie učiteľa na udržanie chodu vyučovacej hodiny v rámci jemu vyhovujúcich hraníc?

4 METÓDY A REALIZÁCIA VÝSKUMU

Výskum sa začal v decembri roku 2010 a končil sa v máji 2011. Uskutočnil sa v jednej bratislavskej základnej škole. Účastníci výskumu bol učiteľ s päťročnou praxou a 22 žiakov jednej triedy siedmeho ročníka, v ktorej učiteľ učil jednu hodinu chémie raz za dva týždne (zvláštnosťou vyučovania predmetu chémia v siedmom ročníku základných škôl na Slovensku je, že hodinová dotácia na tento predmet je pol vyučovacej hodiny týždenne). Pre výber daného učiteľa sme sa rozhodli z viacerých dôvodov:

- bol ochotný odskúšať so svojimi žiakmi na svojich hodinách našu metódu;
- súhlasil s tým, aby sa jeho vyučovacie hodiny zaznamenávali na audiozáznamy a následne podrobili analýze;
- bol ochotný audiozáznam spraviť sám;
- súhlasil s tým, aby boli výsledky analýzy po ukončení výskumu publikované;
- výskumníci učiteľa poznali natoľko dobre, že šanca toho, že by učiteľ vplyvom pozorovania zmenil svoje správanie, alebo počas neho by niečo predstieral, bola minimálna;
- osobná komunikácia medzi výskumníkmi a učiteľom počas výskumu bola umožnená prakticky každý deň.

Údaje sa získavali z deviatich vyučovacích hodín nepriamym neúčastníckym pozorovaním formou audiozáznamov z dvoch diktafónov. Jeden diktafón nosil učiteľ so sebou, kým druhý bol položený na katedre. Hlbšie sme analyzovali päť vyučovacích hodín. Z týchto piatich hodín sa na troch používala naša metóda na rozvíjanie kognitívnych schopností žiakov, ale na všetkých sa sprístupňovalo nové učivo. Audiozáznamy z hodín boli prevedené do písomnej podoby a táto písomná forma bola kódovaná na štyroch úrovniach, ktoré bližšie charakterizujeme v nasledujúcich časťach príspevku.

5 PROCES ANALÝZY VYUČOVACÍCH HODÍN

Ako najvhodnejšia písomná podoba sa osvedčila tá, ktorú uvádzame v tabuľke 1. Pri voľbe tejto formy sme sa inšpirovali postupom navrhnutým Sprodom (1997). Prepisovanie nahrávok do tabuľkovej podoby je vyhovujúce preto, lebo súčasné textové editory umožňujú jednoducho pridať riadok, alebo stĺpec do tabuľky prepisu a tým ju kedykoľvek rozšíriť. Možnosť prispôbovať formu prepisu v tejto podobe bola neoceniteľná a určite nám ušetrila veľa energie v prvých fázach kódovania, kým sa nám nepodarilo vytvoriť finálnu podobu prepisu vhodnú aj na zaznamenanie kódov a niektorých ďalších detailov rozhovoru.

Ak na audiozáznamoch niečomu nebolo rozumieť, do prepisu sme do zátvorky zaznačili: „nezrozumiteľné“, prípadne sme doplnili slová, ktoré sa dali zachytiť. Do zátvorky sme písali tiež všetky doplňujúce informácie, ktoré nejakým spôsobom dokreslili situáciu v triede.

5.1 OTVORENÉ KÓDOVANIE

Po prepísaní nahrávok sme sa sústredili na prvú fázu kódovania, na tzv. otvorené kódovanie. Pri konceptualizácii prejavov sme sa snažili riadiť odporúčaniami Straussa a Corbinovej (1999), aj keď sa nám nepodarilo vždy vyhnúť opisu daného prejavu alebo výroku. Pri pomenovaní prejavov alebo výrokov sme využili postup kladenia otázok a postup porovnávania (Strauss, Corbinová, 1999). Prejavy učiteľa sme pomenovali, čiže konceptualizovali v prvom kroku. V ďalšom kroku sme pomenovali prejavy žiakov, čo sa ukázalo ako vhodné riešenie hlavne z dôvodu šetrenia energie výskumníka. Ďalším z dôvodov pre dvojstupňové kódovanie je, že druhý stupeň kódovania (kódovanie výrokov žiakov) automaticky vyžaduje kontrolu prvého stupňa (čiže kódy výrokov učiteľa), lebo niektoré výroky dávajú zmysel len v kontexte dialógu, prípadne dávajú iný zmysel.

Na výrokoch z tabuľky 1. sa spomínané postupy dajú demonštrovať nasledovne: V rámci uplatnenia *postupu kladenia otázok* sa môžeme pýtať takto:

- O čom hovorí prvý výrok učiteľa? Čo sleduje učiteľ týmto výrokom?
 - Snaží sa získať odpoveď na svoju otázku? Snaží sa vyvolať reakciu žiaka?
- Môžeme tento výrok nazvať pojmom „Otázka“? Bude pojem „Otázka“ dostatočne charakterizovať tento typ výroku?

V tejto fáze kódovania môžeme zaviesť pojem „Otázka“, ktorá bude definovaná nasledovne: Opytovacia veta, položená s cieľom vyvolať reakciu žiaka ohľadom nejakého problému.

Tab. 1: Ukážka prepisu časti audionahrávky s kódmy zavedenými počas otvoreného kódovania

Subj.	Výroky subjektov	Pojmy (názvy javov)	
		Učiteľ	Žiak
U:	Takže oxid uhličitý pri horení čo?	I	
Ž:	Horí.		O
U:	Nevykrikujme! Hlásime sa. Ano?	U, R	
Ž:	Vzniká.		O
U:	Vzniká. Takže do reakcie išlo koľko látok? Drevo a kyslík, to už není jedna látka, že? Dve látky išli do reakcie a vzniklo popol a... (dlhšie čakanie)	Z, I	
Ž:	Oxid uhličitý.		O
U:	Čo vzniklo? Hlásime sa.	I (PVI), U	
Ž:	Oxid uhličitý.		O
U:	Oxid uhličitý. To sú tiež dve látky. Takže to nemusí byť iba premena jednej látky na inú látku, ale môže to byť premena viacerých látok na... (dlhšie čakanie)	Z, I (Z)	

Vysvetlenie skratiek: Subj. – subjekt, účastník rozhovoru; U – učiteľ; Ž – žiak

Poznámka: prepis sa týka časti vyučovacej hodiny, ktorá bola venovaná prehlbovaniu vedomostí o pojmu chemická reakcia na príklade horenie. Uvedená ukážka sa týka časti rozhovoru, počas ktorej žiaci uvažujú o počte látok, ktoré vstupujú do reakcie a vystupujú z nej.

V rámci aplikácie *postupu porovnávania* názov a definícia tohto pojmu sa bude upresňovať. Ak porovnáme finálnu časť výrokov v piatom riadku tabuľky 1, konkrétne časť: „vznikol popol a... (dlhšie čakanie)“ vidíme, že táto časť výroku tiež má vyvolať reakciu žiaka. Vzhľadom na to ale, že nejde o otázku, pojem „Otázka“ nie je vyhovujúca. Našou možnosťou je buď vytvoriť nové pomenovanie, alebo rozšíriť definíciu už existujúceho. My sme si zvolili možnosť rozšírenia definície už existujúceho pojmu, aby sme sa vyhli zavedeniu veľkého počtu veľmi podobných názvov, čo vedie k ich neprehľadnosti. Nový pojem je „Iniciácia diskusie“ a definuje sa nasledovne: Otázka alebo výrok, ktorý má naštartovať diskusiu ohľadom nejakého problému, prípadne sa naznačuje, že sa očakáva odpoveď. Podobne sme postupovali aj pri konceptualizácii ďalších prejavov. Pojmy, ktorými sme pomenovali jednotlivé prejavy učiteľa alebo žiakov boli zhrnuté do slovníka spolu s ich opisom, definíciou. Tvorba takéhoto slovníka umožnila ľahkú orientáciu vo vzniknutých pojmoch a vôbec, pokračovanie v analýze. V šedej časti tabuľky 1 uvádzame kódovanie vybranej časti prepisu audionahrávky. Tabuľka 2 predstavuje ukážku slovníka kódov s názvami tých typov výrokov, ktoré sa vyskytujú v danej časti prepisu. Kódovanie výrokov účastníkov sme sprehľadnili farebným písmom tak, ako je to uvedené v šedej časti tabuľky 1. Farba kódu sa zhoduje s farbou tej časti výroku, ktorú kóduje. Ak výroky patrili do rôznych kategórií, v jednej bunke tabuľky prepisu sa objavilo aj 5–6 rôznych farieb. Takáto úprava tabuľky umožnila prehľadné označenie jednotlivých výrokov, alebo ich častí podľa pojmov, ktoré ich charakterizovali.

Súčasne s procesom otvoreného kódovania prebiehalo aj hľadanie a identifikácia roly učiteľa. Prepis časti vyučovacej hodiny v tabuľke 1 sme si vybrali preto, lebo práve pri tejto časti prepisu sa nám objasnila rola, ktorú sa učiteľ snažil presadiť po-

Tab. 2: Slovník pojmov v tabuľkovej podobe

Pojmy (názvy javov)	Opis pojmov	Symbol pojmov
Iniciácia diskusie	Otázka alebo výrok, ktorý má naštartovať diskusiu ohľadom nejakého problému, prípadne sa naznačuje, že sa očakáva odpoveď	I
Zhrnutie	Zhrnutie podstaty poznámok žiakov alebo aj výrokov ktoré odzneli	Z
Preberanie velenia ignoráciou	Výrok (napr. zhrnutie žiackych poznámok), ktorý má upokojiť situáciu v triede, spojené s ignoráciou odpovede žiaka, aj keď je správna a vzťahuje sa k téme. Môže byť bez, alebo s upozorňovaním žiakov	PVI
Upozornenie	Rýchla reakcia učiteľa na rušivé prejavy žiaka adresovaná priamo žiakovi, žiakom s cieľom udržať disciplínu v triede, niekedy s pripomenutím pravidiel	U
Registrácia	Podobá sa podpore*, ale je to len udávanie slova žiakovi, väčšinou, ak sa správa podľa pravidiel	R
Odpoveď	Žiakova reakcia na otázku učiteľa, ktorá je neprekvapujúca, správna, alebo je nejaké jednoduché, neprekvapujúce skonštatovanie	O
	Navrhnutie riešenia nejakej otázky, ktorú žiaci vnímajú ako problém	

čas vyučovacej hodiny. Cieľom diskusie zachytenej v tabuľke 1 je prehlbenie významu pojmu chemická reakcia. Učiteľ sa snaží tento cieľ dosiahnuť riadením rozhovoru so žiakmi, no zároveň sleduje aj disciplínu v triede. Výrok patriaci do kategórií „Iniciácia diskusie“ a „Preberanie velenia ignoráciou“ (štvrtý riadok v tabuľke 1 z tých, ktoré predstavujú učiteľove výroky) predstavuje príklad, ktorý najlepšie ilustruje rolu učiteľa. Učiteľ napriek tomu, že sleduje cieľ diskusie a snaží sa o dosiahnutie očakávanej odpovede, je ju schopný aj ignorovať, ak je vyslovená bez dodržania pravidiel (bez prihlásenia sa). Učiteľ teda predstavuje osobu, ktorá vedie triedu k dosiahnutiu cieľa, čo predstavuje pochopenie učiva u žiakov a zároveň presadzuje pravidlá, čo znamená udržanie disciplíny v rámci určitých noriem.

V ďalších fázach analýzy prepisov v súlade s výskumnou otázkou sme sa snažili o identifikáciu tých stratégií, ktoré učiteľ využíva k udržaniu svojej roly v triede. V súvislosti so širším kontextom výskumu bola naša predstava taká, že ak sa nám podarí identifikovať tieto stratégie počas bežných vyučovacích hodín (teda bez uplatnenia našej metódy na rozvoj kognitívnych schopností žiakov), zmena v ich uplatnení počas aplikácie našej metódy nám pomôže nájsť tie miesta hodiny, ktoré sa líšia od bežných hodín a vyplývajú z aplikácie našej metódy.

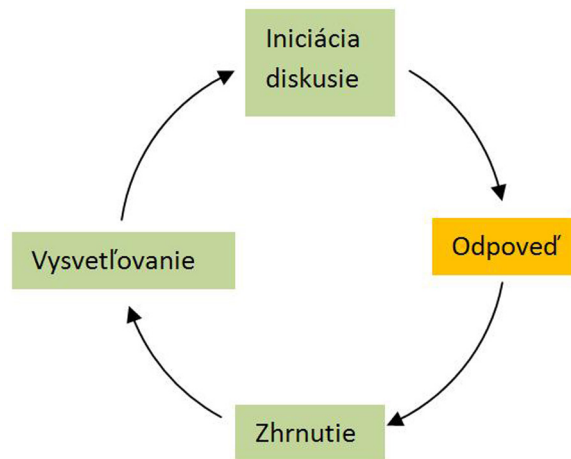
Treba poznamenať, že už počas otvoreného kódovania sa objavila predstava o vzťahoch medzi učiteľovými stratégiami a správaním sa žiakov v triede, no tú sme sa snažili ignorovať. Jeden z dôvodov bol ten, že ak sme sa snažili tieto vzťahy načrtnúť, schematizovať, nedarilo sa nám to, čo bolo prejavom faktu, že predstava o týchto vzťahoch mala základ skôr vo výrazných ale individuálnych situáciách, čiže nemala všeobecnú platnosť. Rola učiteľa napríklad, sa na rozdiel od spomínanej predstavy potvrdzovala rôznymi cestami počas celého procesu analýzy.

V tejto fáze otvoreného kódovania sme sa pokúsili aj o kategorizáciu pojmov a rozvíjanie vlastností a dimenzií kategórií podľa odporúčaní Straussa a Corbino-

vej, no táto cesta sa ukázala ako slepá. Uvažovali sme o vlastnostiach kategórií ako sú hlasitosť, rýchlosť, artikulácia, emocionálne podfarbenie, premyslenosť, dĺžka, no najväčší problém s týmito vlastnosťami bola nemožnosť hodnotiť ich objektívne. Napríklad je veľmi ťažké určiť v rámci emocionálneho podfarbenia prejavu, kedy je pozorovaný subjekt ešte pokojný a kedy sa dá už považovať za nepokojný. Vlastnostiam a dimenziám prejavov sa budeme venovať pri charakteristike druhej fázy kódovania prepisov.

Významné zistenie v tejto fáze analýzy je vzorec najfrekvencovanejších prejavov, ktorý v schematizovanej podobe uvádzame na obrázku 1.

Z vysokého výskytu prejavov schematizovaných na obrázku 1 sme usúdili, že medzi hlavné stratégie učiteľa pri udržaní svojej roly patria otázky a všetky tie prejavy, ktoré vedú k získaniu nejakej spätnej väzby od žiakov. V ďalších častiach analýzy sme sa preto prednostne sústredili na tieto prejavy, no nezanedbávali sme ani žiadne ďalšie.



Obr. 1: Schematické znázornenie najfrekvencovanejších prejavov učiteľa (zelené políčka) a žiakov (oranžové políčko)

5.2 PRECHODNÁ ÚROVEŇ KÓDOVANIA

V ďalšej fáze analýzy medzi otvorené a axiálne kódovanie, sme vložili ešte jednu prechodnú úroveň kódovania. Myšlienka vsunutia tejto úrovne pochádza z myšlienky, že prejavy a výroky učiteľa a žiakov zaznamenané počas vyučovacej hodiny majú určitú nadväznosť, sú v nejakej súvislosti príčiny a následku. Pred tým, ako sme pristúpili k aplikácii príčinného modelu na vybrané kategórie, identifikované počas otvoreného kódovania, sme preto aplikovali paradigmatický model na určité celky hodiny. Tieto celky sa identifikovali podľa jedného hlavného kritéria, konkrétne aby sa v celku nachádzal vzťah príčiny a následku. Snažili sme sa o hľadanie najmenších jednoznačných celkov. Celky sme potom charakterizovali podľa jemne modifikovaného paradigmatického modelu, z ktorého sme pre nedostatok údajov vynechali intervenujúce podmienky. V tabuľke 3 uvádzame charakteristiku krátkeho celku hodiny. Celok s číslom 21 predstavuje časť ukážky z tabuľky 1. Prehľadné označenie celkov je spracované v tabuľke 4. Počas tejto fázy kódovania pribudol do tabuľky prepisu stĺpec, v ktorom sa zaznamenal prejav triedy ako celku. Šum v triede sme označili farebnou bunkou a podľa intenzity šumu sme menili aj intenzitu farby. V prípade takéhoto označenia nám neišlo o zachytenie absolútnej intenzity šumu, ale o zachytenie zmien, ktoré sprevádzali, alebo predchádzali isté prejavy učiteľa.

Tab. 3: Ukážka prechodnej úrovne kódovania celku s číslom 21 vyučovacej hodiny

Č.	Príčinné podmienky	Jav	Kontext	Stratégie jednania a interakcie	Následky
21	<ul style="list-style-type: none"> Formou diskusie sa učiteľ snaží dopracovať sa k správne riešeniu kognitívneho konfliktu a tým k rozšíreniu vedomosti žiakov; Upozorňovaním a pripomenutím pravidiel sa U. snaží zachovať vedúcu pozíciu 	<i>Riešenie kognitívneho konfliktu – III</i>	<ul style="list-style-type: none"> Žiaci počúvajú, zapájajú sa, ale niektorým stále robí problém dodržiavať pravidlá. 	<ul style="list-style-type: none"> Učiteľ zhrnie nielen odpovede žiakov (čím sa snažil zachovať aj disciplínu: ignoráciou neprispôsobivých), ale aj súvislosti medzi nimi; U. sa stále snaží o diskusiu; Napriek správnej odpovede žiaka ho ignoruje, lebo ž. nedodržiava pravidlá; U. po ignorácii pripomenie pravidlá. 	<ul style="list-style-type: none"> Žiak po zásahu učiteľa odpovie správne a podľa pravidiel.

Vysvetlenie skratiek: Č. – číslo vybraného celku vyučovacej hodiny, U. – učiteľ, Ž. – žiak.

Táto prechodná úroveň kódovania predstavuje psychicky najnáročnejšiu fázu analýzy vyučovacej hodiny. Podľa našej skúsenosti má zmysel len vtedy, ak ju výskumník nerobí mechanicky, ale s plným nasadením. Výsledkom tejto úrovne kódovania je identifikácia vlastností vybraných prejavov patriacich do tej istej kategórie. Tento proces by sme najlepšie mohli prirovnať k učeniu sa, kedy množstvom narastajúcich informácií, ktoré sa na začiatku učíme len pamäťovo, rastie aj množstvo súvislostí, ktoré medzi informáciami objavíme a tak sa pamäťové učenie premení na zmysluplné učenie sa. Súvislosti medzi prejavmi učiteľa a žiakov, prípadne vlastnosti týchto prejavov v prípade prechodnej úrovne kódovania vystúpia z množstva informácií len vtedy, ak kódovanie robíme s prehľadom, pripravení ich objaviť. Znamená to opisovanie jednotlivých bodov v tabuľke 3 s citom pre detaily, nie povrchné. Veľkým prínosom tejto úrovne kódovania je napríklad to, že sme si uvedomili skutočnosť, že prejavy patriace do kategórie „Iniciácia diskusie“ sa dajú rozdeliť aspoň do piatich subkategórií a že jedna z tých subkategórií charakterizovaná aj pojmom „Preberanie velenia ignoráciou“ sa vyskytuje v tej časti hodiny, v ktorej z nejakého dôvodu bola zvýšená nedisciplinovanosť žiakov. Spoznávkovanie všetkých takýchto zistení tvorilo základ pre ďalšiu úroveň kódovania, pre takzvané axiálne kódovanie.

Zaujímavosťou prechodnej úrovne kódovania je jej nápadná podobnosť na konštitutívnu etnografiu (Gavora, 2007). Podobnosť spočíva v neustálom vracaní sa k audionahrávke, kódovanie nielen na základe prepisu, ale aj na základe zvukových záznamov, úvahy zamerané na iniciáciu diskusie zo strany učiteľa, segmentovanie

Tab. 4: Tabuľka kódovanej časti prepisu audionahrávky s číselným označením segmentov vyučovacej hodiny

	Subj.	Výroky subjektov	Pojmy (názvy javov)		
			Učiteľ	Žiak	Trieda
20	U:	Takže oxid uhličitý pri horení čo?	I		
	Ž:	Horí.		O	
	U:	Nevykrikujme! Hlásime sa. Áno?	U, R		
	Ž:	Vzniká.		O	
21	U:	Vzniká. Takže do reakcie išlo koľko látok? Drevo a kyslík, to už není jedna látka, že? Dve látky išli do reakcie a vzniklo popol a... (dlhšie čakanie)	Z, Z(V), I		
	Ž:	Oxid uhličitý.		O	
	U:	Čo vzniklo? Hlásime sa.	I (PVI), U		
	Ž:	Oxid uhličitý.		O	
22	U:	Oxid uhličitý. To sú tiež dve látky. Takže to nemusí byť iba premena jednej látky na inú látku, ale môže to byť premena viacerých látok na... (dlhšie čakanie)	Z, I (Z)		

na významové jednotky, a hľadanie vzťahov medzi nimi. Zavedením tejto prechodnej úrovne kódovania sme teda neplánovane odbočili do inej metódy kvalitatívnej analýzy údajov.

5.3 AXIÁLNE KÓDOVANIE

Ďalšiu úroveň kódovania, tzv. axiálne kódovanie sme využili na to, aby sme uviedli hlavné stratégie učiteľa na udržanie svojej roly v triede do paradigmatického modelu (Strauss, Corbinová, 1999; Gavora, 2007; Švaříček, Šedová, 2007) a tým zároveň skontrolovali správnosť súvislostí, ktoré sme spoznámkovali počas prechodnej úrovne kódovania. Uvedenie stratégií do paradigmatického modelu znamenalo hľadanie, prípadne potvrdzovanie všetkých ich vlastností a dimenzie vlastností. Pre účel tejto publikácie je postačujúce, aby sme demonštrovali použitie paradigmatického modelu na príklade subkategórie „otázka s funkciou udržania disciplíny“ (tabuľka 5). Táto subkategória spolu s ďalšími štyrmi (Urýchlenie dosiahnutia cieľa, Vysvetľovanie učiva, Kontrola pozornosti žiakov, Získanie spätnej väzby) patrí do pôvodnej kategórie „Iniciácia diskusie“, ktorú sme zadefinovali počas procesu otvoreného kódovania a v tomto príspevku je reprezentovaný výrokom označeným kódmi **I(PVI)**.

Podobne ako to uvádzame v tabuľke 5, sme kódovali aj ďalšie štyri príbuzné subkategórie a niekoľko ďalších kategórií, ktoré sa v prechodnej úrovni kódovania ukázali ako významné, prípadne zaujímavé. Keďže objasnenie všetkých učiteľových stratégií pri udržaní jeho roly počas vyučovacieho procesu je nad rámec tejto publikácie, venovať sa budeme len subkategóriám kategórie „iniciácia diskusie“.

Tab. 5: Ukážka aplikácie paradigmatického modelu pri axiálnom kódovaní subkate-
górie otázka s funkciou udržania disciplíny

Príčinné podmienky	Jav	Kontext	Stratégie jednania a interakcie	Následky
Vznikajúci, alebo doznievajúci ruch v triede.	Otázka s funkciou udržania disciplíny	Žiaci spolupracujú s učiteľom, ale nedodržiavajú dohodnuté pravidlá, neignorujú učiteľa, ale sú nadmerne aktívny: vykrikovanie odpovede, predbiehanie situácie. Upozornenie a zvýšenú intenzitu hlasu ešte nie je, alebo už nie je potrebné použiť.	Ignorácia žiakových prejavov, prípadne pripomínanie pravidiel. Veľakrát kombinované otázkami umožňujúcimi urýchlenie dosiahnutia cieľa.	Postupné zlepšenie disciplíny

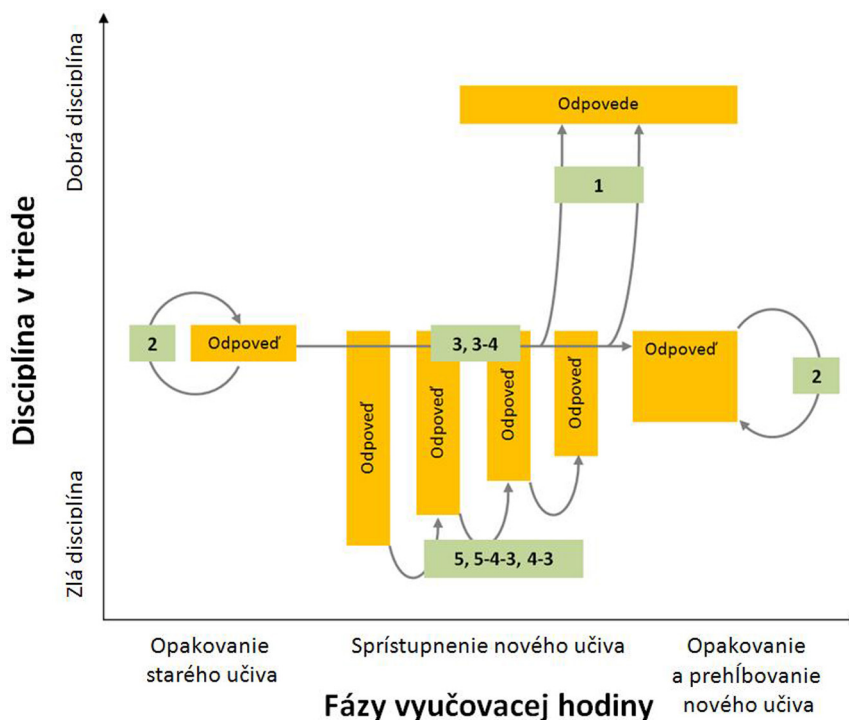
5.4 SELEKTÍVNE KÓDOVANIE

Posledná úroveň kódovania, selektívne kódovanie, v našom prípade nevedlo k vyselektovaniu centrálnej kategórie, keďže tá sa aj vďaka aplikácie Goffmanovho Dramaturgického prístupu definovala už na začiatku analýzy prepisov ako rola učiteľa a nemenila sa ani počas ďalších úrovní kódovania. Výsledkom selektívneho kódovania je v našom prípade zadefinovanie vzťahov medzi učiteľovými stratégiami a reakciami žiakov, a to medzi mantinelmi určenými rolou učiteľa, čiže pravidlami, ktoré sa odzrkadľujú na disciplíne v triede a smerovaním hodiny, čo sa odzrkadľuje na priblížení sa k cieľu.

6 VÝSLEDKY

V rámci výsledkov uvádzame schému, ktorá vysvetľuje vzťahy medzi učiteľovými prejavmi vyžadujúcimi spätnú väzbu (s určitou nepresnosťou ich môžeme nazvať aj otázkami) a reakciami žiakov. Treba poznamenať, že uvedená schéma nie je jediným výsledkom analýzy, ale vzhľadom na ciele tejto publikácie ju považujeme za najvhodnejšiu.

Najcharakteristickejšou stratégiou učiteľa na udržanie svojej roly sú teda otázky, ktoré podľa podmienok a cieľa hodiny menia svoje funkcie. V nasledovnej schéme na obrázku 2 sme sa snažili o znázornenie vzťahov medzi funkciami otázok (otázky sú znázornené šípkami a sú označené zelenými textovými blokmi) a odpoveďami žiakov (znázornené oranžovými textovými blokmi) v závislosti od smerovania, teda fázy



Obr. 2: Vzťahy medzi funkciami otázok a odpovedí žiakov v závislosti od fázy vyučovacej hodiny a od disciplíny v triede

vyučovacej hodiny (x -ová os) a od disciplíny v triede (y -ová os). V prvej fáze hodiny, kedy sa opakuje nové učivo, učiteľ aplikuje otázky s funkciou získavania spätnej väzby (označené číslom 2). Disciplína v tejto časti hodiny je prevažne dobrá, prípadný ruch učiteľ rieši upozornením žiakov, prípadne dohovorom. Vo fáze sprístupnenia nového učiva učiteľ vysvetľuje, používa monológ spolu s otázkami s vysvetľovacou funkciou (označené číslom 3). V tejto časti hodiny disciplína kolíše a objavujú sa otázky ktoré umožňujú udržať disciplínu bez toho, že by učiteľ bol donútený odbočiť od cieľa hodiny. Ide o otázky s funkciou urýchlenia dosiahnutia cieľa (označené číslom 4) a s funkciou udržania disciplíny (označené číslom 5). Možnú úroveň disciplíny počas tejto fázy hodiny v schéme vyjadruje výška oranžových textových blokov, ktoré reprezentujú odpovede žiakov. Čím je základ takéhoto bloku nižšie, tým môže byť disciplína horšia počas danej fázy hodiny, ale nemusí byť zákonite zlá. Je ale charakteristické, že ak disciplína je počas sprístupnenia nového učiva zlá, tak je taká na začiatku tejto fázy a postupne ju nami skúmaný učiteľ dostáva na požadovanú úroveň aj vďaka spomínaným otázkam. Ďalej je charakteristické, že podľa úrovne disciplíny rastie komplexnosť otázok z hľadiska kombinácie ich funkcie (napríklad otázky s označením 5-4-3).

Spomínané funkcie jednotlivých otázok, ktoré zároveň predstavujú aj subkategorie patriace do pôvodnej kategórie „iniciácia diskusie“ zavedenej ešte počas fázy otvoreného kódovania sú nasledovné:

- *Kontrola pozornosti žiakov (v schéme označené číslom 1)*
- *Získanie spätnej väzby (v schéme označené číslom 2)*
- *Vysvetľovanie učiva (v schéme označené číslom 3)*
- *Urýchlenie dosiahnutia cieľa (v schéme označené číslom 4)*
- *Udržanie disciplíny (v schéme označené číslom 5)*

7 ZÁVER

V príspevku sme poukázali na možnosti využitia zakotvenej teórie v analýze vyučovacích hodín. Jej aplikáciu sme demonštrovali na príklade analýzy s cieľom identifikovať rolu, s ktorou sa učiteľ stotožňuje počas vyučovania a najsť stratégie, ktoré využíva pri „hraní“, udržiavaní tejto roly. Tento cieľ vychádza z väčšieho výskumného projektu a bol určený preto, aby sme dokázali najsť odpoveď na širšie koncipovanú otázku, ktorá sa zaoberala neschopnosťou učiteľa podporovať skupinovú prácu žiakov počas aplikácie novej metódy na rozvíjanie kognitívnych schopností žiakov.

Analýza, ktorú sme v tejto práci predstavili, umožnila najsť tie stratégie učiteľa, ktoré v množstve rôznych informácií neboli viditeľné a použitím inej metódy kvalitatívnej analýzy by pravdepodobne zostali neodhalené. Analýza uskutočnená aplikáciou zakotvenej teórie rozšírenej o prechodnú úroveň kódovania umožnila nielen opísať skutočnosť a skonštatovať fakt, ktorý by sme v našom prípade mohli zhrnúť vyslovením zistenej roly učiteľa a skonštatovaním, že pri udržiavaní tejto roly využíva otázky, ale umožnila aj vysvetliť prečo sú vhodné a pravidelne využívané práve otázky na udržiavanie tejto roly.

Medzi publikovanými metódami kvalitatívnej analýzy vyučovacích hodín sa nám nepodarilo najsť takú, ktorá svojim zameraním poskytuje dostatočnú voľnosť na skúmanie nami sformulovaného problému, prípadne poskytuje manuál, ktorý by bol zároveň jasný, praktický ale aj dostatočne flexibilný a zvládnuci určité potrebné zmeny. Ako jediná metóda vyhovujúca týmto požiadavkám sa ukázala Zakotvená teória. Postup opísaný napr. vo výskumnej správe *Kurikulárni reforma na gymnáziách, od virtuálnych hospitáci k videostudiám* je zameraný na analýzu vyučovacích hodín z pohľadu splnenia požiadaviek kurikula a to hlavne na úrovni osvojenia pojmov a rozvíjania kompetencií (Janík, Slavík, Najvar a kol, 2011). Nami skúmaný problém ale vyžadoval ísť za konceptuálny význam výrokov a skúmať ich zámer alebo funkciu, ktorá je veľakrát úplne nezávislá od významu vyslovených pojmov. Komplexnosť pedagogickej situácie, ktorá vplýva na výskyt výrokov s určitou funkciou, sme sa snažili priblížiť aj cez konkrétne ukážky, spolu s postupom ich analýzy.

Celkovo môžeme skonštatovať, že daná metóda umožňuje odhaliť zámer a funkciu určitých prejavov učiteľa, aj keď treba poznamenať, že postup analýzy týchto prejavov predstavuje náročnú mentálnu prácu. V našom prípade sa podarilo identifikovať rolu učiteľa, stratégie, ktoré využíva na udržanie tejto roly a v neposlednom rade sa podarilo odpovedať aj na otázku, prečo nedokázal zabezpečiť podmienky pre skupinovú prácu žiakov.

Využiť opísaný postup analýzy je možné v každom takom prípade, kedy potrebujeme spoznať nielen vzorce správania sa učiteľa, ale aj príčiny týchto vzorcov a tiež zámer konania. Okrem bežných hodín to môžu byť hodiny venované napríklad projektovému vyučovaniu, hlavne z pohľadu získavania spätnej väzby od žiakov, ale hlavne hodiny, na ktorých sa aplikujú úplne nové vyučovacie metódy. V príspevku sme sa usilovali o to, aby sme poukázali na všetky úskalia, ale aj možnosti nami použitej metódy.

LITERATURA

ADEY, P. S., SHAYER, M. *Really Raising Standards: Cognitive Intervention and Academic Achievement*. 3. vyd. Routledge : London, 1994, s. 208. ISBN 978-0-415-10145-5.

ČTRNÁCTOVÁ, H. Doktorské studium: Vzdělávání v chemii v České Republice – vývoj a současnost. *Smerovanie výskumu v dizertačných prácach z didaktiky chémie a biológie*. 1. vyd. Univerzita Komenského Bratislava, 2008, s. 8–13. ISBN 978-80-223-2582-0.

GAVORA, P. *Sprievodca metodológiou kvalitatívneho výskumu*. 2. vyd. Univerzita Komenského Bratislava, 2007, s. 230. ISBN 978-80-223-2317-8.

HALÁKOVÁ, Z., PROKŠA, M. Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching. In *Journal of chemical education*, 2007, roč. 84, č. 1, s. 172–174.

HENDL, J. *Kvalitativní výzkum*. 2., prep. a aktual. vyd. Praha : Portál, 2008, s. 408. ISBN 978-80-7367-485-4.

IGAZ, Cs., GAŠPARÍK, V., PROKŠA, M. Využitie konceptuálnych úloh vo vyučovaní chémie. In *Chemické rozhľady*, 2010, roč. 11, č. 5., mimoriadne, s. 77–84.

IGAZ, Cs., PROKŠA, M. Conceptual Questions and Lack of Formal Reasoning: Are They Mutually Exclusive? In *Journal of chemical education*, 2012, roč. 89, č. 10, s. 1243–1248.

JANÍK, T., SLAVÍK, J., NAJVAR, P. a kol. *Kurikulární reforma na gymnáziích, od virtuálních hospitací k videostudiím. Výzkumná správa*. Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV), divize VÚP, 2011. ISBN 978-80-904966-7-5. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2011/10/Kvalitni_skola_4.pdf (18. 11. 2012)

NURRENBERN, S. C., PICKERING, M. Concept learning versus problem solving, Is there a difference? In *Journal of chemical education*. 1987, roč. 64, č. 6, s. 508–510.

OROLÍNOVÁ, M. Kvalitatívny prístup v pedagogickom výskume. In *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis: séria D – vedy o výchove a vzdelávaní : [zborník Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity] : Supplementum 2 – Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní chémie*. 1. vyd. Trnava : Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, 2008, s. 227–231. ISBN 978-80-8082-182-1.

PAVELEK, L. *Zakotvená teória (GROUNDED THEORY) a možnosti jej použitia v oblasti sociálnej práce*. Dostupné z: <http://lukaspavelek.blogspot.sk/2011/04/pdf.html> (18. 11. 2012)

PROKŠA, M. Metodologické nedostatky výskumných prác z didaktiky chémie. In *Současné problémy v chemickém vzdelávaní*. Ostrava : Ostravská univerzita, 2007, s. 13–16. ISBN 978-80-739-2005-0.

PROKŠA, M., HELD, Ľ. a kol. *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. 1. vyd. Univerzita Komenského v Bratislave, s. 229, 2008. ISBN 978-80-223-2562.

ŠUBRT, J. Dramaturgický prístup Ervinga Goffmana. *Sociologický časopis*. 2001, roč. 37, č. 2, s. 241–249.

ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. a kol. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. 1. vyd. Praha : Portál, s.r.o., 2007, s. 377. ISBN 978-80-7367-313-0.

SPROD, T. „Nobody really knows“: The structure and analysis of social constructivist whole class discussions. *International Journal of Science Education*, 1997, roč. 19, č. 8, s. 911–924.

STRAUSS, A., CORBINOVÁ, J. *Základy kvalitativního výzkumu*. 1. vyd. Boskovice : Nakladatelství Albert, 1999, s. 228. ISBN 08-85834-60-X.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s finančnou podporou grantu MŠVVaŠ SR, VEGA 1/0417/12.

Mgr. Csaba Igaz – E-mail: igaz@fns.uniba.sk
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, Slovenská republika

prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD. – E-mail: proksa@fns.uniba.sk
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, Slovenská republika

Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol

Lucie Müllerová

Abstrakt

Předmětem studie je tematika evoluce organismů a mapování aktuálních vědomostí a osobních názorů žáků druhého stupně základních škol a víceletých a čtyřletých gymnázií. Cílem studie je prezentovat, nakolik jsou žáci schopni nejenom definovat konkrétní biologické pojmy, ale hlavně, zda si uvědomují jejich význam z pohledu evolučního procesu. V prvním kroku jsou představeny stanovené hypotézy týkající se přizpůsobení organismů, evoluce organismů, vnitrodruhové konkurence, vzniku nových druhů, darwinismu a neodarwinismu. Výzkum probíhá metodou dotazníkového šetření a účastní se ho 586 žáků z 8 různých škol. Je zjištěno, že v kontextu s evolučními procesy žákům dělají problémy i běžně používané biologické, resp. evoluční pojmy (např. přizpůsobení organismů). Na druhou stranu však někteří žáci dokáží definovat i složitější evoluční témata, jako je neodarwinismus.

Klíčová slova: evoluce organismů, znalosti žáků, adaptace, speciace, neodarwinismus.

The Notion of Evolution and its Understanding by Pupils of Secondary Schools (ISCED 2 a 3)

Abstract

The research deals with the evolution of organisms. It focuses on current knowledge and opinions of pupils from lower and upper secondary schools. The aim is to determine whether pupils are able to realize the importance of biological notions from the perspective of evolutionary processes. First, seven hypotheses are presented, which concern the adaptation of organisms, evolution of organisms, intraspecific competition, speciation, Darwinism and Neo-Darwinism. In total 586 pupils from 8 schools were given a questionnaire. It was found out that in the context of evolutionary processes the pupils have problems to understand commonly known biological or evolutionary notions (e.g., adaptation). On the other hand, some pupils can easily define some more complicated evolutionary topics such as Neo-Darwinism.

Key words: evolution of organisms, pupil's knowledge, adaptation, speciation, Neo-Darwinism.

1 ÚVOD

Lidé mají na „evoluci“ odlišný názor a často mají i různou představu o tom, jak proces evoluce probíhá. Pro mnohé je Darwinův koncept evoluce ve všeobecném povědomí, avšak bez opravdového porozumění skutečnosti. Mnoho formulovaných vědeckých poznatků, jež mají velkou sílu, je ve své podstatě velice jednoduchých. A právě u takových má většina lidí pocit, že jim nejvíce rozumí.

Tato studie navazuje na autorčinu bakalářskou práci *Základní principy v díle Ch. R. Darwina* (Müllerová, 2009), ve které jsou vyzdviženy základní zákonitosti evoluce, jež v 19. století představil anglický přírodovědec Ch. R. Darwin. Zároveň vychází z autorčiny diplomové magisterské práce *Pojem evoluce a jeho vnímání u žáků základních a středních škol* (Müllerová, 2012), která se zabývá pojetím evoluční tematiky ve školách a v učebnicích. Zmíněná magisterská diplomová práce představuje komparativní SWOT analýzu učebnic Anglie, Skotska a České republiky, jež dokazuje, že v těchto zemích se zásadně odlišuje podání celého předmětu biologie, což se samozřejmě odráží i při interpretaci studované evoluční problematiky. Na základě toho byl v České republice proveden dotazníkový průzkum, který mapoval vědomosti a osobní názory žáků druhého stupně základních škol, víceletých gymnázií a čtyřletých gymnázií. Výsledky výzkumu jsou v této studii prezentovány a následně diskutovány.

1.1 CÍL A PŘÍNOS STUDIE

Tato studie si klade za cíl prezentovat výsledky výzkumu, při kterém bylo zkoumáno, jak žáci základních a středních škol v České republice rozumí hlavním pojmům evoluční tematiky, a zda si uvědomují, co je podstatou evoluce organismů. Dále jsou představeny i osobní názory žáků týkající se daného tématu, které byly v průběhu výzkumu zjišťovány.

Studie svými novými poznatky předkládá skutečnost, že běžně užívané biologické termíny, jež jsou na první pohled ve školách známé a často užívané v hodinách biologie, už nebývají žáky správně vnímány v kontextu s evolučními principy. V této práci je dále poukázáno na to, čím mohou být tyto nesrovnalosti způsobeny, a zároveň na to, jak se daným rozporům vyvarovat.

1.2 STANOVENÉ HYPOTÉZY

PŘEDPOKLAD HYPOTÉZY 1

Skutečnost, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí, není nijak překvapující. Tuto informaci většinou všichni považujeme za samozřejmou. Ale jak k tomuto přizpůsobení došlo z pohledu procesu evoluce? Zkoumáme u žáků, v jakých souvislostech tento fakt přizpůsobení vlastně chápou? Našly si organismy v průběhu evoluce vhodné prostředí samy? Nebo používají organismy evoluční mechanismy záměrně, aby vypadaly tak, jak vypadají? Toto jsou samozřejmě mylné předpoklady a svědčí o neporozumění evolučním principům. Ale na druhou stranu – jak si můžeme být jisti, že žáci tyto závěry nečiní?

Hypotéza 1: *Více než jedna třetina žáků neví, jak dochází k tomu, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí.*

PŘEDPOKLAD PRO HYPOTÉZU 2

Evoluce znamená vývoj! Tato informace je v povědomí téměř většiny lidí. Ale už ne vždy je zřejmé, jaký vývoj je tím slovem „evoluce“ vlastně míněn, a co tento pojem znamená z hlediska evoluce organismů. Někdo může vnímat vývoj organismů jako něco cíleného a záměrného, ale pak je v souvislosti s evolučními procesy míjen význam v pravém slova smyslu. Jakou znalost pojmu „evoluce organismů“ můžeme tedy u žáků očekávat? A kolik žáků si uvědomuje jeho skutečný význam i v dalších souvislostech?

Hypotéza 2: *Více než dvě třetiny žáků vědí, že evoluce organismů znamená, že se organismy vyvíjejí, ale více než jedna pětina z těchto žáků už nezná správný význam pojmu „vyvíjet se“ v kontextu evolučních zákonitostí.*

PŘEDPOKLAD PRO HYPOTÉZY 3 A 4

Příroda je plná konkurenčních bojů a vzájemných vztahů mezi organismy. V důsledku procesu evoluce Ch. R. Darwin zdůraznil zásadní druh kompetice, jenž je do současné doby považován za určitý „motor“ v evoluci organismů. Je to vnitrodruhová konkurence, která vyvolává selekci ve všech životních oblastech daných jedinců. Ve všeobecném povědomí je známé nebezpečí predátora a kořisti, což má nepochybně také určité místo v evoluci rostlin a živočichů. Ale i vrcholoví predátoři, ačkoli nemají svého úhlavního nepřítele, podléhají evolučním změnám. A to právě a hlavně proto, že si konkurují sami mezi sebou. Ohledně soutěže mezi jedinci stejného druhu však není často zdůrazňováno, jak podstatný dopad má vnitrodruhová konkurence na evoluční zákonitosti.

Hypotéza 3: *Více než polovina žáků nepovažuje vnitrodruhovou konkurenci za rozhodující z hlediska evoluce organismů.*

Hypotéza 4: *Za rozhodující konkurenci je, z hlediska evoluce organismů, u žáků nejčastěji pokládán vztah predátora a kořisti.*

PŘEDPOKLAD PRO HYPOTÉZU 5

To, že proces evoluce může vést ke vzniku nového druhu organismu, je jakási samozřejmá formulace, která je žákům s určitou nepochybností předkládána. Ale mechanismy vývoje už nebývají zřetelně objasněny, a přitom právě těm je třeba rozumět, například v důsledku vzniku nových druhů. Žákům už totiž nemusí být zcela jasné, za jakých okolností tyto nové druhy vlastně vznikají.

Hypotéza 5: *Více než polovina žáků neví, za jakých okolností může v průběhu evoluce organismů dojít ke vzniku nových druhů.*

PŘEDPOKLAD PRO HYPOTÉZU 6 A 7

Darwinismus je spjat se jménem Ch. R. Darwina a navazující koncept darwinismu je neodarwinismus. Někdy jsou to však vřezahrnující a zároveň nic neříkající pojmy. Jaký je základní rozdíl mezi darwinistickým a neodarwinistickým pojetím evoluční problematiky? Tyto pojmy jsou mnohdy zaměňovány, takže se může zdát, že mezi nimi žádný rozdíl není. Někdy zase jsou s takovým důrazem od sebe separovány, jako kdyby spolu vůbec nesouvisely. Darwinistické pojetí evolučních procesů klade

důraz na vliv přírodního výběru a samotného jedince. Neodarwinistická koncepce evolučních mechanismů pak nahlíží spíše na význam náhodných zastoupení genů v populaci druhu. Rozdíl naprosto zřejmý a konkrétní. Ale jsou žáci schopni uvědomovat si tyto odlišnosti při interpretaci evoluce organismů?

Hypotéza 6: *Více než polovina žáků středních škol nezná základní principy „darwinistického“ pojetí evoluce organismů, tedy zásadní vliv přírodního výběru s důrazem na jedince daného druhu.*

Hypotéza 7: *Více než polovina žáků nezná „neodarwinistické“ pojetí evoluce organismů, tedy vliv náhodného zastoupení genů v populaci druhu, nikoli však důraz na jedince jako takového.*

2 METODIKA

2.1 METODIKA DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Výzkum byl proveden metodou dotazníkového šetření (Chrásková, 2007) a realizován na základních školách a víceletých a čtyřletých gymnáziích. **Celkový počet** všech respondentů činil **586**.

Zastoupení jednotlivých ročníků a počtu žáků bylo následující:

a) **Základní škola a nižší stupeň gymnázií:¹**

Šestá třída/prima – 5 tříd (118 žáků)
Sedmá třída/sekunda – 4 třídy (101 žáků)
Osmá třída/tercie – 3 třídy (56 žáků)
Devátá třída/kvarta – 4 třídy (67 žáků)
Celkem dotazováno 342 žáků

b) **Střední škola a vyšší stupeň gymnázií:²**

První ročník/kvinta – 3 třídy (67 žáků)
Druhý ročník/sexta – 4 třídy (85 žáků)
Třetí ročník/septima – 4 třídy (92 žáků)
Celkem dotazováno 244 žáků

Žáci své odpovědi zaznamenávali přímo do formuláře dotazníku (viz příloha 1). Ten zahrnuje otázky, které se rozdělují na dvě oblasti. První oblast se zaměřuje na vědomosti žáků týkající se evoluční tematiky (viz příloha 1 – vědomosti: část I–II). Dotazník užívaný na základních školách nebo nižších gymnaziálních stupních škol zahrnuje pouze první vědomostní část. Pro vyšší gymnaziální stupně škol jsou zahrnuty obě vědomostní části. Druhá oblast dotazníku zaznamenává osobní názory žáků, spojené s touto tematikou (viz příloha 1 – osobní názory), které byly shodné pro všechny druhy škol.

¹Pro snazší znázornění jsou v následujícím textu, tabulkách a grafech značené pouze jednotlivé stupně základních škol (ZŠ), ale zahrnují tak i nižší stupně víceletých gymnázií.

²Pro snazší znázornění jsou v textu, tabulkách a grafech značené pouze jednotlivé stupně středních škol (SŠ), ale zahrnují tak i vyšší stupně gymnázií.

VYSVĚTLENÍ ZKRATEK

Ved. I (oblast vědomosti I. část – otázky 1–5)

Ved. II (oblast vědomosti II. část – otázky 1–4)

Naz. 1 (oblast osobní názory – otázka 1)

Př. Ved. II-4d (oblast vědomosti I. část, otázka číslo 4, odpověď d)

Př. Naz. 3c (oblast osobní názory, otázka 3, odpověď c)

2.2 METODIKA VYHODNOCOVÁNÍ VÝSLEDKŮ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Pro zpracování a interpretaci výsledku jsem použila součtových a kombinačních funkcí (Hindls et al., 2000) v programu Microsoft Excel 2010. Ke každé porovnávané dvojici byly vyčteny součty pro veškeré kombinace možných odpovědí, vyjádřené v následujícím vztahu:

$$v_x = \sum_0^n a_{i,j}, \text{ pro všechna } a_{i,j} \text{ pro která platí, že } a_{i,j} \neq 0.$$

Kde: x je zkoumaná třída

n je počet vyhodnocovaných testů

a nabývá pro kombinaci správných odpovědí hodnotu 1, jinak 0

i, j jsou kombinace možných odpovědí

Výsledky byly dále interpretovány jako procentuální část ze všech odpovědí.

3 VÝSLEDKY

3.1 VÝSLEDKY VĚDOMOSTNÍ ČÁSTI DOTAZNÍKU

Tato část je věnovaná testovým otázkám³, které u žáků ověřují vědomosti týkající se procesu evoluce, tzn. přizpůsobení organismů, evoluce organismů, konkurence organismů, vznik nových druhů, přírodní výběr, darwinismus a neodarwinismus (viz příloha 1, otázky ved. I–II).

3.1.1 PŘIZPŮSOBENÍ ORGANISMŮ

Otázka se zaměřuje na vědomosti ohledně přizpůsobení organismů (viz příloha 1, otázka ved. I-1). Nabízené odpovědi v dotazníku kladou důraz na to, zda žáci vědí, jak se přizpůsobení organismů uskutečňuje.

VED. I-1) CO ZNAMENÁ, ŽE ORGANISMY JSOU PŘIZPŮSOBENY SVÉMU PROSTŘEDÍ?

- a) Podle toho, jak organismy vypadají, tak si v průběhu evoluce hledají prostředí, aby v něm mohly dobře žít. Např. lední medvěd má bílé zbarvení srsti a huňatý kožich, tudíž vyhledává prostředí, kde je sníh; proto žije v severní polární oblasti.
- b) *Podle toho, kde organismy žijí, tak se na jejich těle v průběhu evoluce udržují takové znaky, které jim poskytují lepší životní podmínky v daném prostředí. Např. v severní polární oblasti je sníh, proto medvědi, kteří zde žijí, mají bílé zbarvení srsti.*




³Správné odpovědi daných otázek jsou v textu označeny tučně a v tabulkách výsledků jsou červeně zbarveny.

- c) Organismy záměrně používají evoluci jako schopnost měnit se a přizpůsobit se danému prostředí tak, aby se jim v něm lépe žilo. Např. lední medvěd žijící v severní polární oblasti svoji srst schválně přizpůsobil bílému zbarvení, protože je zde sníh.

V 6. a 7. třídě základních škol má správnou představu o principu přizpůsobování přibližně 50 % žáků. V 8. a 9. třídě je výsledek kolem 60 % (tabulka 1).

Tab. 1: ZŠ – přizpůsobení organismů




Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka ved. I-1 ověřující vědomosti žáků ohledně přizpůsobení organismů).

Ved.I-1) Co znamená, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí?					
Třída ZŠ	6.	7.	8.	9.	6. – 9.
 a)	17%	13%	11%	8%	13%
 b)	50%	48%	59%	60%	53%
 c)	14%	17%	18%	19%	17%
Bez odpovědi. x)	9%	22%	12%	13%	18%

Na středních školách je v I. a II. ročníku správná odpověď zastoupena u 69 % žáků. Nejlépe je na tom III. ročník, kde je úspěšných 88 % žáků (tabulka 2).

Tab. 2: SŠ – přizpůsobení organismů

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. I-1 ověřující vědomosti o přizpůsobení organismů).

Ved.I-1) Co znamená, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí?				
Ročník SŠ	I.	II.	III.	I. – III.
 a)	0%	6%	0%	2%
 b)	69%	69%	88%	76%
 c)	27%	20%	9%	18%
Bez odpovědi. x)	4%	5%	3%	4%

Výsledky ukazují, že na základních školách 40–50 % žáků nezná, jak dochází k přizpůsobování organismů (tabulka 1, odpověď „b“), čímž se potvrdila hypotéza 1: *Více než jedna třetina žáků neví, jak dochází k tomu, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí.* Na středních školách správnou odpověď neurčilo 22–31 % žáků, což znamená, že hypotéza 1 se zde nepotvrdila (tabulka 2, odpověď „b“).

3.1.2 EVOLUCE ORGANISMŮ

V dotazníku jsou dvě otázky ve vzájemné souvislosti. Jedna z nich se dotazuje na význam pojmu „evoluce organismů“ (viz příloha 1 ved. I-2) a druhá otázka se zaměřuje na to, co vlastně znamená pojem „vyvíjet se“ z pohledu evoluce organismů (viz příloha 1 ved. I-3).

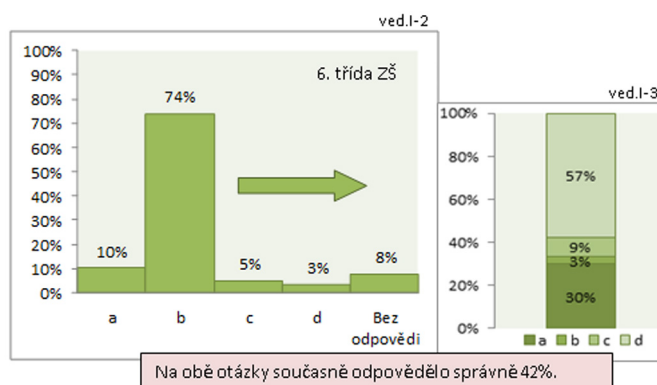
VED. I-2) CO JE TO EVOLUCE ORGANISMŮ?

- a) Postupný vývoj Země na prvohory, druhohory, třetihory, čtvrtohory.
- b) **Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.**
- c) Přímé stvoření jednotlivých druhů.
- d) Schopnost organismů měnit svoje zbarvení v případě ohrožení.

VED. I-3) CO TO ZNAMENÁ, ŽE SE ORGANISMY V PRŮBĚHU EVOLUCE POSTUPNĚ VYVÍJEJÍ?

- a) Že mládě se mění na dospělé.
- b) Že mláďata vypadají jinak než jejich rodiče, protože mají znaky obou rodičů.
- c) Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj vždycky bude jiný druh organismu.
- d) **Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.**

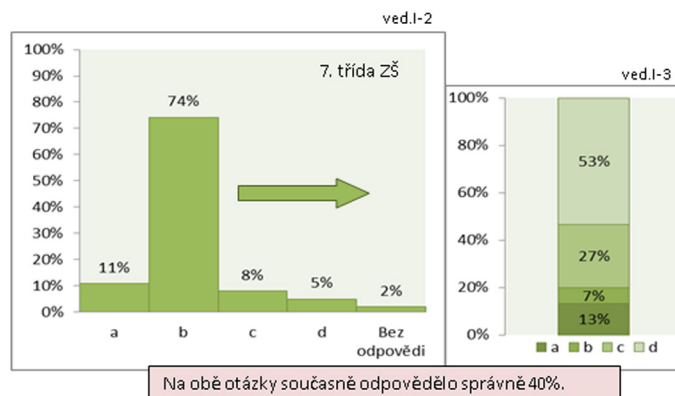
V 6. třídě zná pojem „evoluce organismů“ 74 % žáků, ale 30 % z nich pak postupný vývoj z hlediska evoluce vnímá jako vývoj ontogenetický. 57 % žáků z těch, co správně zodpoví pojem „evoluce organismů“, také správně označí i jeho význam. Což odpovídá 42 % žáků z celkového počtu žáků šestých tříd (graf 1).



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 74 % žáků správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ 57 % z nich správně označilo odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 1: 6. třída – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek ved. I-2 vs. ved. I-3)

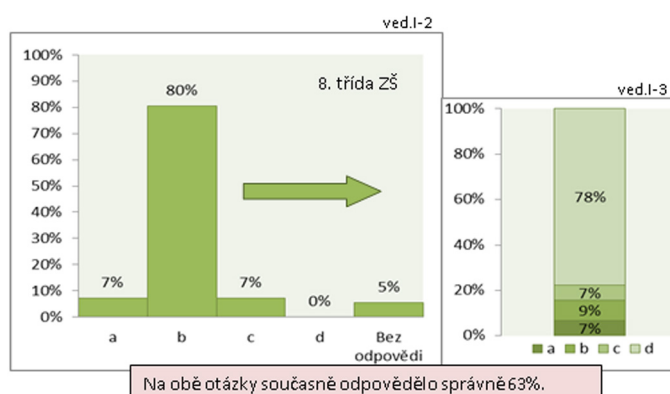
Podobné výsledky vyšly i v 7. třídě, kde 74 % žáků dokáží definovat evoluci organismů, ale 53 % z nich vystihnou zároveň skutečný význam těchto slov (graf 2).



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 74 % žáků správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ Správně určilo 53 % z nich odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 2: 7. třída – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)

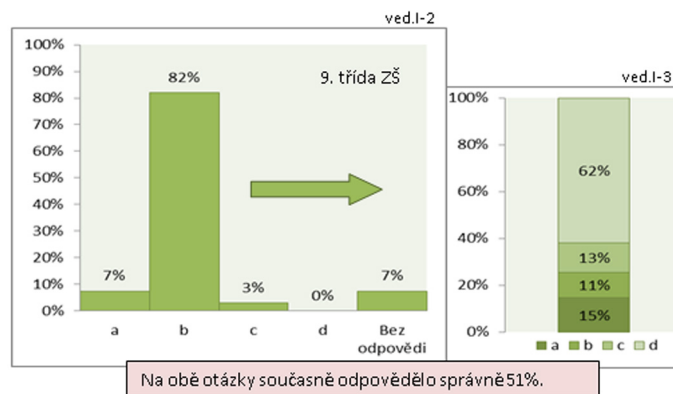
V 8. třídě definuje evoluci organismů správně 80 % žáků a 78 % z nich vystihnou i správný význam těchto slov (graf 3). Obě správné odpovědi uvádějí 63 % žáků, což je nejlepší výsledek v oblasti základních škol (porovnej graf 1–4).



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 80 % žáků správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ Správně určilo 78 % z nich odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 3: 8. třída – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)

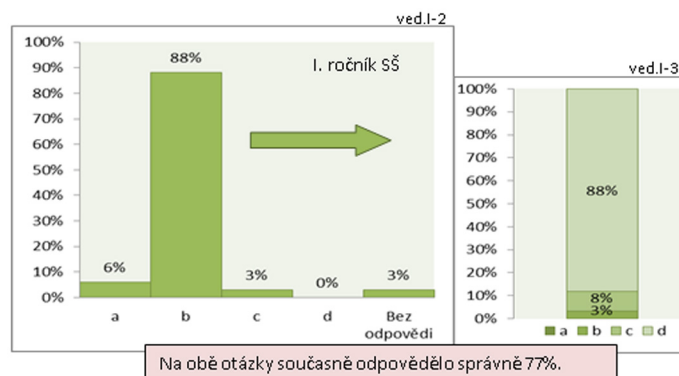
V 9. ročníku zodpovědělo otázku: „Co znamená evoluce organismů?“ správně 82 % žáků, což je nejvíce ze všech ročníků základních škol. Avšak v podmíněnosti druhé otázky vidíme, že postupný vývoj organismů správně určilo 62 % z nich. Ze všech dotazovaných žáků devátých ročníků tedy 51 % žáků odpovědělo správně na obě otázky současně (graf 4).



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 82 % žáků správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ Správně uvedlo 62 % z nich odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 4: 9. třída – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)

Na středních školách jsou výsledky lepší. V I. ročníku 88 % žáků ví, co znamená pojem evoluce organismů, a 88 % z nich pak také rozumí tomu, co postupný vývoj organismů skutečně vystihuje. Správnou představu o evoluci organismů, respektive o jejich postupném vývoji, má tedy 77 % žáků (graf 5).



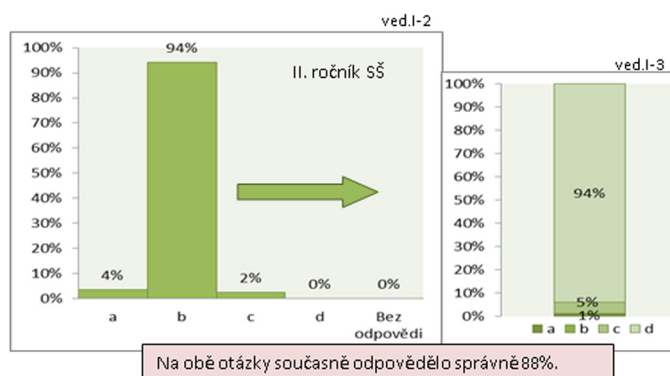
Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 88 % žáků jako správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ 88 % z nich správně určilo odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 5: I. ročník – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)

V II. a III. ročníku středních škol je situace ještě o něco lepší než v I. ročníku (graf 6 a 7).

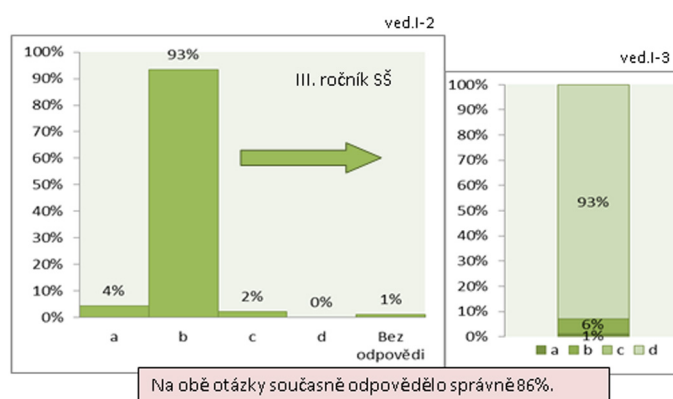
Grafy znázorňují, že v 6., 7. a 9. třídě základních škol je 74–82 % žáků, kteří znají definici pojmu „vývoj organismů“, ale z této skupiny pak 38–47 % jedinců neví, co znamená vývoj organismů v průběhu procesu evoluce (graf 1, 2, 4). Tím se v daných třídách potvrdila hypotéza 2: *Více než dvě třetiny žáků vědí, že evoluce organismů znamená, že se organismy vyvíjejí, ale pak více než jedna pětina z těchto*

žáků už nezná správný význam pojmu „vyvíjet se“ v kontextu evolučních zákonitostí. V 8. třídě základní školy a ve všech ročnících středních škol se hypotéza nepotvrdila. Pojem „evoluce organismů“ je znám 80–94 % žáků a správný význam slov „vyvíjet se“ v kontextu evolučního procesu si neuvědomuje z této části respondentů jen 7–12 % (graf 5–7).



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 94 % žáků jako správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ 94 % z nich pak správně určilo odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 6: II. ročník – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)



Na otázku *ved. I-2*: „Co je to evoluce organismů?“ označilo 94 % žáků správnou odpověď „b“: „Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.“ Tato skupina žáků však rozdílně reagovala na otázku *ved. I-3*: „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ Pak 94 % z nich správně určilo odpověď „d“: „Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.“

Graf 7: III. ročník – evoluce organismů (znázornění odpovědí u dvou souvislých otázek *ved. I-2* vs. *ved. I-3*)

3.1.3 KONKURENCE ORGANISMŮ

Tato otázka ověřuje, jaký druh konkurence považují žáci za nejvýznamnější z hlediska evoluce organismů (viz příloha 1, otázka *ved. I-4*).

Ze získaných dat vyplývá, že v 6., 8. a 9. třídě základních škol je vnitrodruhová konkurence vnímána jako nejvýznamnější u 27–28 % žáků (tabulka 3, odpověď „a“),

kdežto vztah predátora a kořisti u 34–41 % žáků (tabulka 3, odpověď „c“), čímž se potvrdila hypotéza 4: *Za rozhodující konkurenci, z hlediska evoluce organismů, je u žáků nejčastěji pokládán vztah predátora a kořisti.* V 7. třídě však 46 % žáků správně pokládá konkurenci mezi jedinci stejného druhu za nejdůležitější z hlediska procesu evoluce (tabulka 3 odpověď „a“). Je to nejlepší dosažený výsledek, ze všech uvedených ročníků základních i středních škol. Vztah predátora a kořisti je zde považován za nejdůležitější u 31 % žáků (tabulka 3, odpověď „c“). Čímž se daná hypotéza v 7. ročníku nepotvrdila.

Tab. 3: ZŠ – konkurence organismů

Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka ved. I-4 ověřující vědomosti žáků ohledně konkurence organismů).

Ved.I-4) Kdo je z hlediska evoluce největším konkurentem pro myš?					ZŠ
Odpověď	6. třída	7. třída	8. třída	9. třída	6. - 9. třída
a) Jiná myš.	27%	46%	27%	28%	33%
b) Vlastní mláďata.	17%	16%	14%	24%	18%
c) Predátor (kočka).	34%	31%	41%	40%	35%
d) Všechny organismy na Zemi.	19%	6%	16%	3%	12%
x) Bez odpovědi.	3%	2%	2%	4%	3%

Na středních školách je vnitrodruhová konkurence považována za rozhodující kompetici v evoluci organismů u 33–45 % žáků (tabulka 4, odpověď „a“). Kdežto vztah predátora a kořisti u 26–28 % žáků. Takže se hypotéza 4 nepotvrdila v žádném ročníku střední školy.

Tab. 4: SŠ – konkurence organismů

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. I-4 ověřující vědomosti ohledně konkurence organismů).

Ved.I-4) Kdo je z hlediska evoluce největším konkurentem pro myš?				SŠ
Odpověď	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I. - III. ročník
a) Jiná myš.	33%	40%	45%	40%
b) Vlastní mláďata.	30%	13%	14%	18%
c) Predátor (kočka).	27%	26%	28%	27%
d) Všechny organismy na Zemi.	9%	18%	9%	12%
x) Bez odpovědi.	1%	3%	4%	3%

Na druhou stranu vidíme, že v žádném ročníku základních i středních škol nepřesahuje správná odpověď 50 % (tabulka 3, 4, odpověď „a“), což potvrzuje hypotézu 3: *Více než polovina žáků nepovažuje vnitrodruhovou konkurenci za rozhodující z hlediska evoluce organismů.*

3.1.4 VZNIK NOVÝCH DRUHŮ

Další otázka ověřuje vědomosti ohledně vzniku nových druhů organismů (viz příloha, otázka ved. I-5). Cílem je zjistit, zda žáci dokáží určit konkrétní situaci, při které by v průběhu procesu evoluce mohlo dojít ke vzniku nového druhu.

Jak ukazují výsledky (tabulka 5), v 6. a 7. ročníku převažuje názor, že ke vzniku nového druhu může dojít v případě, kdy se jeden druh organismu začne rozmnožovat s organismy jiného druhu. V 9. třídě pak dominuje jakýsi lamarckistický⁴ pohled na vznik nových druhů, tzn. v případě, že organismy během svého života začnou více používat určitou část těla a podle toho se v průběhu evoluce začnou měnit.

Tab. 5: ZŠ – vznik nových druhů

Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka ved. I-5 ověřující vědomosti žáků ohledně vzniku nových druhů organismů).

Ved.I-5) Při které z uvedených situací může v průběhu evoluce nejpravděpodobněji vzniknout úplně nový druh organismu?					ZŠ
Odpověď	6. třída	7. třída	8. třída	9. třída	6. - 9. třída
a) V případě, že se skupina organismů vyskytuje stále na stejném místě a vzájemně se pravidelně rozmnožují.	10%	6%	16%	9%	10%
b) V případě, že se jeden druh organismu začne rozmnožovat s organismy jiného druhu.	47%	53%	34%	37%	45%
c) V případě, že organismy během svého života začnou více používat určitou část těla a podle toho se v průběhu evoluce začnou měnit.	30%	34%	36%	48%	35%
d) Pokud se skupina zvířat náhodně rozdělí na dvě menší skupiny, například kvůli široké řece, a už se spolu tyto dvě skupiny nemohou vzájemně potkávat a rozmnožovat se.	5%	4%	9%	4%	5%
e) Nový druh nemůže v průběhu evoluce nikdy vzniknout.	3%	0%	2%	1%	1%
x) Bez odpovědi.	6%	3%	4%	0%	4%

Na středních školách je situace podobná, ale převažuje zde většinou lamarckistický pohled na původ nových druhů podobně jako v 9. třídě základních škol (tabulka 6).

Výsledky ukazují (tabulka 5, 6 odpověď „d“), že ve všech třídách základních i středních škol se potvrdila hypotéza 5: Více než polovina žáků neví, za jakých okolností může dojít ke vzniku nových druhů v průběhu evoluce organismů. Správný předpoklad o vzniku nových druhů v průběhu evoluce, respektive o situaci, kdy ke speciaci může dojít například vlivem izolační bariéry, mají na základních školách 4–9 % žáků a na středních školách od 7–15 % žáků.

3.1.5 PŘÍRODNÍ VÝBĚR

Dotazníkové otázky věnované přírodnímu výběru (viz příloha 1, otázky ved. II-1, 2) byly určené pouze žákům středních škol. Prvním úkolem žáků bylo přiřadit biologické termíny ke konkrétním obrázkům. V druhé otázce žáci rozhodovali, které z uvedených pojmů souvisí s přírodním výběrem.

Tabulka 7 ukazuje, kolik žáků správně přiřadilo všechny uvedené pojmy k jednotlivým obrázkům (příloha 1, otázka ved. II-1).

⁴ *Lamarckismus* (postulovaný na počátku 19. století) operoval s myšlenkou, že organismy získávají za svého života zkušenosti a ty pak zúročují při tvorbě svého potomstva. Tato skutečnost bývá nejčastěji uváděna na příkladu žirafy, respektive jejího krku, který se vyvinul do značné velikosti především díky neustálému natahování se pro výživnou potravu na větvích stromů (Zrzavý, 1995).

Tab. 6: SŠ – vznik nových druhů

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. I-5 ověřující vědomosti žáků ohledně vzniku nových druhů organismů).

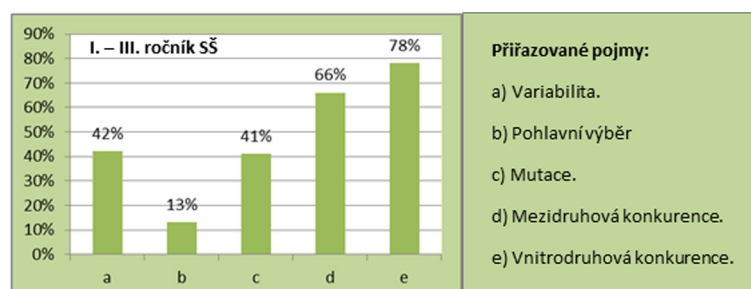
Ved.I-5) Při které z uvedených situací může v průběhu evoluce nejpravděpodobněji vzniknout úplně nový druh organismu?				SŠ
Odpověď	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I. - III. ročník
a) V případě, že se skupina organismů vyskytuje stále na stejném místě a vzájemně se pravidelně rozmnožují.	0%	4%	3%	2%
b) V případě, že se jeden druh organismu začne rozmnožovat s organismy jiného druhu.	48%	28%	26%	33%
c) V případě, že organismy během svého života začnou více používat určitou část těla a podle toho se v průběhu evoluce začnou měnit.	45%	45%	52%	48%
d) Pokud se skupina zvířat náhodně rozdělí na dvě menší skupiny, například kvůli široké řece, a už se spolu tyto dvě skupiny nemohou vzájemně potkávat a rozmnožovat se.	7%	12%	15%	12%
e) Nový druh nemůže v průběhu evoluce nikdy vzniknout.	0%	8%	2%	4%
x) Bez odpovědi.	0%	4%	1%	2%

Tab. 7: Biologické pojmy

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. II-1 ověřující vědomosti žáků týkající se znalosti biologických pojmů). Uvedené procento žáků správně přiřadilo názvy pojmů k jednotlivým obrázkům.

Ved.II-1) Žáci správně přiřadí k obrázkům všechny uvedené pojmy. (variabilita, pohlavní výběr, mutace, mezidruhová a vnitrodruhová konkurence)				SŠ
Ročník	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I. – III. ročník
Ano	61%	72%	68%	68%
Ne	39%	28%	32%	32%

Graf 8 znázorňuje, v jakém procentuálním zastoupení byly biologické termíny nejčastěji mylně přiřazeny k jednotlivým obrázkům. Ze 78 % byla špatně označena vnitrodruhová konkurence a z 66 % konkurence mezidruhová. Nejlepší výsledky byly zaznamenány pro pojem „pohlavní výběr“, jelikož byl špatně určen pouze ze 13 %.



Graf znázorňuje, které biologické pojmy byly nejčastěji *nesprávně* přiřazeny (otázka ved. II-1).

Graf 8: Nesprávně přiřazené biologické pojmy

Následující otázka v dotazníku se zaměřuje na přírodní výběr (viz příloha 1, otázka ved. II-2). Z tabulky 8 je patrné, že nejvíce je za součást přírodního výběru považován pohlavní výběr. Jeho zastoupení je nejčastější v každém z uvedených ročníků středních škol, celkově asi ze 72 %. Nejmenší zastoupení má mutace, jelikož byla zvolena přibližně ve 38 %.

Tab. 8: Přírodní výběr

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. II-2 ověřující vědomosti žáků týkající sepřírodního výběru). Žáci z nabídky uvedených pojmů vybírali všechny ty, které považují za součást přírodního výběru.

Ved.II-2) Které všechny uvedené skutečnosti souvisejí s přírodním výběrem?				SŠ
Odpověď	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I - III. ročník
a) Variabilita (rozmanitost).	39%	54%	45%	45%
b) Pohlavní výběr.	76%	69%	73%	72%
c) Mutace.	29%	36%	48%	38%
d) Mezi druhová konkurence.	39%	46%	48%	45%
e) Vnitrodruhová konkurence.	46%	54%	58%	55%

Ze získaných odpovědí (příloha 1, ved. II-1, 2) bylo zjišťováno, kolik žáků je schopno správně přiřadit uvedené termíny (variabilita, pohlavní výběr, mutace, mezidruhová a vnitrodruhová konkurence), a kolik si jich zároveň uvědomuje, že všechny tyto aspekty jsou součástí přírodního výběru. Vidíme, že celkově na středních školách tyto podmínky splnilo 6 % žáků (tabulka 9).

Tab. 9: Aspekty přírodního výběru

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. II-1, 2). Tabulka znázorňuje procento žáků, kteří si uvědomují a správně označili všechny hlavní aspekty přírodního výběru.

Ved.II-1,2) Žáci, kteří považují za součást přírodního výběru všechny uvedené skutečnosti a zároveň jejich termíny správně určí. (variabilita, pohlavní výběr, mutace, mezi druhová a vnitrodruhová konkurence)				SŠ
Ročník	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I - III. ročník
Počet procent	2%	7%	9%	6%

3.1.6 DARWINISMUS A NEODARWINISMUS

Otázky týkající se darwinismu a neodarwinismu (viz příloha 1 otázky ved. II-3, 4) jsou také určené pouze žákům středních škol. Cílem je ověřit, nakolik žáci znají základní principy darwinistického a neodarwinistického pojetí evoluce organismů a zda jsou schopni uvědomovat si rozdílnosti mezi nimi.

Otázka věnovaná darwinismu je složena z několika dílčích podotázek (viz příloha 1 otázka ved. II-3), při nichž je ověřováno, zda žáci správně odpověděli na tři zásadní aspekty darwinistického pojetí evoluce, což znamená, že z hlediska darwinismu je hlavní příčinou evoluce organismů přírodní výběr a důraz je kladen na jedince i jeho potomstvo. Zároveň však ale není kladen důraz na jednotlivé geny v populaci organismů. Výsledky ukazují (tabulka 10), že správně odpovědělo 21–33 %

žáků středních škol, čímž se potvrdila hypotéza 6: *Více než polovina žáků středních škol nezná základní principy „darwinistického“ pojetí evoluce organismů, tedy zásadní vliv přírodního výběru a důraz na jedince daného druhu.*

Tab. 10: Darwinismus

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. II-3). Tabulka znázorňuje procento žáků, kteří správně určili všechny uvedené základní aspekty darwinismu.

Ved.II-3) Darwinistické pojetí evoluce organismů.				SŠ
Žák si správně uvědomuje následující aspekty:	I ročník	II ročník	III. ročník	I. - III. ročník
Hlavní příčinou evoluce organismů je přírodní výběr.				28%
Největší důraz v evoluci organismů je kladen na jedince a jeho potomstvo.	21%	27%	33%	
V evoluci organismů není kladen důraz na jednotlivé geny v populaci organismů.				

Podobně i otázka určená neodarwinismu obsahuje několik dílčích otázek (viz příloha 1 otázka, ved. II-4). Tabulka 11 znázorňuje, kolik žáků středních škol správně odpovědělo, že z hlediska neodarwinismu je v evoluci organismů hlavní důraz kladen na jednotlivé geny v dané populaci druhu, nikoliv na jedince a jeho potomstvo. V I. ročníku správně odpovědělo 47 % žáků, což potvrdilo hypotézu 7: *Více než polovina žáků nezná „neodarwinistické“ pojetí evoluce organismů, tedy vliv náhodného zastoupení genů v populaci druhu, nikoli však důraz na jedince jako takového.* V dalších ročnících se tato hypotéza nepotvrdila, jelikož ve II. ročníku správně odpovědělo 58 % a ve III. ročníku 62 % žáků.

Tab. 11: Neodarwinismus

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka ved. II-4). Tabulka znázorňuje procento žáků, kteří správně určili uvedené základní aspekty neodarwinismu.

Ved.II-4) Neodarwinistické pojetí evoluce organismů.				SŠ
Žák si správně uvědomuje následující aspekty:	I ročník	II ročník	III. ročník	I. - III. ročník
Hlavní důraz v evoluci organismů je kladen na jednotlivé geny v dané populaci druhu.	47%	58%	62%	57%
V evoluci organismů není kladen hlavní důraz na jedince a jeho potomstvo.				

Výsledky dále ukázaly (tabulka 12), že většina žáků středních škol, tedy celkově 87 %, ví, že darwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. R. Darwina, ale zhruba polovina, tedy 53 % žáků, si uvědomuje, že i neodarwinismus vychází z principů uvedených v publikacích tohoto přírodovědce.

3.2 VYHODNOCENÍ OSOBNÍCH NÁZORŮ

Následující část uvádí výsledky testových otázek, které u žáků zjišťují osobní názory vztahující se k evoluci organismů (příloha 1, otázky „osobní názory“).

Tab. 12: Darwinismus a neodarwinismus

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázky ved. II-3, 4). Tabulka znázorňuje rozdílnost odpovědí na otázky, zda darwinismus a neodarwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. R. Darwina.

SŠ	Ved.II-3c) Žáci vědí, že darwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. R. Darwina.		Ved.II-4a) Žáci vědí, že neodarwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. R. Darwina.	
	Ano	Ne	Ano	Ne
I. ročník	87%	13%	49%	51%
II. ročník	84%	16%	56%	44%
III. ročník	90%	10%	53%	47%
I. – III. třída	87%	13%	53%	47%

3.2.1 VZNIK ŽIVOTA A ČLOVĚKA

Cílem otázek dotazníku bylo zachytit osobní názory žáků na vznik života a člověka (viz příloha 1, otázka naz. 1 a naz. 2). Tyto otázky byly oddělené v samostatných položkách. Dalším z cílů bylo zjistit, jestli se názor na původ života liší pohledem na původ člověka.

Z tabulky je patrné (tabulka 13), že názory o vzniku života a člověka jsou u žáků procentuálně podobné. Největší rozdíl je zaznamenaný v 6. a 7. třídě, kde odpověď, že život vznikl evolucí, je téměř o 10 % méně častý, a liší se od názoru, zda člověk vznikl evolucí.

Tab. 13: ZŠ – vznik života a člověka

Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka naz. 1, 2 ověřující názory žáků na vznik života a člověka).

Naz.1) Jaký je tvůj osobní názor na vznik života? (Ž) Naz.2) Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka? (Č)									ZŠ	
Odpověď	6. třída		7. třída		8. třída		9. třída		6. - 9. třída	
	Ž	Č	Ž	Č	Ž	Č	Ž	Č	Ž	Č
a) Vznikl evolucí.	38%	47%	45%	55%	55%	59%	54%	61%	45%	54%
b) Zavlečen mimozemskou civilizací.	1%	3%	8%	5%	5%	2%	6%	1%	5%	3%
c) Byl stvořen Bohem.	29%	22%	13%	13%	25%	23%	10%	12%	20%	18%
d) Mám jiný názor.	13%	11%	17%	12%	13%	9%	9%	10%	13%	11%
e) Nezajímám se o to.	17%	14%	16%	12%	5%	5%	12%	13%	15%	12%
x) Bez odpovědi.	2%	3%	1%	3%	2%	2%	1%	1%	2%	2%

Rozdílnost jednotlivých odpovědí na původ života a člověka je v I. a II. ročníku více než 10 %, tzn., že je u žáků o více než o 10 % častější představa o evolučním vzniku člověka než života. Ve III. ročníku je pak tato rozdílnost odpovědí téměř 20 % (tabulka 14).

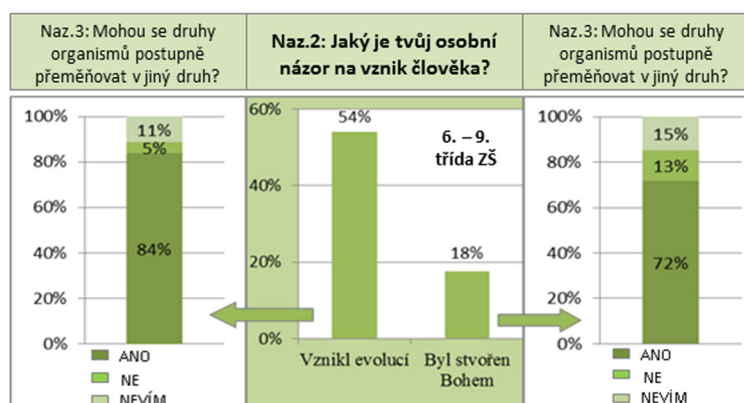
Tab. 14: SŠ – vznik života a člověka

Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka naz. 1, 2 ověřující názory žáků na vznik života a člověka).

Naz.1) Jaký je tvůj osobní názor na vznik života? (Ž) Naz.2) Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka? (Č)				SŠ				
Odpověď	I. ročník		II. ročník		III. ročník		6. - 9. třída	
	Ž	Č	Ž	Č	Ž	Č	Ž	Č
a) Vznikl evolucí.	72%	85%	79%	91%	48%	66%	65%	80%
b) Zavléčen mimozemskou civilizací.	7%	1%	2%	0%	8%	5%	6%	2%
c) Byl stvořen Bohem.	7%	7%	8%	6%	28%	20%	16%	11%
d) Mám jiný názor.	4%	0%	9%	2%	10%	3%	8%	2%
e) Nezajímám se o to.	7%	4%	1%	1%	2%	2%	3%	2%
x) Bez odpovědi.	1%	1%	0%	0%	4%	3%	2%	3%

3.2.2 VÝVOJ A SPECIACE ORGANISMŮ

Další otázka dotazníku ověřuje, zda se žáci domnívají, že se druhy organismů mohou postupně přeměňovat v jiný druh (viz příloha 1, otázka naz. 3). Cílem této otázky je zjišťováno, jaká část žáků, kteří se domnívají, že člověk vznikl evolucí, zároveň předpokládá, že se druhy organismů mohou postupně přeměňovat v jiný druh (graf 9). V této souvislosti je porovnávána i závislost žáků, kteří předpokládají, že člověk byl stvořen Bohem, tedy zda se i tyto žáci domnívají, že se druhy organismů postupně přeměňují v jiný druh (graf 10).



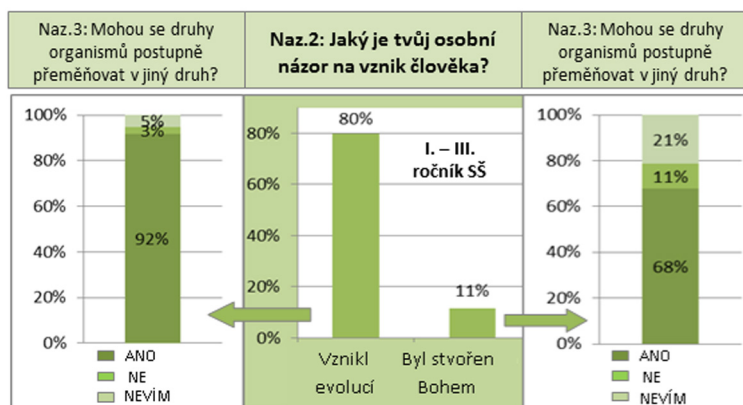
Na otázku naz. 2: „Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka?“ 54 % žáků odpověděla, že člověk vznikl evolucí a 84 % z těchto žáků se zároveň domnívají, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh. Další 18 % žáků odpovědělo, že člověk byl stvořen Bohem; 72 % z těchto žáků se zároveň domnívá, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh.

Graf 9: Souhrnné výsledky ZŠ – vznik člověka a postupná přeměna druhu organismu v jiný druh (znázornění dvou na sobě závislých otázek naz. 2 vs. naz. 3)

Výše uvedené tabulky ukazují, že přibližně 54 % všech žáků základních škol zastává názor, že člověk vznikl evolucí (tabulka 13, odpověď a). Z grafu pak vidíme (graf 9), že 84 % žáků z těchto 54 % předpokládá postupnou přeměnu druhu organismu v jiný. Představu o tom, že člověk byl stvořen Bohem, má asi 18 % ze všech dotazovaných respondentů základních škol (tabulka 13, odpověď c). Z těchto žáků

se 72 % domnívá, že je možná postupná přeměna jednoho druhu organismu v jiný (graf 9).

Na středních školách je ze všech dotazovaných 80 % těch, kteří odpověděli, že člověk vznikl evolucí (tabulka 14, odpověď a). Z těchto žáků pak většina (92 %) souhlasí s tím, že se druhy organismů mohou postupně přeměňovat v jiný druh (graf 10). To, že Bůh stvořil člověka, se domnívá přibližně 11 % žáků středních škol (tabulka 14, odpověď c). 68 % z nich pak zastává názor o postupné přeměně druhů organismů v jiný druh (graf 10).



Na otázku naz. 2: „Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka?“ odpovědělo 80 % žáků, že člověk vznikl evolucí a 92 % z těchto žáků se zároveň domnívá, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh. Dalších 11 % žáků odpovědělo, že člověk byl stvořen Bohem, 68 % z těchto žáků se zároveň domnívá, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh.

Graf 10: SŠ – Souhrnné výsledky SŠ – vznik člověka a postupná přeměna druhu organismu v jiný druh (znázornění dvou na sobě závislých otázek naz. 2 vs. naz. 3)

3.2.3 VÝVOJ A SPECIACE ORGANISMŮ

Jedna z otázek zjišťovala vyznání žáků (příloha 1, otázka naz. 4). U této otázky je zdůrazněna dobrovolnost odpovědi, proto je také mnohem vyšší procento těch, kteří se k dané otázce nevyjadřují.

Výsledky ukazují (tabulka 15), že přibližně 58 % všech žáků základních škol je bez náboženského vyznání. Druhou nejpočetnější odpovědí je křesťanství, ke kterému se hlásí zhruba 21 % dotazovaných respondentů.

Tab. 15: ZŠ – vyznání

Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka naz. 4 zjišťující vyznání žáků).

Naz.4) Jakého jsi vyznání?					ZŠ
Odpověď	6. třída	7. třída	8. třída	9. třída	6. - 9. třída
a) Bez vyznání.	48%	66%	50%	67%	58%
b) Křesťan.	26%	14%	23%	19%	21%
c) Muslim.	0%	2%	4%	2%	2%
d) Žid.	2%	4%	0%	1%	2%
e) Budhista.	1%	0%	7%	4%	2%
f) Jiné.	5%	8%	7%	7%	7%
x) Bez odpovědi.	18%	6%	9%	0%	8%

Z následující tabulky (tabulka 16) vyplývá, že na středních školách je bez náboženského vyznání asi 61 % všech dotazovaných jedinců a 17 % vyznává křesťanství.

Tab. 16: SŠ – vyznání

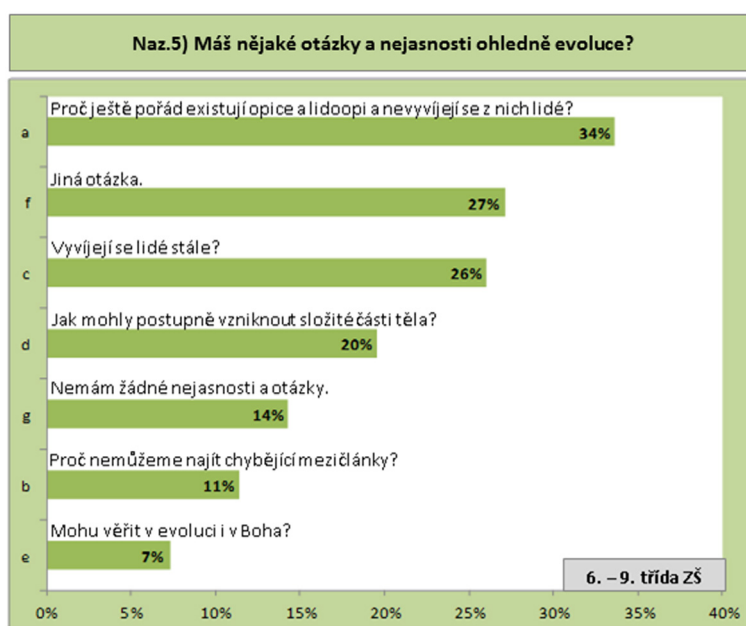
Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka naz. 4 zjišťující vyznání žáků).

Naz.4) Jakého jsi vyznání?				SŠ
Odpověď	I. ročník	II. ročník	III. ročník	I - III. ročník
a) Bez vyznání.	67%	74%	45%	61%
b) Křesťan.	13%	13%	24%	17%
c) Muslim.	1%	0%	2%	1%
d) Žid.	3%	0%	2%	2%
e) Budhista.	1%	0%	4%	2%
f) Jiné.	9%	6%	20%	12%
x) Bez odpovědi.	6%	7%	3%	5%

3.2.4 OTÁZKY A NEJASNOSTI

Poslední položka dotazníku dává žákům prostor vyjádřit jakoukoliv otázku, kterou si kladou v souvislosti s evoluční tematikou. Součástí položky je zároveň výběr všeobecně známých dotazů (viz příloha 1, otázka naz. 5).

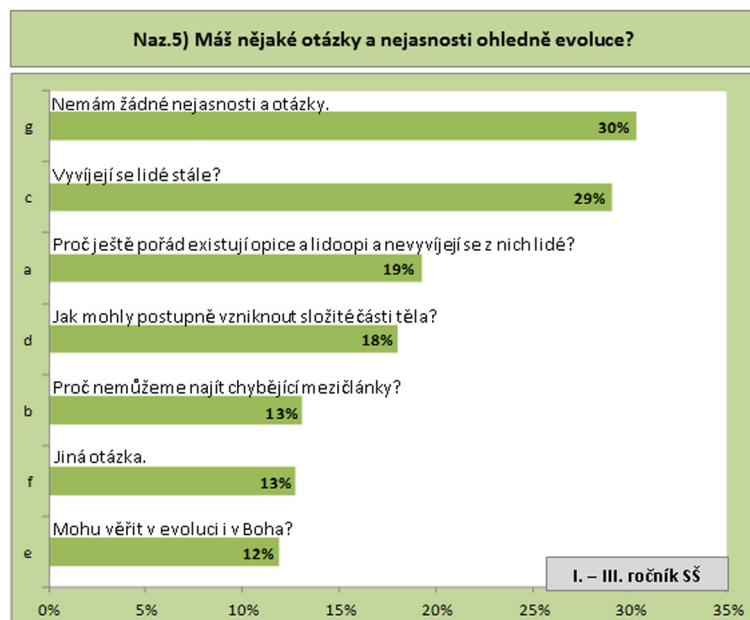
Dle výsledků vidíme (graf 11), že nejčastěji se na základních školách vyskytuje dotaz „Proč ještě pořád existují opice a lidoopi a nevyvíjejí se z nich lidé?“ Tuto otázku si žáci kladou ve 34 %.



Výsledky odpovědí u žáků základních škol (otázka naz. 5 ověřuje, jestli mají žáci nějaké otázky či nejasnosti ve věci evoluce organismů).

Graf 11: Souhrnné výsledky ZŠ – otázky a nejasnosti týkající se evoluční tematiky

Žáci středních škol z 30 % konstatovali, že pokud jde o evoluční problematiku, žádné otázky a nejasnosti nemají (graf 12). Nejčastěji se pak (ve 29 %) vyskytovala otázka, jestli se lidé stále vyvíjejí.



Výsledky odpovědí u žáků středních škol (otázka naz. 5 ověřuje, jestli mají žáci nějaké dotazy či nejasnosti ve věci evoluce organismů).

Graf 12: Souhrnné výsledky SŠ – otázky a nejasnosti týkající se evoluční tematiky

Kromě všech předem uvedených dotazů žáci kladli i jiné otázky, které se vztahují k tématu evoluce (tabulka 17).

Tab. 17: Výběr z dotazů, které žáci v dotazníku sami uvádí

Souhrnné dotazy žáků základních a středních škol týkající se evoluční problematiky. Otázky jsou podle obsahu rozděleny do čtyř kategorií (evoluce člověka, evoluce organismů, genetika, filozofické otázky a otázky ve věci víry).

Výběr dotazů a nejasností, které žáci v dotazníku sami uvádí (otázka naz.5)
Evoluce člověka: <i>Mohl by se v dlouhé době z lidí vyvinout úplně jiný organismus? Kam až může dojít vývoj lidského mozku? Proč by měli být lidé zrovna z opic?</i>
Evoluce organismů: <i>Jak vznikly živé organismy? Co je to vlastně ta evoluce? Nakolik by byl život na jiné planetě za stejných podmínek odlišný nebo podobný tomu našemu? Je teorie zamrzlé evoluce pravdivá?</i>
Genetika: <i>Dala by se využít mutace a stvořit zcela nový živočišný druh? Dala by se evoluce nazvat mutací? Může genetika zasáhnout a uměle dát impuls evoluci?</i>
Filozofické otázky a otázky ohledně víry: <i>Co je smyslem života? Kádyž tedy Bůh nestvořil člověka, proč se o tom tolik mluví? Proč by měla evoluce vyloučit víru?</i>

4 DISKUZE

V následující kapitole jsou diskutovány vědomosti žáků a jejich osobní názory, které se týkají evoluční problematiky. Stanovené hypotézy jsou formulovány pro oba stupně vzdělávání současně (ZŠ a SŠ), nicméně jsou ve většině případů diskutovány samostatně, a to zejména z toho důvodu, aby mohly být vysvětleny případné rozdíly ve výsledcích a v potvrzení hypotéz.

4.1 VĚDOMOSTI ŽÁKŮ

V této části jsou probírány vědomosti žáků, týkající se konkrétních biologických, respektive evolučních témat, tzn. přizpůsobení organismů, evoluce organismů, konkurence organismů, vznik nových druhů, přírodního výběru, darwinismu a neodarwinismu.

4.1.1 PŘIZPŮSOBENÍ ORGANISMŮ, EVOLUCE ORGANISMŮ, KONKURENCE ORGANISMŮ, VZNIK NOVÝCH DRUHŮ

Hypotéza 1: *Více než jedna třetina žáků neví, jak dochází k tomu, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí.*

Na základě výsledků vidíme (tabulka 1), že i některé běžně používané pojmy jsou pro žáky poněkud nejasné. Skutečnost, že jsou organismy přizpůsobeny svému prostředí, je faktem, který jde napříč celou biologií. Přesto někteří žáci nevědí, co toto přizpůsobení organismů znamená, respektive, jak k němu vlastně došlo v procesu evoluce.

Určitá část žáků základních škol (13 %) předpokládá, že si organismy vhodné prostředí sami hledají (tabulka 1, odpověď „a“). Příčinou může být, že přizpůsobení organismů se většinou vysvětluje na zvířatech. Kdyby se tato informace propojila i s přizpůsobením rostlin, mohlo by být jasnější, že rostliny neobešly polovinu planety pro to, aby se pak usadily na poušti nebo na naší zahrádce. Celou tuto záležitost si také někdy sami komplikujeme mnoha pojmy. V tomto případě pojmem adaptace. Je to v podstatě odborný termín, který bývá v učebnicích vysvětlen slovem „přizpůsobení“. Tím se vlastně jeden pojem vysvětluje druhým, a o podstatě samotného přizpůsobení nic neříká.

Hypotéza 1 se u žáků středních škol sice nepotvrdila (tabulka 2), ale z výsledků je zřejmé, že v prvním ročníku je poměrně rozšířená představa (27 %) o tom, že organismy používají evoluci záměrně, jako schopnost měnit se v daném prostředí (tabulka 2, odpověď „c“). Ve školách se předkládá, že organismy se přizpůsobují svému prostředí v průběhu procesu evoluce. Takto podaná informace o záměru procesu evoluce sice nic neříká, ale na druhou stranu ho ani nevylučuje. Proto se nemůžeme divit, že někteří žáci proces evoluce takto vnímají. Je jasné, že ve školách je třeba určité poznatky zjednodušit, aby se mohly žákům postupně předávat. Ale pak se právě také setkáváme s tím, že dochází k nesprávnému porozumění jejich skutečného významu.

Hypotéza 2: *Více než dvě třetiny žáků ví, že evoluce organismů znamená, že se organismy vyvíjejí; ale pak více než jedna pětina z těchto žáků už nezná správný význam pojmu „vyvíjet se“ v kontextu evolučních zákonitostí.*

Podobný problém nastává i při samotném vysvětlení pojmu evoluce organismů (grafy 1–7). To, že „evoluce“ znamená postupný vývoj, je často předkládaným faktem. Ale co značí tento postupný vývoj?

V 6. třídách většina žáků (74 %) ví, co znamená evoluce organismů, ale 30 % z nich si pak spojuje postupný vývoj organismů z hlediska evoluce s vývojem ontogenetickým (graf 1). Tady může být kamenem úrazu to, že se mnohdy spokojíme s vysvětlením pojmu pojmem (tzn. např.: evoluce znamená vývoj). Příčinou mylného porozumění může být také skutečnost, že je slovo vývoj v českém jazyce používáno jak z hlediska evolučního vývoje, tak i vývoje ontogenetického. V anglickém jazyce, kde jsou tyto dva vývojové procesy odlišeny různými slovy (development a evolve), by tato záměna pojmů nemusela být tak častá. V rámci základních škol

vyšla v 8. třídách znalost ohledně pojmu evoluce organismů nejlépe, a hypotéza 2 se zde nepotvrdila (graf 3). Pravděpodobně to může být důsledek toho, že evoluční problematika bývá řazena právě v 8. nebo 9. ročníku a žákům se zde dostává více informací o podstatě pojmu postupného vývoje z hlediska evolučních principů.

Na středních školách se hypotéza 2 nepotvrdila v žádném z ročníků. Více než 90 % žáků zná pojem evoluce organismů a také více než 90 % z nich si uvědomuje význam tohoto „vývoje“ i z hlediska evolučního procesu (grafy 6 a 7). V tomto případě je ovšem pochopitelné, že žáci na středních školách dostávají všeobecně mnohem více informací, takže tyto základní pojmy mohou znát v hlubších souvislostech.

Hypotéza 3: *Více než polovina žáků nepovažuje vnitrodruhovou konkurenci za rozhodující z hlediska evoluce organismů.*

Hypotéza 4: *Za rozhodující konkurenci z hlediska evoluce organismů je u žáků nejčastěji pokládán vztah predátora a kořisti.*

Přes polovinu žáků základních i středních škol si neuvědomuje důležitost vnitrodruhové konkurence v rámci evoluce organismů (tabulka 3 a 4, odpověď „a“), čímž se potvrdila hypotéza 3.

V každém z ročníků základních škol je v souladu s hypotézou 4 za největší konkurenční boj považován vztah predátora a kořisti (tabulka 3, odpověď „c“). Tento boj má jistě nezastupitelné místo a značný vliv na evoluci organismů, a na první dojem, je zde patrný „boj o život“. Proto mohou žáci tento vztah považovat za nejzásadnější z hlediska konkurence v evoluci organismů. Ale v tomto případě bojuje o život pouze kořist. Predátor je v podstatě jenom bez večere. Až v konkurenci s jedincem svého druhu, který mu tuto „večeři“ pravidelně loví, může být neustálý nedostatek potravy smrtelně ohrožující záležitostí i pro něj. Příčinou neporozumění významnosti vnitrodruhové konkurence v procesu evoluce může být skutečnost, že ačkoli ekologické vztahy a pomyslné „potravní řetězce“ jsou náplní hodin přírodopisu, málokdy jsou pak v učebnicích a pravděpodobně i ve školách probírány v souvislosti s evolučními principy.

Na středních školách se hypotéza 4 nepotvrdila, (tabulka 4, odpověď „c“). Můžeme tudíž předpokládat, že jsou zde informace ohledně konkurenčních vztahů podávány žákům mnohem komplexněji, a to jak při hodinách biologie, tak například i v biologických seminářích.

Hypotéza 5: *Více než polovina žáků neví, za jakých okolností může dojít ke vzniku nových druhů v průběhu evoluce organismů.*

Hypotéza 5 se potvrdila na základních i středních školách. Vědomosti ohledně vzniku nových druhů z hlediska evoluce organismů jsou až varovně nízké (5 % na ZŠ a 12 % na SŠ – tabulka 5 a 6, odpověď „d“).

Na základních školách může být téma speciace poměrně složitou záležitostí. Na druhou stranu je však překvapivé, že velká část žáků základních škol (45 %) předpokládá, že nový druh organismu vznikne v případě, kdy se jedinci určitého druhu začnou rozmnožovat s organismy jiného druhu (tabulka 5, odpověď „b“). Dokonce i v prvním ročníku střední školy zastává tento názor 48 % žáků (tabulka 6, odpověď „b“). Kdyby tato představa převládala u žáků v mateřské školce, bylo by to jistě pochopitelnější. Pohádka, kde pejsek a kočička spolu pečou dort, může děti inspirovat k tomu, že se vlastně „mají rádi“. Ale u žáků prvního ročníku střední školy? Asi není na místě zamýšlet se podrobně nad tím, jestli si skutečně žáci myslí, že se kočka může rozmnožovat se psem. Mnohem pravděpodobnější je, že žáci nevnímají rozdíl mezi biologickým pojmem druh a poddruh. Samozřejmě, že z pohledu evoluce

organismů jsou pojmy varieta, podruh a druh v podstatě relativní. Ale biologie tyto pojmy konkrétně charakterizuje, tzn. jedinci, kteří nespádají do stejného druhu, se spolu nemohou křížit, popřípadě jejich potomstvo pak není dále plodné (Rosypal et al., 1987, s. 21). A jak může probíhat evoluce organismů bez plodných potomků?

U žáků středních škol je nejvíce rozšířen jakýsi lamarckistický pohled na vznik nových druhů (48 %), tzn., že nový druh může vzniknout v případě, kdy organismy během svého života více používají určitou část těla a podle toho se v průběhu procesu evoluce začnou měnit (tabulka 6, odpověď „c“). Je otázkou, proč je tento názor tolik rozšířený. V dnešní době nebývá kladen důraz na Lamarckovu evoluční teorii. Někdy je spíše až zbytečně moc kritizován. Celá tato skutečnost může svědčit o tom, že ačkoli je všeobecně známé, že proces evoluce vede ke vzniku nového druhu, už se moc nemluví ve školách o tom, za jakých okolností tyto nové druhy vlastně vznikají.

4.1.2 PŘÍRODNÍ VÝBĚR, DARWINISMUS A NEODARWINISMUS

Otázka věnovaná přírodnímu výběru byla určena pouze žákům středních škol. Součástí této úlohy je několik biologických termínů. Přestože se s těmito pojmy žáci základních škol také setkávají, může být pro ně komplikované uvědomovat si jejich komplexní význam v rámci přírodního výběru. Je proto důležité vybrat informace zásadní a adekvátní danému věku respondentů. Naopak na středních školách by žáci měli přírodnímu výběru rozumět v širších souvislostech.

Položka, kde žáci přiřazují pojmy ke konkrétním obrázkům (viz příloha 1, otázka ved. II-1), je v dotazníku začleněna proto, aby bylo jasné, co si žáci pod danými termíny představují. V případě, kdy žáci správně odpoví, určí všechny uvedené skutečnosti za součást přírodního výběru, ale zároveň neví, co některé z pojmů znamenají, není jejich názor relevantní. Výsledky ukazují (tabulka 9), že celkově velice malé procento respondentů (6 %) správně přiřadilo pojmy a určilo je jako součást přírodního výběru. Toto nízké procento však může být ovlivněno tím, že do správných odpovědí byly řazeny jen ty, které prošly první selekcí, tzn. správným určením daných pojmů. Nejvíce žáci chybovali v zařazení mutace, jelikož za součást přírodního výběru byla volena jen v 38 % (tabulka 8). To je poměrně nízké číslo, a to přesto, že jsou mutace často mediálně diskutovaným tématem. Většinou je však kladen důraz na jejich negativní důsledky, a tak si žáci možná nemusí uvědomovat zásadní význam mutace v průběhu evolučního procesu, který ve své podstatě vede ke „zlepšení“.

Hypotéza 6: *Více než polovina žáků středních škol nezná základní principy „darwinistického“ pojetí evoluce organismů, tedy zásadní vliv přírodního výběru a důraz na jedince daného druhu.*

Hypotéza 7: *Více než polovina žáků nezná „neodarwinistické“ pojetí evoluce organismů, tedy vliv náhodného zastoupení genů v populaci druhu, nikoli důraz na jedince jako takového.*

Darwinismus a neodarwinismus jsou pojmy, které charakterizují dva základní pohledy na evoluci organismů. V důsledku toho, že evoluční biologie přináší stále nové poznatky, mění se i koncepce evoluční problematiky. Proto je někdy třeba zavést další pojmy, aby bylo možné jednotlivá hlediska odlišit. Chceme-li však rozumět aktuálním poznatkům, které evoluční biologie přináší, je třeba orientovat se v dané terminologii a uvědomovat si základní rozdílnosti mezi nimi, což by žáci středních škol měli zvládat. Výsledky však ukazují, že v každém z uvedených ročníků si více než tři čtvrtiny žáků neuvědomují zásadní principy darwinistického pojetí evoluce organismů (tabulka 10), čímž se potvrdila hypotéza 6. Znalosti týkající se neodarwinismu jsou celkově o něco lepší. V II. a III. ročníku se dokonce nepotvrdila hypotéza 7,

tzn., že je zde více než polovina žáků, kteří jsou schopni určit základní aspekty neodarwinismu (tabulka 11).

Současná koncepce evoluční tematiky bývá popsána z pohledu neodarwinismu, a právě to může ovlivňovat hloubku znalostí této oblasti. Žákům už ale nemusí být zřejmé, v čem se tyto pohledy na evoluci organismů vlastně odlišují, popř. co mají společného. S tím by mohlo souviset další zajímavé zjištění. To, že darwinismus vychází z díla Ch. R. Darwina, už napovídá jeho samotný název a také většina žáků si tento fakt uvědomuje (87 %). Mnohem méně respondentů (53 %) už ale ví, že i neodarwinismus má v Darwinových publikacích kořeny (tabulka 12). To vše může svědčit o nepochopení daných konceptů evoluční teorie. Žáci mohou neodarwinismus vnímat jako něco nového a neslučitelného s tím původním, a už si pak neuvědomují, že neodarwinismus na darwinismus navazuje a oba směry tak vycházejí z Darwinových knih.

4.2 OSOBNÍ NÁZORY ŽÁKŮ

Jak bylo uvedeno v úvodu této práce, evoluční problematika je záležitostí zasahující do naší přirozenosti. Není tedy divu, že osobní názory na ni jsou poměrně rozmanité. Představu, že člověk vznikl evolucí, má na základních školách asi 54 % žáků (tabulka 13, odpověď „a“), na středních školách je to 80 % (tabulka 14, odpověď „a“). Podíváme-li se na evoluční původ života, vidíme, že ve většině případů je ve srovnání s evolučním původem člověka méně častý (tabulka 13 a 14, odpověď „a“). Ve třetím ročníku středních škol je tento rozdíl nejvýraznější, tedy 18 % (tabulka 14). Tato odlišnost se dá částečně očekávat. Biologická evoluce je totiž záležitostí živých organismů a do jisté míry pozorovatelná v přírodě, kdežto vznik života z něčeho neživého v přírodě nevidíme. Ačkoli je dokázán samovolný vznik organických molekul (Miller, 1953), jejich cesta k životu je ještě poměrně dlouhá a otvírá tak možnost k rozmanitosti názorů.

V dotazníku záměrně nebyla mezi nabízenými odpověďmi možnost, že Bůh tvořil člověka prostřednictvím evolučních procesů, ačkoli tento názor může být poměrně rozšířen. Takto nabízená odpověď by však mohla zastřít oportunistický význam evolučních mechanismů a v dotazníku týkajícím se evoluce organismů by svým způsobem mohla působit nesprávně. Na druhou stranu dotazník obsahuje otázku, týkající se postupné přeměny jednoho druhu organismu v jiný druh (viz příloha 1, otázka naz. 3) a v závislostech různých odpovědí můžeme pak určitě závěry sami vyvodit. Názor, že člověk byl stvořen Bohem, zastává celkem 18 % žáků základních škol a 11 % žáků škol středních (tabulka 13 a 14, odpověď „c“). V obou případech se pak téměř většina z těchto žáků domnívá, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh (graf 9 a 10). Můžeme tedy předpokládat, že ačkoli někteří žáci považují Boha za stvořitele lidské bytosti, zároveň většina z nich nevyklučuje určité evoluční procesy, vedoucí ke změně druhů. Dokonce i v rámci otevřených odpovědí někteří jedinci sami uvedli názor, že: „*Člověk byl stvořen Bohem skrze evoluci.*“ Tyto závěry v podstatě naznačují, že počet žáků, kteří uznávají evoluční mechanismy, může být ještě o něco větší, než ukazují výsledky. Na druhou stranu ale nevíme, jestli tito žáci vnímají evoluční mechanismy jako něco náhodného či záměrného, tzn. směřovaného Bohem.

Jedna z otázek zjišťovala náboženské vyznání žáků. Tato otázka byla v dotazníku zahrnuta proto, že tematika evoluce zasahuje do oblastí, které jsou někdy vnímány jako rozporuplné a neslučitelné s náboženským či jakýmkoliv jiným osobním přesvědčením. Z výsledků pak vidíme, že zde může být určitá souvislost. Ve třetím ročníku středních škol je oproti prvnímu a druhému ročníku zaznamenáno o 11 %

větší počet křesťanů (tabulka 16, odpověď „b“), což by mohlo mít vliv na výrazně menší zastoupení těch jedinců, kteří se domnívají, že život a člověk vznikli evolučními procesy (tabulka 14, odpověď „a“). Podobná paralela je zaznamenána i v 6. třídě základních škol (tabulka 13, odpověď „a“ a tabulka 15, odpověď „c“).

Evoluční problematika však obsahuje mnoho atraktivních témat, která můžeme začlenit do výuky a zvýšit tak nejen zájem o toto téma, ale i všeobecnou vzdělanost týkající se biologických zákonitostí. Na základních školách si žáci nejčastěji (34 %) kladou otázku: „Proč ještě pořád existují opice a lidoopi a nevyvíjejí se z nich lidé?“ (graf 11). Na středních školách má tato otázka také své zastoupení, tzn. 19 % (graf 12). Vzhledem k tomu, že tento dotaz svědčí o naprostém neporozumění evolučním procesům, je poměrně pozoruhodné, kolik žáků se nad touto otázkou pozastavuje. Představa o tom, že organismy se musí vyvíjet vždy a všude, je poměrně rozšířená, ačkoli je mylná. Ale určovat směr, jakým se druhy mají vyvíjet, to už je opravdu pozoruhodná záležitost a určitě stojí za to, varovat žáky před těmito mylnými představami o procesu evoluce. Na druhou stranu, toto poměrně vysoké procento může být způsobeno i tím, že se jedná o evoluci člověka. Kdyby otázka zněla: „Proč se plazi dále nevyvíjejí a nejsou z nich ptáci?“, možná by neměla takové zastoupení. Náměty týkající se lidské přirozenosti a našeho evolučního vývoje jsou v podstatě atraktivnější, a takto vznesený dotaz je mnohem zajímavější. Fakt neporozumění evolučním mechanismům může způsobovat také forma interpretace evoluční problematiky, jak je podávána na školách. Občas je skutečně prezentována velice nezábavným způsobem. Možná i někteří z nás mají vlastní zkušenost s tím, že výuka o evoluci organismů spočívá v tom, „nabífovat se“ názvy již vymřelých rostlin a živočichů (kteří často nemají ani český název), dokázat je zařadit do konkrétního geologického období Země, a na závěr „trefit“ správné rozmezí milionů let, kdy daný organismus žil. České učebnice ve většině případů podávajíologii velice systematickým způsobem (Müllerová, 2012, s. 41), a i to může mít značný vliv na způsob výuky o evoluci organismů.

Každopádně – jak už bylo uvedeno, kromě nabízených dotazů žáci mají mnoho individuálních připomínek a otázek k evoluční problematice (tabulka 17). Mezi poměrně zajímavé patří například tyto: „Může genetika zasáhnout a uměle dát impuls evoluci?“, „Nakolik by byl život na jiné planetě za stejných podmínek odlišný nebo podobný tomu našemu?“, „Je teorie zamrzlé evoluce pravdivá?“

Tyto a i další otázky svědčí o tom, že žáci nad problematikou evoluce přemýšlejí a informují se o ní. Například teorie zamrzlé evoluce byla formulována před šesti lety (Flegr, 2006) a už teď je v povědomí některých žáků. Na některé dotazy můžeme žákům odpovědět při výuce ihned. To, že genetika zasahuje do „evoluce organismů“, je nejenom teoretická záležitost, ale reálný fakt, který může být žákům hmatatelně ukázán na mnoha geneticky upravených rostlinách. Některé další otázky se mohou stát námětem pro seminář či projektové vyučování, kde je větší prostor k otevřené diskusi a rozvoji kritického myšlení, a kde žáci mohou dostat více informací o podstatě evolučních principů.

5 ZÁVĚR

Pojem „evoluce“ je často ve školách používán, avšak vědomosti a názory vztahující se k evoluční problematice jsou velice různorodé. Studie ukázala na to, že i některé běžně používané biologické pojmy jsou v souvislosti s evolučními procesy (např. přizpůsobení organismů, vývoj organismů) žákům poněkud nejasné. To může být zapříčiněno zbytečným zaváděním některých termínů (např. adaptace, evoluce, spe-

ciace), kdy se v konečném důsledku vysvětluje pojem pojmem a o podstatě věci se nic nesděljuje. Na druhou stranu vidíme, že jsou ve školách jedinci, kteří dokáží vystihnout a definovat složitější evoluční témata (např. neodarwinismus). Ale už je žákům méně jasné, v čem a nakolik se tento směr odlišuje od darwinismu. Někteří žáci evoluční původ života a člověka přijímají, jiní ho neuznávají. Přesto je u obou skupin žáků ve většině případů akceptováno, že druhy organismů se mohou postupně přeměňovat v jiný druh.

Podstatná část žáků si klade mnohé otázky, které často souvisí s neporozuměním evolučním zákonitostem (např. „Proč stále existují lidoopi a nevyvíjejí se z nich lidé?“). V dalších případech dotazů je naopak patrné, že žáci se o problematiku evoluce zajímají a jsou informováni o nových evolučních trendech (např. „Je teorie zamrzlé evoluce pravdivá?“). Proces evoluce je ve své podstatě velice jednoduchý, ale jeho důsledky jsou rozličné a dalekosáhlé, proto může být pro žáky velmi obtížné porozumět tomu, co všechno ve své komplexnosti pojem „evoluce“ vlastně zahrnuje. Evoluční tematika má široké pole působnosti a ojedinělé možnosti rozvíjet kritické myšlení žáků. Nejedná se zde však o to být za každou cenu kritický, ale snažit se být konstruktivní.

LITERATURA

- FLEGR, J. *Zamrzlá evoluce aneb Je to jinak, pane Darwin*. Praha : Academia, 2006.
- HINDLS, R., HRONOVÁ, S., NOVÁK, I. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. Praha : Management press, 2000.
- MILLER, S. L. Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions. *Science* 117 (3046), 1953, s. 528.
- MÜLLEROVÁ, L. *Základní principy v díle Ch. R. Darwina*. Bakalářská práce, Praha : PedF UK v Praze, 2009.
- MÜLLEROVÁ, L. *Pojem evoluce a jeho vnímání u žáků základních a středních škol*. Diplomová práce, Praha : PedF UK v Praze, 2012.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu*. Praha : Grada, 2007.
- ROSYPAL, S., BENEŠ, J., BENEŠ, K., BUCHAR, J., HERÁŇ, I. a kol. *Přehled biologie*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1987.
- ZRZAVÝ, J. O vzniku evoluční novinky a příbuzných nočních můrách. *Vesmír* 74, 1995.

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla zpracována v rámci diplomové práce „Pojem evoluce a jeho vnímání u žáků základních a středních škol“ pod vedením doc. RNDr. Vasilise Teodoridise, Ph.D.

Mgr. Lucie Müllerová – E-mail: lucka.mullerova@seznam.cz
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií
M. D. Rettigové 4, 116 39, Praha 1, Česká republika

PŘÍLOHA 1: DOTAZNÍK¹

VĚDOMOSTI: I. ČÁST – POZORNĚ SI PŘEČTI OTÁZKU A VYBER VŽDY JEDNU SPRÁVNOU ODPOVĚĎ.

1) Co znamená, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí?

- a) Podle toho, jak organismy vypadají, tak si v průběhu evoluce hledají prostředí, aby v něm mohly dobře žít. Např. lední medvěd má bílé zbarvení srsti a huňatý kožich, tak vyhledává prostředí, kde je sníh, a proto žije v severní polární oblasti (obrázek 1).



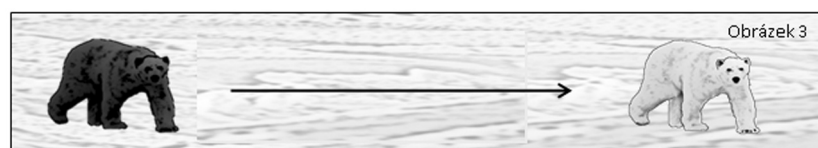
Obr. 1

- b) *Podle toho, kde organismy žijí, tak se na jejich těle v průběhu evoluce udržují takové znaky, které jim poskytují lepší životní podmínky v daném prostředí. Např. v severní polární oblasti je sníh, proto medvědi, kteří zde žijí mají bílé zbarvení srsti (obrázek 2).*



Obr. 2

- c) Organismy záměrně používají evoluci jako schopnost se měnit a přizpůsobit se danému prostředí tak, aby se jim tam lépe žilo. Např. lední medvěd žijící v severní polární oblasti svoji srst schválně přizpůsobil na bílé zbarvení, protože je zde sníh (obrázek 3).



Obr. 3

2) Co je to evoluce organismů?

- a) Postupný vývoj Země na prvohory, druhohory, třetihory, čtvrtohory.
b) ***Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.***
c) Přímé stvoření jednotlivých druhů.
d) Schopnost organismů měnit svoje zbarvení v případě ohrožení.

¹Správné odpovědi vědomostní části dotazníku jsou znázorněny tučně a kurzívou.

3) Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?

a) Že mládě se mění na dospělé.



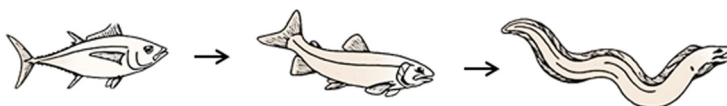
Obr. 4

b) Že mláďata vypadají jinak, než jejich rodiče, protože mají znaky obou rodičů.



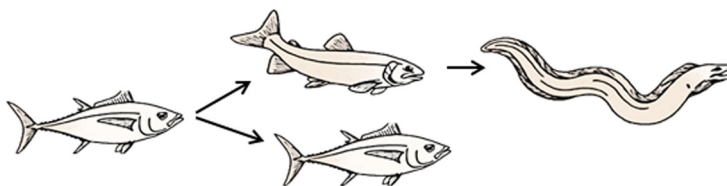
Obr. 5

c) Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj vždycky bude jiný druh organismu.



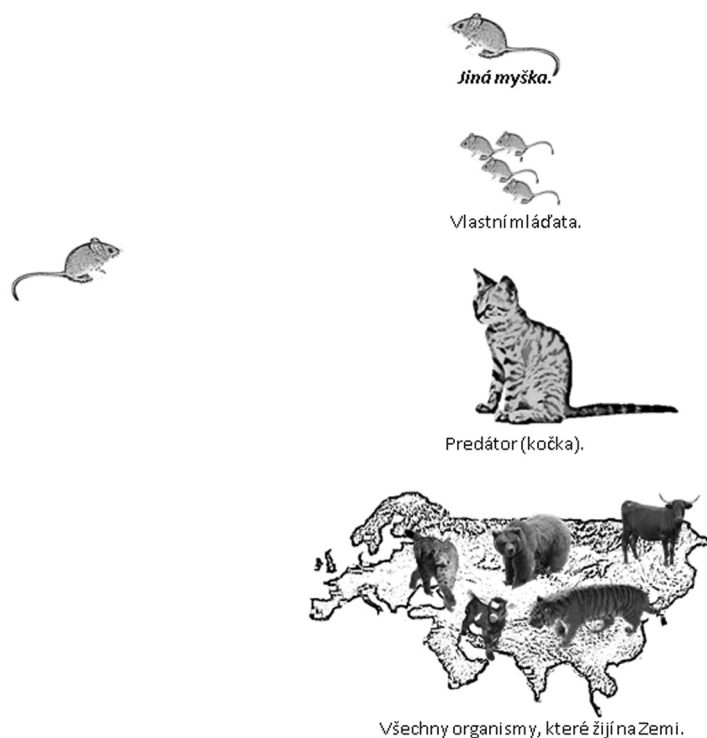
Obr. 6

d) *Že každý organismus se mění a za několik miliónů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.*



Obr. 7

- 4) V evoluci je důležitá soutěž (konkurence) mezi organismy. Rozhodni a podle obrázků přiřaď k myši, kdo je z hlediska evoluce jejím největším konkurentem?



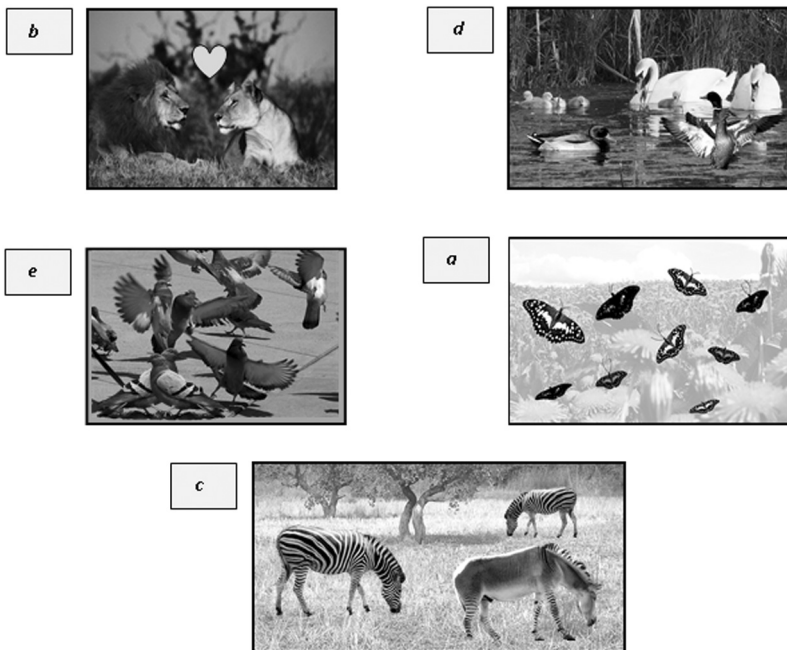
Obr. 8

- 5) Při které z uvedených situací může v průběhu evoluce nejpravděpodobněji vzniknout úplně nový druh organismu?
- V případě, že se skupina organismů vyskytuje stále na stejném místě a vzájemně se pravidelně rozmnožují.
 - V případě, že se jeden druh organismu začne rozmnožovat s organismy jiného druhu.
 - V případě, že organismy během svého života začnou více používat určitou část těla a podle toho se v průběhu evoluce začnou měnit.
 - Pokud se skupina zvířat náhodně rozdělí na dvě menší skupiny, například kvůli široké řece, a už se spolu tyto dvě skupiny nemohou vzájemně potkávat a rozmnožovat se.**
 - Nový druh nemůže v průběhu evoluce nikdy vzniknout.

II. ČÁST – POZORNĚ SI PŘEČTI ÚKOLY A VYPRACUJ JE!

1) Přiřaď vždy jedno písmenko uvedených pojmů k jednotlivým obrázkům.

- a) Variabilita (rozmanitost).
- b) Pohlavní výběr.
- c) Mutace.
- d) Mezidruhová konkurence (kompetice).
- e) Vnitrodruhová konkurence (kompetice).



Obr. 9

2) Označ všechny možné skutečnosti, které souvisejí s přírodním výběrem.

- a) *Variabilita (rozmanitost).*
- b) *Pohlavní výběr.*
- c) *Mutace.*
- d) *Mezidruhová konkurence (kompetice).*
- e) *Vnitrodruhová konkurence (kompetice).*

3) Darwinismus je věda zabývající se evolucí. Uveď, která všechna z uvedených tvrzení o darwinismu jsou pravdivá a která nepravdivá.

- a) Hlavní příčinou evoluce je přírodní výběr. *ANO - NE*
- b) Hlavní příčinou evoluce jsou náhodné události. *ANO - NE*
- c) Darwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. Darwina. *ANO - NE*
- d) Největší důraz v evoluci je kladen na jedince a jeho potomstvo. *ANO - NE*
- e) Největší důraz v evoluci je kladen na jednotlivé geny v populaci organismů. *ANO - NE*

Obr. 10

4) Neodarwinismus (neboli evoluční syntéza) je věda zabývající se evolucí. Uveď, která všechna z uvedených tvrzení o neodarwinismu jsou pravdivá a která nepravdivá.

- a) Neodarwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. Darwina. *ANO - NE*
- b) Největší důraz v evoluci je kladen na jedince a jeho potomstvo. *ANO - NE*
- c) Největší důraz v evoluci je kladen na jednotlivé geny v populaci organismů. *ANO - NE*

Obr. 11

OSOBNÍ NÁZORY: VYBER JEDNU ODPOVĚĎ, KTERÁ JE NEJBLIŽŠÍ TVÉMU NÁZORU!

1) Jaký je tvůj osobní názor na vznik života?

- a) Vznikl evolucí.
- b) Byl zavlečen mimozemskou civilizací.
- c) Byl stvořen Bohem.
- d) Mám jiný názor. Uveď
- e) Nezajímám se o to.

2) Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka?

- a) Vznikl evolucí.
- b) Byl zavlečen mimozemskou civilizací.
- c) Byl stvořen Bohem.
- d) Mám jiný názor. Uveď
- e) Nezajímám se o to.

3) Myslíš si, že se druhy organismů mohou postupně přeměňovat v jiný druh?

- a) Ano.
- b) Ne.
- c) Nevím.

4) Jakého jsi vyznání? (Odpověď je dobrovolná)

- a) Bez vyznání.
- b) Křesťan.
- c) Muslim.
- d) Žid.
- e) Buddhista.
- f) Jiné. Uveď

5) Máš nějaké otázky a nejasnosti ohledně evoluce?

- a) Proč ještě pořád existují opice a lidoopi a nevyvíjí se z nich lidé?
- b) Proč nemůžeme najít chybějící mezičlánky?
- c) Vyvíjejí se lidé stále?
- d) Jak mohly postupně vzniknout složité části těla?
- e) Mohu věřit evoluci i v Boha?
- f) Mám jinou otázku. Uveď
- g) Nemám žádné nejasnosti a otázky.

Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacímu předmětu chemie

Kateřina Švandová, Milan Kubiátko

Abstrakt

Předkládaná studie je zaměřena na výzkum postojů studentů českých gymnázií k vyučovacímu předmětu chemie. Klade si za cíl zjistit zejména rozdíl v postojích z hlediska pohlaví, navštěvovaného ročníku a oblíbeného předmětu. Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník s pětistupňovými škálovanými položkami Likertova typu, který byl administrován 552 studentům čtyř českých gymnázií. Pomocí faktorové analýzy byly položky rozděleny do čtyř kategorií: 1. Významnost chemie, 2. Oblíbenost a náročnost chemie, 3. Chemické pomůcky a laboratorní experimenty, 4. Zájem o chemii. Celkové skóre postojové části indikovalo neutrální postoj studentů k vyučovacímu předmětu chemie. Mezi chlapci a dívkami byl rozdíl ve skóre ve prospěch chlapců, s pozitivním postojem, a to v porovnání s dívkami, které již chemii vnímají neutrálně. Studenti prvního ročníku vnímají chemii neutrálně, s narůstajícím věkem studentů je patrný pokles, kdy se postoje k chemii stávají negativními, a to jak u studentů druhého, tak i třetího ročníku. V závěru jsou navrženy možnosti dalšího směřování výzkumu v této oblasti.

Klíčová slova: chemie, dotazník, postoje, studenti gymnázií.

Factors Influencing the Secondary School Students' Attitudes to Chemistry

Abstract

The study is focused on the investigation of students' attitudes to the subject of Chemistry on Czech secondary grammar schools. The partial aims are to find out differences between results with respect to gender, year of study and favourite subject. A questionnaire with 5-point Likert type items was used as a research tool. The sample size contained 552 Czech secondary grammar school students. By factor analysis the items were distributed into four categories: 1. The relevance of chemistry, 2. Popularity and difficulty of chemistry, 3. Chemical aids and laboratory experiments, 4. Interest in chemistry. The overall score indicated neutral students' attitudes toward chemistry. There was a statistically significant difference between boys and girls. Boys achieved higher score in comparison with girls. Boys perceived chemistry positively and girls neutrally. The youngest students perceived chemistry positively, others had neutral attitude toward chemistry. The conclusion includes further possibilities of research in this area.

Key words: chemistry, questionnaire, attitudes, grammar school students.

1 ÚVOD

Postoje k přírodovědným předmětům a jejich zkoumání řadíme v dnešní době mezi důležité výzkumné oblasti, a to zejména kvůli vzájemnému vztahu mezi postoji studentů k předmětu a jejich úspěšností v tomto předmětu. Ani chemie není v tomto směru výjimkou. Tento vzájemný vztah byl již ve světě potvrzen různými výzkumnými šetřeními, mezi která můžeme zahrnout studie od autorů Cheung (2009), Kan a Akbas (2006) a Salta a Tzougraki (2004), kteří uvádějí, že mezi postoji studentů k chemii a úspěšností studentů v tomto předmětu je pozitivní vliv (stanovený hodnotou korelace vyšší než 0,50). Kromě pozitivního vztahu mezi postoji a úspěšností, je jedním z dalších důvodů, proč by měly být rozvíjeny pozitivní postoje k chemii, vybrání povolání v oblasti chemie pro budoucí život.

Předkládaná studie poukazuje na vnímání studia chemie studenty¹ gymnázií v České republice. Kapitola „Teoretická východiska“ nastiňuje podobu chápání postojů v obecné rovině a též stručně shrnuje současný stav řešené problematiky se zaměřením na zjišťování postojů žáků a studentů k vyučovacím předmětům chemie. Metodická část je věnována představení výzkumného vzorku a výzkumného nástroje, jeho administraci a analýze získaných dat. V kapitole „Výsledky“ jsou nastíněna základní zjištění týkající se postojů studentů českých gymnázií k chemii; dále jsou zde uvedeny rozdíly ve vnímání vyučovacího předmětu chemie mezi jednotlivými proměnnými (pohlaví, studovaný ročník a oblíbený předmět). Část „Diskuse a závěr“ uvádí odpovědi na výzkumné otázky. Je zde možné nalézt též návrh dalšího směřování výzkumu v této oblasti.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA: ZÁKLADNÍ POJMY A STAV POZNÁNÍ

Základním zkoumaným problémem je pojem **postoj**, jeho složky, změna a měření. Celosvětově existuje mnoho definic tohoto pojmu, které se vzájemně odlišují v určitých znacích. Poprvé byl pojem postoj definován roku 1918, kdy Thomas a Znaniecki popsali postoje jako procesy individuálního vědomí, mající určující vliv na aktuální a budoucí reakce člověka k okolí. Mezi nejznámější a nejpoužívanější patří definice od Allporta (1967). Ten definuje postoj jako mentální a nervový stav připravenosti k reagování, který se utváří na základě zkušenosti a má usměrňující vliv na chování. Další definice vysvětluje postoje jako trvalé soustavy pozitivních nebo negativních hodnocení, emocionálního citění a tendencí jednání pro nebo proti společenským objektům (Krech; Crutchfield; Ballachey 1968). Nakonečný (1998) definuje postoj jako „hodnotící vztah“ – mít vůči něčemu postoj znamená zaujmout vůči určitému objektu hodnotící stanovisko. Je to zvláštní prvek ve struktuře osobnosti, který vyjadřuje hodnocení objektu subjektem. Objektem hodnocení v případě vyučovacího procesu v chemii může být cokoli – může to být chemie jako celek, případně učitelé chemie, nebo samotné hodiny výuky chemie či další aspekty související s chemií.

Před samotnou analýzou faktorů ovlivňujících postoje je důležité poukázat na to, proč je chemie (spolu s ostatními přírodovědnými předměty) pro žáky a studenty důležitá. Například Sears a Kessen (1964) uvádějí, že hlavní úlohou chemického přírodovědného vzdělávání je probudit v dítěti zájem o přírodovědné předměty a smysl

¹Termín žák je používán pro dítě navštěvující základní školu, termín student pro adolescenta navštěvujícího gymnázium, střední školu nebo vysokou školu.

pro radost z vyučování přírodovědných předmětů. Výrazný pokles zájmu o chemii začal celosvětově v osmdesátých letech minulého století a trvá dodnes (Koballa a Glynn, 2007). Může to být způsobeno velmi výrazným posunem v objevech v rámci chemie, které se také promítly do obsahové náročnosti předmětu a způsobily spíše přednáškové předávání znalostí před aktivním osvojováním těchto poznatků samotnými žáky a studenty. Na základě tohoto faktu vzniklo množství projektů, snažících se nalézt příčinu daného stavu. Kromě malých projektů jsou známy i velké mezinárodní studie, jako jsou PISA, TIMMS či ROSE, které se snaží najít příčinu nezájmu nejen o chemii, ale i o přírodovědné předměty obecně. Jeden z klíčových závěrů je, že pro žáky a studenty není obsah vyučovacích hodin chemie v souladu s jejich potřebami, motivací a zájmy (Sjöberg, Schreiner, 2006).

Co se týče současného stavu řešené problematiky je zřejmé, že prací, které se zabývají zkoumáním postojů studentů gymnázií k chemii, je relativně malé množství. Jak je z uvedených prací patrné, zkoumají spíše oblíbenost vyučovacímho předmětu chemie v rámci všech vyučovacích předmětů, než samotné postoje k chemii. Velmi zřídka je zkoumáním postojů k chemii jako vyučovacímho předmětu za pomoci škálovaných dotazníků či sémantického diferenciálu.

Z českého a slovenského prostředí je nejznámější studie od Veselského (2010), který provedl výzkum postojů studentů středních škol ke studiu přírodovědných předmětů se specifickým zaměřením na chemii (především na zájem o chemii a důležitost chemie). Výzkumný vzorek tvořili studenti prvního ročníku čtyřletého gymnázia. Hlavním zaměřením výzkumu bylo hodnocení vyučovacímho předmětu, jeho obsahu a obtížnosti při studiu na základní škole (podle autora výhoda této studie spočívá v tom, že studenti mají možnost hodnotit chemii na ZŠ s určitým časovým odstupem, a v hodnocení nejsou tolik ovlivněni aktuálními zážitky z vyučování, které by mohly jejich posuzování zkreslit). Výzkumným nástrojem byl dotazník tvořený 21 položkami (ve formě 5-stupňové škály), spolu s údaji o pohlaví a sídle školy. Všeobecně mají studenti poměrně nízký zájem nejen o výuku chemie, ale o přírodovědné předměty celkově. Dívky projevují vyšší zájem než chlapci. Podle studie je zájem o chemii úzce spjat s chápáním a porozuměním učivu, možností sebeuplatnění ve výuce, používáním pomůcek a pokusů ve výuce a – v neposlední řadě – též s osobností učitele. Höfer a Svoboda (2005) se pomocí dotazníkového šetření snažili podchytit úroveň vztahů žáků/studentů k výuce fyziky, chemie a dalších předmětů, názorů žáků/studentů na průběh vyučovacímho hodiny, názorů na používané učebnice i používání dalších didaktických pomůcek a také obecnější pohled žáka/studenta na výuku vůbec. Dotazník obsahoval škálované položky a byl administrován u žáků základních škol, osmiletých i čtyřletých gymnázií a středních škol. Z analýzy výsledků vyplývá výrazně špatné postavení fyziky a chemie v žebříčku oblíbenosti vyučovacímho předmětů na všech uvedených typech škol. Z výzkumu také plyne velmi těsný vztah oblíbenosti předmětu s jeho obtížností, kdy autoři konstatují, že oblíbené je to, co není obtížné a naopak. Gedrovics et al. (2008) vyhodnotili postoje k chemii jako negativní a na základě položek a vypočteného skóre rozdělili respondenty do čtyř typologických skupin: na odpůrce přírodních věd, poslušné, nadšence pro přírodní vědy a na vybíravé.

Ze zahraničních studií se postoji studentů středních škol k chemii zabývali Salta a Tzougraki (2004), kteří zkoumali vliv pohlaví, studijní specializace a úspěšnosti studentů řeckých středních škol na jejich postoje k vyučovacímho předmětu chemie. Na zjištění postojů byl použit dotazník se škálovanými položkami. Položky v dotazníku byly rozděleny do 5 dimenzí, a to konkrétně: 1. Náročnost chemie, 2. Zájem o chemii, 3. Význam chemie, 4. Důležitost chemie pro kariéru a 5. Dů-

ležitost chemie pro život. Autoři nevyhodnocovali celkové postoje k chemii, ale zaměřili se na vyhodnocování jednotlivých dimenzí. Kromě dimenzí „Důležitost chemie pro život“ a „Důležitost chemie pro kariéru“ byl jejich postoj neutrální. Autoři zjistili negativní skóre při hodnocení „Důležitosti chemie pro kariéru“, naopak u dimenze „Důležitost chemie pro život“ byly postoje studentů pozitivní. Při zkoumání vlivu pohlaví na postoje k chemii byl zjištěn významný rozdíl pouze v dimenzi „Náročnost chemie“, kdy dívky, v porovnání s chlapci, vnímají chemii jako náročnější. V ostatních dimenzích nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, ale chlapci v nich dosahovali pozitivnější postoj v porovnání s dívkami. Při zkoumání vlivu studijní kombinace dosahovali nejvyššího skóre ve všech dimenzích studenti, kteří chtěli po skončení střední školy pokračovat ve studiu medicíny. Pozitivní vztah mezi jednotlivými dimenzemi a úspěšností studentů byl detekován na základě získaných dat. Nejsilnější korelace se objevila mezi náročností chemie a úspěšností, což značí, že čím je chemie vnímána jako náročnější, tím v ní studenti dosahují horších výsledků. Kan a Akbas (2006) se zaměřili na zkoumání postojů studentů tureckých středních škol k vyučovacímu předmětu chemie. Autoři se rozhodli zjistit rozdíly mezi chlapci a dívkami, dále mezi prvním až třetím ročníkem, a také zkoumali vliv postojů k chemii na úspěšnost v tomto předmětu. Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník s položkami Likertova typu. Z uvedených výsledků vyplývá pozitivnější vnímání chemie jako vyučovacímho předmětu u chlapců. Z hlediska studovaného ročníku dosáhli nejpozitivnějšího stanoviska, v porovnání s ostatními skupinami, studenti navštěvující druhý ročník. Nejméně pozitivně vnímali chemii nejmladší studenti. Při vyhodnocování vlivu postoje k chemii na úspěšnost zjistili autoři pozitivní vliv postoje, což znamená, že čím pozitivnější postoj student zaujímá, tím se dají očekávat lepší studijní výsledky. Cheung (2009) si ve své práci dal za cíl prozkoumat vliv pohlaví a navštěvovaného ročníku na postoje k vyučovacímu předmětu chemie u studentů středních škol z Hongkongu. Výzkumný nástroj byl ve formě škálového dotazníku, položky byly rozděleny do čtyř dimenzí (1. Hodnocení chemických vyučovacích hodin, 2. Hodnocení laboratorních cvičení, 3. Tendence k učení se chemii a 4. Hodnocení chemie studenty z hlediska její náročnosti a významu). Autor ve své studii nevyhodnocoval postoje k chemii jako celku, ale vyhodnocoval jednotlivé dimenze. Významný efekt byl zjištěn zejména u prvních dvou dimenzí, a to pozitivnější hodnocení u chlapců v porovnání s děvčaty. Autor na závěr konstatuje pozitivní vnímání chemie u chlapců i u dívek.

3 DŮVOD VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

Jak je nastíněno výše, dostupných výzkumných prací, týkajících se zjišťování postojů studentů gymnázií k chemii, není mnoho. Proto je jedním z důvodů výzkumného šetření rozšířit výzkumnou oblast, týkající se zkoumání postojů českých studentů gymnázií se všeobecným zaměřením k chemii. Kromě zjištění, jaká je úroveň postojů k chemii, byl zjišťován také vliv pohlaví, ročníku a oblíbeného předmětu na postoje studentů k chemii. Tyto faktory byly vybrány v důsledku možnosti porovnání studie s dalšími výzkumnými šetřeními, v nichž byl použit podobný výzkumný nástroj a stejné proměnné. Nabízí se také možnost výzkumu, který je založený na sledování ovlivnění postojů studentů k vyučovacímu předmětu chemie osobností učitele, osvojeným učivem, metodami výuky a dalšími, což by však překračovalo navrhovaný rámec předkládané studie.

Byly stanoveny následující výzkumné otázky:

1. Jaký je vliv pohlaví na úroveň postojů studentů k chemii?
2. Existuje vztah mezi ročníky, které studenti navštěvují, a úrovní postojů k chemii?
3. Existuje vztah mezi oblíbeným předmětem a postojem k chemii?

Na základě výzkumných otázek byly formulovány následující hypotézy:

H1: Chlapci mají pozitivnější postoje k chemii v porovnání s dívkami.

H2: S rostoucím ročníkem jsou postoje studentů gymnázií k chemii pozitivnější.

H3: Studenti s oblíbeným přírodovědným předmětem mají pozitivnější postoje k chemii, než studenti s jiným oblíbeným předmětem.

4 METODIKA

4.1 VÝZKUMNÝ VZOREK

Výzkumný vzorek byl tvořen 552 studenty ze čtyř českých gymnázií se všeobecným zaměřením. Gymnázia byla vybrána náhodně. Děvčata tvořila 64,13 % výzkumného vzorku ($n = 354$ – viz tabulka 1). Do výzkumného šetření byli zahrnuti studenti prvních až třetích ročníků všeobecných gymnázií. Studenti čtvrtého ročníku nebyli do analýz zahrnuti, neboť chemie není na českých gymnáziích ve čtvrtém ročníku vyučována – studenti své znalosti z tohoto oboru rozšiřují ve volitelném předmětu biologicko-chemický seminář, a proto předpokládáme jak pozitivní postoj k chemii, tak vyšší znalosti a dovednosti v oblasti chemie. Průměrný věk respondentů byl 16,71 ($SD = 1,04$) a pohyboval se v rozmezí od 15 do 19 let. Podle oblíbeného předmětu byli studenti rozděleni do dvou skupin: první tvořili studenti, kteří jako svůj oblíbený předmět označili předmět přírodovědně zaměřený ($n = 187$), druhá část byla tvořena studenty s oblíbeným předmětem jiným, než přírodovědným ($n = 393$). Mezi přírodovědné předměty byly zařazeny biologie, chemie, fyzika a zeměpis.

Tab. 1: Základní demografické údaje výzkumného vzorku

Počet respondentů	Chlapci	Dívky	Ročník			Oblíbený předmět		Průměrný věk ($SD = 1,04$)
			1.	2.	3.	přírodovědný	nepřírodovědný	
552	198	354	145	113	294	187	393	16,71 ($SD = 1,04$)

4.2 VÝZKUMNÝ NÁSTROJ

Výzkumným nástrojem byl dotazník Likertova typu, obsahující 25 škálovaných položek. Podkladem pro tvorbu výzkumného nástroje byl dotazník použitý na měření postojů žáků základní školy k přírodopisu (Prokop, Komorníková, 2007), který byl po záměně pojmu přírodopis za chemii použit na měření postojů žáků druhého stupně základních škol k vyučovacímu předmětu chemie (Kubiatko et al., 2012).

Dotazník byl rozdělen na dvě části: první byla tvořena 25 postojovými položkami, druhou tvořily demografické položky (pohlaví, věk, ročník, oblíbený předmět). Na základě faktorové analýzy byly položky rozděleny do čtyř kategorií: 1. Významnost chemie, 2. Oblíbenost a náročnost chemie, 3. Chemické pomůcky a laboratorní experimenty a 4. Zájem o chemii (viz podkapitola 4.4 Analýza získaných dat). Postojové položky byly uvedeny jak v pozitivním významu, tak i v negativním významu. Celkový počet pozitivních položek byl 15. Ty byly pro další možnosti statistického

zpracování překódovány následovně: zcela nesouhlasím – 1; spíše nesouhlasím – 2; nevím – 3; spíše souhlasím – 4; zcela souhlasím – 5. Negativní položky byly překódovány v opačném pořadí. Celkové skóre ukázalo postoje studentů k chemii – nízké skóre reflektovalo relativně negativní postoj studentů k chemii, vysoké skóre postoj relativně pozitivní, přičemž jako neutrální postoj je chápáno celkové skóre v rozmezí od 2,75 po 3,25. Validita výzkumného nástroje byla zabezpečena dvěma způsoby, které se vztahovaly ke konstruktové validitě. V prvním případě byla určena odborníkem na tvorbu dotazníků a také učitelem z praxe. Hodnotitelé byli požádáni, aby se vyjádřili k jednotlivým položkám, jejich srozumitelnosti a náročnosti. Všechny položky vyšly jako srozumitelné a jejich náročnost byla odpovídající stupni vzdělání studentů. Druhým způsobem určení konstruktové validity byla realizace explorativní faktorové analýzy (viz podkapitola 4.4 Analýza získaných dat).

4.3 ADMINISTRACE VÝZKUMNÉHO NÁSTROJE

Výzkumný nástroj byl administrován na čtyřech českých gymnáziích se všeobecným zaměřením. Školy byly městského typu, kde počet studentů v žádné ze tříd nepřesáhl 30. Ve všech případech byli administrátory učitelé chemie, kteří byli poučeni, jak pracovat s výzkumným nástrojem, aby mohli zodpovědět případné otázky studentů. Studenti byli obeznámeni s anonymitou výzkumného nástroje, a také s tím, že získané údaje budou použity pouze pro výzkumné účely. Respondentům nebyl zadán časový limit pro vyplnění, doba vypracování nepřesáhla 20 minut.

4.4 ANALÝZA ZÍSKANÝCH DAT

Získané údaje byly po jejich převedení do číselné podoby podrobeny explorativní faktorové analýze s Varimax rotací s vlastním číslem větším než 1,00. Před samotným použitím faktorové analýzy bylo nutné provést testy, které dovolují její použití, konkrétně Kaiser-Meyer-Olkinův test (KMO) a Bartlettův teste sféricity. Hodnota KMO testu byla 0,91, hodnota Bartlettova testu ($\chi^2 = 5\,113,99$; $p < 0,001$). Uvedené hodnoty obou testů indikují použití explorativní faktorové analýzy. Na základě faktorové analýzy byly položky výzkumného nástroje rozděleny do čtyř kategorií (viz tabulka 2). První kategorií je Významnost chemie (4 položky), druhou tvoří Oblíbenost a náročnost chemie (4 položky), dále Chemické pomůcky a laboratorní experimenty (8 položek) a Zájem o chemii (4 položky). Tyto kategorie vysvětlovaly 49,82 % celkového rozptylu. Nejvíce bylo vysvětleno kategorií 1 (28,53 %). Z celkového počtu 25 položek jich bylo 5 vyřazeno, neboť hodnota faktorového skóre u nich byla nižší než 0,40.

Reliabilita výzkumného nástroje byla stanovena pomocí Cronbachovo alfa koeficientu, jehož hodnota ($\alpha = 0,86$) indikuje vysokou spolehlivost výzkumného nástroje. Na zjišťování statisticky významných rozdílů mezi skupinami nezávisle proměnných byly použity testy indukční statistiky. Použití Kolmogorova-Smirnovova testu potvrdilo normální rozložení dat ($d = 0,05$; $p > 0,50$), což umožnilo použití parametrické statistické metody zpracování dat. Konkrétně pro výpočet byla použita analýza rozptylu (ANOVA), ve které bylo skóre z postojové části výzkumného nástroje bráno jako závisle proměnná a demografické položky byly brány jako nezávisle proměnné. V případě výskytu více než dvou skupin u nezávisle proměnné byl na detailnější stanovení rozdílů použit Tukeyho post-hoc test. Na výpočet byly použity programy Microsoft Office Excel a Statistica 10.0.

Tab. 2: Výsledky explorativní faktorové analýzy

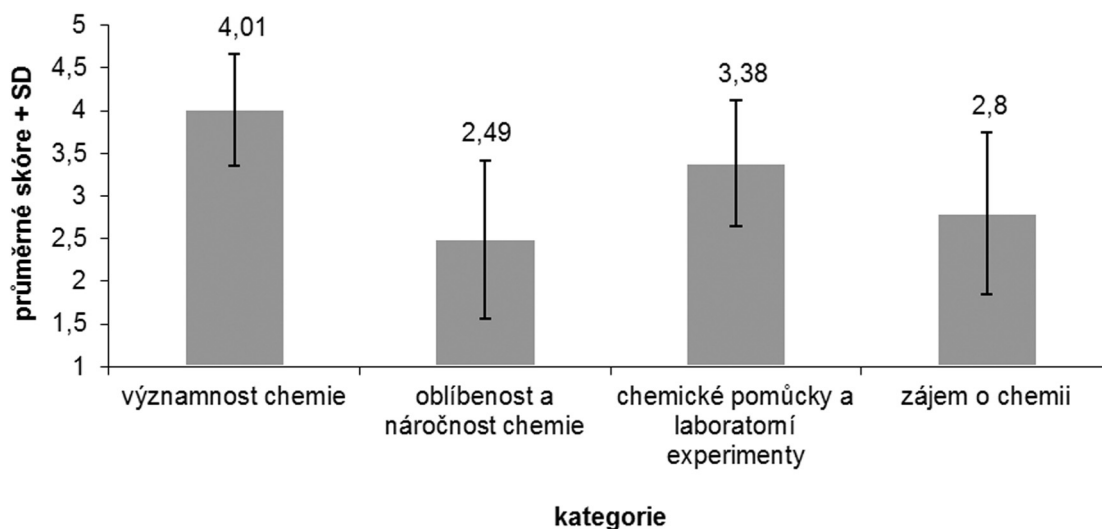
	α	I.	II.	III.	IV.
(I) Významnost chemie	0,66				
9. Pokrok v oblasti chemie zkvalitňuje naše životy.		0,73	0,07	0,07	-0,09
11. Chemické poznatky mohou pomoci při řešení problémů souvisejících s přírodním prostředím.		0,73	0,07	0,08	0,03
23. Procesy probíhající v přírodě považuji za zajímavé.		0,64	0,09	0,13	0,26
24. Chemické experimenty jsou velmi zajímavé.		0,46	0,01	0,46	0,26
(II) Oblíbenost a náročnost chemie	0,79				
1. Chemii mám raději než ostatní předměty.		0,08	0,53	0,38	0,38
4. Hodiny chemie jsou pro mě náročné.		0,11	0,77	0,27	0,07
16. Abych porozuměl/a chemickému učivu, musím se více soustředit.		0,02	0,80	-0,08	0,01
25. Domnívám se, že chemie je jeden z nejlehčích vyučovacích předmětů.		0,06	0,78	0,12	0,14
(III) Chemické pomůcky a laboratorní experimenty	0,78				
2. Na hodinách chemie nepoužíváme žádné pomůcky.		-0,05	-0,09	0,66	-0,07
5. Při chemických laboratorních cvičeních dochází k rozvoji mých vědomostí a dovedností.		0,34	0,08	0,55	0,21
8. V hodinách chemie se nudím.		0,06	0,10	0,76	0,09
10. Výklad učitele v hodinách chemie je pro mě zajímavý.		0,13	0,14	0,78	-0,03
14. Chemické pomůcky využívané v hodinách chemie mě zajímají.		0,39	0,02	0,41	0,29
15. Domnívám se, že ve srovnání s ostatními vyučovacími předměty není chemie důležitá.		0,22	0,34	0,42	0,40
20. Nemám rád/a hodiny chemie.		0,15	0,38	0,62	0,28
22. V hodinách chemie používáme hodně chemických pomůcek.		0,03	0,24	0,55	-0,09
(IV) Zájem o chemii	0,51				
6. Hodiny chemie bych chtěl/a mít častěji.		0,10	0,06	0,07	0,63
13. Moje budoucí kariéra je nezávislá od vědomostí z chemie.		0,00	0,13	0,08	0,78
18. Po dokončení studia bych chtěl/a pracovat v oblasti přírodních věd.		0,21	0,19	0,23	0,69
19. Poznatky z chemie nejsou pro každodenní život potřebné.		0,24	0,26	0,15	0,46
vlastní číslo		7,13	2,08	1,92	1,32
rozptyl (%)		28,53	8,31	7,67	5,30
Vyřazené položky					
3. Chemie a příroda jsou mi cizí.		0,06	-0,10	-0,11	0,39
7. Vědomosti z chemie jsou důležité pro porozumění jiným vyučovacím předmětům.		-0,04	0,07	0,14	0,34
12. Chemie mě zajímá pouze kvůli našemu učiteli chemie.		-0,24	-0,09	0,35	-0,14
17. Příroda je důležitou součástí lidského života.		0,35	-0,05	0,16	-0,01
21. Nemám rád/a mého učitele/učitelku chemie.		0,09	0,10	0,18	-0,11

α – Cronbachovo alfa

Čísla položek jsou identická s čísly položek ve výzkumném nástroji.

5 VÝSLEDKY

Celkové skóre postojové části dotazníku bylo 3,21 ($SD = 0,63$), což indikovalo neutrální postoj studentů k vyučovacím předmětu chemie. Při detailnějším pohledu na graf 1 je patrné, že studenti vidí význam chemie, a též relativně pozitivně vnímají využívání chemických pomůcek a laboratorních experimentů; zájem o chemii je neutrální. Jedinou negativní položkou je oblíbenost a náročnost chemie, kdy podle studentů je chemie spíše neoblíbená, a to zejména pro svoji náročnost a množství poznatků, které je potřeba si osvojit v poměrně krátkém čase.



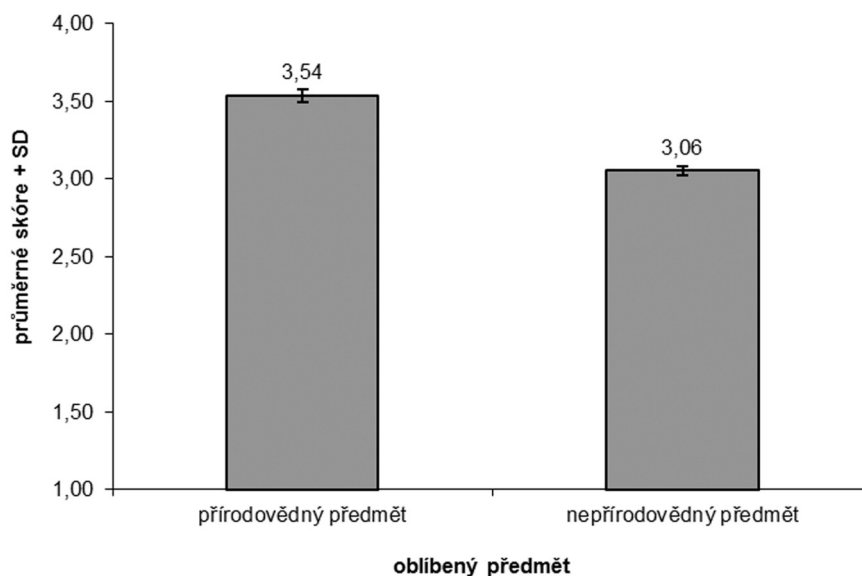
Graf 1: Průměrné skóre jednotlivých kategorií

5.1 VLIV OBLÍBENÉHO PŘEDMĚTU NA POSTOJE K CHEMII

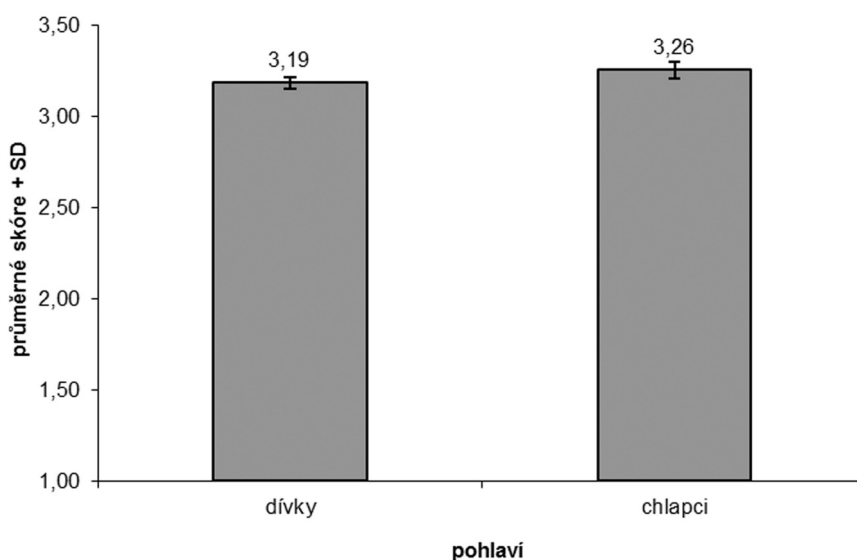
Vliv oblíbeného předmětu se ukázal jako významný faktor ovlivňující postoje studentů k chemii ($F = 96,98$; $p < 0,001$), kdy studenti s oblíbeným přírodovědným předmětem mají mnohem pozitivnější postoj (průměrné skóre $x = 3,54$, $SD = 0,04$) než studenti, kteří označili za svůj oblíbený předmět jiný, než je přírodovědný, a jejichž postoj je neutrální ($x = 3,06$, $SD = 0,03$) (graf 2). Z položkové analýzy vyplývá, že studenti s oblíbeným přírodovědným předmětem mají pozitivní vztah k chemii, rádi by měli více hodin chemie a velký přínos vidí v pochopení procesů, které probíhají v přírodě z chemického hlediska. Obě zkoumané skupiny se neliší ve vztahu k náročnosti chemie a též je shodné jejich pozitivní stanovisko ke zkvalitňování našeho života za využití nových poznatků z chemie. Studenti s oblíbeným jiným než přírodovědným předmětem nevidí takovou významnost chemie, a také hodiny chemie spíše nemají rádi; často uvádějí, že se na těchto hodinách nudí. Hypotéza o vlivu oblíbeného předmětu se akceptuje na hladině významnosti $p < 0,001$, protože studenti s oblíbeným přírodovědným předmětem zaujímali v porovnání se studenty, kteří mají oblíbený předmět jiný než přírodovědný, pozitivnější postoj k tomuto předmětu.

5.2 VLIV POHLAVÍ NA POSTOJE K CHEMII

Graf 3 znázorňuje vliv pohlaví na postoje studentů k chemii. Ten nebyl statisticky významný ($F = 1,43$; $p = 0,23$). Při detailnějším pohledu lze pozorovat, že mezi



Graf 2: Postoje k chemii podle oblíbeného předmětu



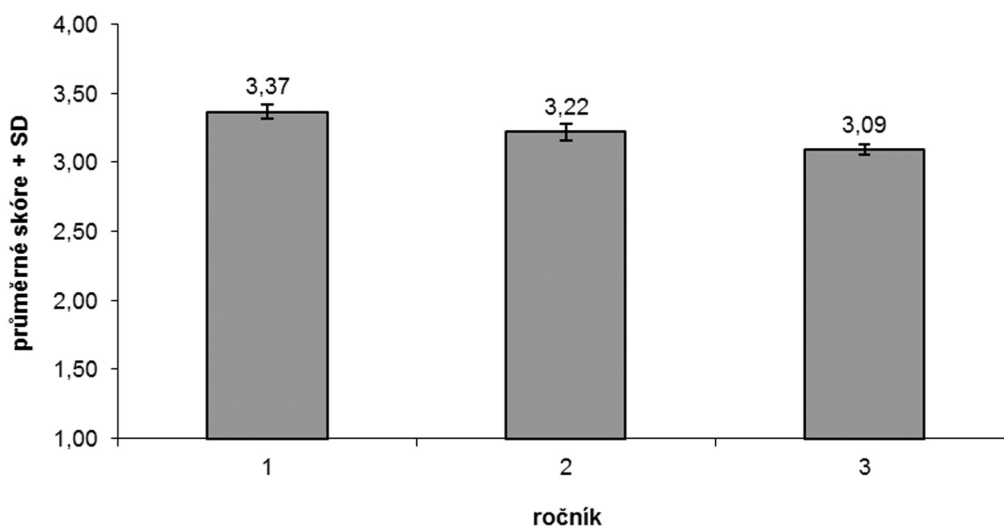
Graf 3: Postoje k chemii podle pohlaví

chlapci a dívkami byl rozdíl ve skóre ve prospěch chlapců ($x = 3,26$; $SD = 0,04$) v porovnání s dívkami ($x = 3,19$; $SD = 0,03$). Na základě uvedeného zjištění je možné konstatovat přibližně podobný zájem o chemii, také obě skupiny vidí přibližně stejný význam chemie, ale dívky – v porovnání s chlapci – vidí hodiny chemie jako náročnější, což může být způsobeno jiným přístupem k učení. Chemie je abstraktní předmět, který vyžaduje vysokou úroveň abstraktního myšlení. To je všeobecně rozvinutější u chlapců nežli u dívek, které při řešení úloh využívají především naučené definice a lépe si zapamatují a pochopí věci a jevy, jež dokážou samy pozorovat. Daný fakt je možné potvrdit i analýzou položek spadajících do kategorie oblíbenosti a náročnosti, zejména se jedná o položku, která zjišťovala, zdali se studenti musí více soustředit, aby pochopili chemické učivo. Při uvedené položce byl zjištěn rozdíl, kdy dívky musí vynaložit více energie na pochopení chemického učiva než chlapci (alespoň dle jejich odpovědí). Také v další položce zařazené do uvedené kategorie považovalo více chlapců chemii za jeden z nejléších předmětů, což je ve spojitosti s náročností učiva v ní obsaženého. Jak chlapci, tak i dívky mají neutrální vztah

k důležitosti chemie, tu však velmi zřetelně vidí především ve zkvalitňování lidského života na základě nových chemických poznatků.

5.3 VLIV ROČNÍKU NA POSTOJE K CHEMII

Výsledky týkající se postojů k chemii na základě navštěvovaného ročníku ukázaly statisticky významný rozdíl ($F = 9,54$; $p < 0,001$). Hodnota skóre u studentů prvního ročníku byla 3,37 ($SD = 0,05$), studenti druhého ročníku dosáhli celkového skóre 3,22 ($SD = 0,06$) a celkové skóre studentů třetího ročníku je 3,09 ($SD = 0,03$). Použitím Tukey post-hoc testu bylo zjištěno, že významný rozdíl je pouze mezi studenty třetího a prvního ročníku ($p < 0,001$), kdy studenti prvního ročníku mají k chemii pozitivní postoj, zatímco studenti ročníku třetího mají postoj neutrální (graf 4). Jednou z možností, proč dochází u studentů ke změně úrovně postojů směrem k negativnímu vnímání chemie, je i obsah učiva v jednotlivých ročnících. Pravděpodobně většina učitelů směřuje do prvního ročníku učivo týkající se obecné chemie a anorganické chemie, která může být pro studenty zajímavější, a proto je i jejich hodnocení chemie pozitivnější. Svědčí o tom i fakt, že spolu se stoupajícím ročníkem označovalo více studentů možnost, že se na hodinách chemie nudí. Zatímco u studentů prvního ročníku to bylo nízké číslo, tak u studentů druhého a třetího ročníků počet nudících se na hodinách chemie prudce stoupal. Také to potvrzuje položka týkající se zhodnocení náročnosti vyučovacího předmětu chemie. Jako náročnější označovali tento předmět studenti druhého a třetího ročníku. Studentů, kteří označili chemii za náročnou, bylo v porovnání s jejich staršími kolegy méně.



Graf 4: Postoje k chemii podle navštěvovaného ročníku

6 DISKUSE A ZÁVĚR

Cílem prezentovaného výzkumného šetření bylo zjistit postoj studentů českých gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. Doplňkovým cílem bylo zjistit, jaký vliv na utváření postojů mají pohlaví, studovaný ročník a oblíbený předmět. Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník s 5-stupňovými škálovanými položkami, který lze po určitých úpravách použít i na zkoumání postojů k jiným předmětům, než je chemie, přičemž se nemusí jednat pouze o přírodovědné předměty (biologie, fyzika, zeměpis). Výzkumný nástroj lze použít i na zkoumání jiné věkové skupiny respondentů, například na vysokých školách. Záměrem autorů bylo také přispět k nevelkému počtu

výzkumných prací, které by se zabývaly obdobným tématem. Celkově byl zjištěn neutrální postoj studentů k chemii, což může být způsobeno obsahem vyučovacího předmětu. Tematické celky se probírají v rychlém sledu za sebou a jejich obsahová náplň je různorodá. Proto kvůli krátkému časovému působení nemusí dojít k pozitivnímu či negativnímu vyhranění k uvedenému předmětu.

První stanovená hypotéza „Chlapci mají pozitivnější postoje k chemii v porovnání s dívkami“ se zamítá, protože nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v postojích k chemii ve prospěch chlapců. Přestože hypotéza byla zamítnuta, chlapci dosáhli vyššího skóre než děvčata. Podobných výsledků dosáhli Barnes et al. (2005), Cheung (2009), Kan a Akbas (2006) a Ozden (2008), kteří zjistili pozitivnější vnímání chemie u chlapců než u dívek. Opačného výsledku, tedy pozitivnějšího vnímání chemie děvčaty, dosáhli ve své práci Hofstein et al. (1977). Jak je možné vidět nejen z předloženého výzkumného šetření, ale též ze šetření jiných, v současné době se ukazuje trend pozitivnějšího vnímání chemie u chlapců v porovnání s dívkami. Zjištění je podpořeno i faktem, který ve své studii uvádí Ramsden (1998). Ten proklamuje pozitivnější vnímání přírodovědných předmětů (mezi které je řazena i chemie) u chlapců. Druhá hypotéza si kladla za úkol potvrdit nebo vyvrátit tvrzení, že s rostoucím ročníkem jsou postoje studentů k vyučovacím předmětům chemie pozitivnější. Analýzou rozptylu byl zjištěn statisticky významný rozdíl, a to především mezi studenty prvního a třetího ročníku. Zatímco studenti prvního ročníku mají k chemii pozitivní postoj, u studentů druhého a třetího ročníku je postoj již neutrální. Celkově je možné říci, že s narůstajícím věkem studentů klesá zájem o vyučovací předmět chemie. Změnu postojů k chemii s rostoucím ročníkem studia zaznamenali ve svých studiích též Hilbink a Barke (2000), Hofstein et al. (1977) a Kan a Akbas (2006). Menis (1989), zkoumající postoje amerických žáků k chemii, zjistil opačný trend, tedy že starší žáci měli pozitivnější postoje k chemii, mladší negativnější. Pokud pomíneme studenty čtvrtého ročníku, ovlivněné oblíbeností přírodovědných předmětů, můžeme hypotézu číslo dvě zamítnout, neboť u starších studentů je výrazný pokles zájmu o chemii spojený s poklesem postojů k tomuto předmětu. Vzhledem k tomu, že výzkum nebyl prováděn longitudinálně, mohl každý ročník učit jiný učitel, a tím pádem mít jiný vliv na studenty, a tím ovlivňovat i jejich úroveň postojů k danému předmětu. Druhou možností, proč dochází k poklesu zájmu studentů o vyučovací předmět chemie, je změna zájmů studentů. Po přechodu ze základní školy na gymnázium mohli být studenti ještě plní ideálů a očekávání a projevovali zájem o školní předměty. V následujících ročnících již byli ovlivněni spolužáky a do centra jejich zájmů se dostávaly jiné aspekty, které vytlačovaly zájem nejen o chemii, ale také i fakt, že studenti se profilují a do centra jejich zájmů se dostávají i jiné předměty, na které se chtějí vázat při dalším studiu. Proto chemii posouvají do pozadí. Poslední (třetí) hypotézu, konstatující, že studenti s oblíbeným předmětem chemie (nebo jiným přírodovědným předmětem) mají pozitivnější postoje k danému předmětu než studenti s jiným oblíbeným než přírodovědným předmětem, můžeme na základě získaných údajů potvrdit. Vliv oblíbeného předmětu se ukázal jako významný faktor ovlivňující postoje studentů k chemii, kdy studenti s oblíbeným přírodovědným předmětem mají mnohem pozitivnější postoj než studenti, kteří označili za svůj oblíbený předmět jiný, než je přírodovědný (jejichž postoj je neutrální). Podobných výsledků dosáhli i Ozden (2008) a Salta a Tzougraki (2004). Sledování této proměnné není ve výzkumných pracích častým jevem. Dá se s jistotou předpokládat, že studenti s oblíbeným předmětem chemie, či jiným přírodovědným předmětem, budou chemii hodnotit o mnoho pozitivněji než studenti s jiným oblíbeným než přírodovědným předmětem. Při hodnocení vlivu uvedené proměnné (oblíbený předmět) nejde pouze

o potvrzení jejího vlivu na úroveň postojů, ale také o potvrzení reliability výzkumného nástroje.

Jak ukazují získané výsledky, tak i výsledky některých starších studií (Höfer, Svoboda, 2005; Pavelková, Škaloudová, Hrabal, 2010; Veselský, Hrubíšková, 2009), patří chemie spíše mezi neoblíbené předměty. Jak však bylo zjištěno, zájem o chemii a oblíbenost chemie rostou spolu s využíváním chemických pomůcek a laboratorních experimentů ve výuce. Vliv chemických experimentů na pozitivní utváření postojů potvrzuje i studie od autorů Wolfa a Frasera (2008). Bohužel na základě nedostatečného (nebo často i nevhodného) materiálního zabezpečení není těchto možností většinou adekvátně využíváno. Pokud bude ve výuce chemie vyučující předvádět alespoň demonstrační pokusy (které nejsou tak časově a materiálně náročné), může získat větší pozornost studentů a tím ovlivnit jejich postoj k danému předmětu (původně neutrální postoj se začne měnit v postoj pozitivní). Taktéž přiblížení poznatků z chemie každodennímu životu (propojení s praxí, např. metody oddělování směsí a výroba ethanolu, zpracování kovů na předměty denní potřeby, redoxní děje a autobaterie, deriváty organických sloučenin a jejich využití v běžném životě, léčiva a drogy – tedy témata, o které studenti jeví zájem, neboť se s nimi ve svém věku často setkávají) pozitivně ovlivňuje vnímání chemie. Další z možností je též aplikovat do výuky chemie i metody neformálního vzdělávání, prvky kooperativního a problémového vyučování, během nichž se studenti učí vědeckým postupům, pozorování jevů, analyzování a plánování různých experimentů. Aplikaci neformálního vzdělávání podporuje i Salmi (2003), podle kterého má neformální vzdělávání vliv na zvýšení vnitřní motivace k přírodovědným předmětům. Výzkum v této oblasti by se mohl dále ubírat zjištěním vlivu dalších faktorů, jako je například osobnost učitele či probírané učivo.

LITERATURA

ALLPORT, G. W. Attitudes. In Fishbein, M. (Ed.) *Readings in attitude theory and measurement*. New York : J. Wiley, 1967, s. 3–13.

BARNES, G., MCINERNEY, D. M., MARSH, H. W. Exploring sex differences in science enrolment intentions: An application of the general model of academic choice. *Australian Educational Researcher*. 2005, roč. 32, č. 2, s. 1–23.

CHEUNG, D. Students' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*. 2009, roč. 39, č. 1, s. 75–91.

GEDROVICS, J., BÍLEK, M., JANIUK, R. M., MOJSA, R., MOZHEIKA, D., ŘÁDKOVÁ, O. Trendy v zájmech a postojích patnáctiletých žáků k přírodním vědám. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*, 2008. Série B, 12, s. 13–17.

HILBING, C., BARKE, H. D. An idea of science: Attitudes towards chemistry and chemical education expressed by artistic paintings. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2000, roč. 1, č. 3, s. 365–374.

HÖFER, G., SVOBODA, E. Některé výsledky celostátního výzkumu „Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky“. In Rauner, K. (ed.): *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy*. Sborník z konference. Plzeň : Západočeská univerzita, 2005, s. 52–70.

- HOFSTEIN, A., BEN-ZVI, R., SAMUEL, D., TAMIR, P. Attitudes of Israeli high-school students toward chemistry and physics: A comparative study. *Science Education*. 1977, roč. 6, č. 2, s. 259–268.
- KAN, A., AKBAS, A. Affective Factors That Influence Chemistry Achievement (Attitude and Self Efficacy) and The Power Of These Factors To Predict Chemistry Achievement-I. *Journal of Turkish Science Education*. 2006, roč. 3, č. 1, s. 76–85.
- KOBALLA, T. R., GLYNN, S. M. Attitudinal and motivational constructs in science learning. In Abell, S. K. and Lederman, N. G. (ed.) *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 2007, s. 75–102.
- KRECH, D., CRUTCHFIELD, R. S., BALLACHEY, E. L. *Člověk v společnosti*. Bratislava : SAV, 1968.
- KUBIATKO, M., ŠVANDOVÁ, K., ŠIBOR, J., ŠKODA, J. Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*. 2012, roč. 22, č. 1, s. 82–96.
- MENIS, J. Attitudes towards School, Chemistry and Science among Upper Secondary Chemistry Students in the United States. *Research in Science & Technological Education*. 1989, roč. 7, č. 2, s. 183–190.
- NAKONEČNÝ, M. *Psychologie osobnosti*. Vyd. 2. Praha : Academia, 1998, 333 s.
- OZDEN, M. An Investigation of Some Factors Affecting Attitudes toward Chemistry in University Education. *Essays in Education*, Special Edition, 2008, s. 90–99.
- PAVELKOVÁ, I., ŠKALOUDOVOVÁ, A., HRABAL, V. Analýza vyučovacích předmětů na základě výpovědí žáků. *Pedagogika*. 2010, roč. 55, č. 1, s. 38–61.
- PROKOP, P., KOMORNÍKOVÁ, M. Postoje k přírodopisu u žiaků druhého stupňa základných škôl. *Pedagogika*. 2007, roč. 57, č. 1, s. 37–46.
- RAMSDEN, J. M. Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*. 1998, roč. 20, č. 2, s. 125–137.
- SALMI, H. Science centers as leasing laboratories: Experience of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*. 2003, roč. 25, č. 5, s. 460–476.
- SALTA, K., TZOUGRAKI, Ch. Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*. 2004, roč. 88, č. 4, s. 535–547.
- SEARS, P. B., KESSEN, W. Statement of purposes and objectives of science education in school. *Journal of Research in Science Teaching*. 1964, roč. 2, č. 1, s. 3–6.
- SJÖBERG, S., SCHREINER, C. Science education and youth's identity construction — two incompatible projects? In Corrigan, D., Dillon, J. and Gunstone, R. (ed.): *The Re-emergence of Values in the Science Curriculum*. Rotterdam : Sense Publishers. 2006 [online] [cit. 12. 2. 2012]. Dostupné z: <http://folk.uio.no/sveinsj/ValuesROSE-Schreiner-Sjoberg.pdf>
- THOMAS, W. I., ZNANIECKY, F. *Polish peasant in Europe and America*. Boston : Badger, 1918 sv. 1.
- VESELSKÝ, M. *Motivácia žiakov učiť sa*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2010, 116 s. ISBN 978-80-223-2820-3.
- VESELSKÝ, M., HRUBIŠKOVÁ, H. Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*. 2009, roč. 19, č. 3, s. 45–64.

WOLF, S. J., FRASER, B. J. Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*. 2008, roč. 38, č. 3, s. 321–341.

PhDr. Kateřina Švandová – E-mail: katkasvandova@gmail.com
Katedra biologie, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika

PaedDr. Milan Kubiátko, Ph.D. – E-mail: mkubiátko@gmail.com
Institut výzkumu školního vzdělávání, Pedagogická fakulta MU
Poříčí 31, 603 00 Brno, Česká republika

Výzkumy vlivu některých typů technologií na vědomosti a dovednosti žáků v matematice

Jarmila Robová

Abstrakt

Článek je věnován přehledu a analýze našich i zahraničních výzkumů, které se zabývají vlivem technologií na vědomosti a dovednosti žáků v matematice v období od devadesátých let dvacátého století až po současnost. Postupně jsou prezentovány a rozebírány metody i výsledky experimentů zaměřených na používání některých typů technologií, a to grafických kalkulátorů, programů dynamické geometrie a webových výukových zdrojů. Pozornost je věnována zejména relevantním výzkumům, které zkoumaly začlenění uvedených technologií do vyučování matematice na úrovni střední školy. Závěrem jsou shrnuty hlavní přínosy a rizika integrace těchto technologií a uvedeny současné trendy jejich integrace.

Klíčová slova: střední škola, vyučování matematice, vědomosti, dovednosti, technologie.

Research on the Effects of Some Types of Technology on Pupils' Knowledge and Skills in Mathematics

Abstract

The article presents an overview and analysis of the research concerning the influence of technology on pupils' knowledge and skills in mathematics in the period since the nineties of the twentieth century to the present. There are presented and discussed methods and results of the experiments focused on the use of some types of technologies such as graphic calculators, dynamic geometry software and internet. In conclusion, the article refers to current trends of technology integration and summarizes the main merits and risks associated with its use in mathematics education.

Key words: secondary school, mathematics teaching, knowledge, skills, technology.

1 ÚVOD

V souvislosti se snahou o přiblížení obsahu i pojetí vzdělávání potřebám společenského a technického vývoje se postupně mění vyučování na různých stupních vzdělávacího systému. Jedním z nejvýraznějších trendů posledních desetiletí je zavádění technologií do procesu vzdělávání a vyučování, a to nejen v matematice. Zkušenosti u nás i ve světě ukazují, že využívání informačních a komunikačních technologií (dále jen ICT) může přispívat ke zkvalitnění vyučovacího procesu, a to především z hlediska aktivizace žáků i zvýšení názornosti a efektivity výuky.

K základním faktorům, které z hlediska vzdělávání ovlivňují integraci ICT, patří podle Walterové et al. (2004), Neumajera (2007) a Saka et al. (2007):

- státní informační politika ve vzdělávání,
- začlenění ICT do kurikula,
- postoje škol a učitelů k počítačovým technologiím,
- vybavenost škol počítači, včetně připojení k internetu,
- počítačové dovednosti učitelů,
- dostupnost kvalitních programů využitelných ve výuce.

Uvedené faktory na sebe vzájemně působí a doplňují se, podstatnou roli hraje postoj učitele k technologiím, neboť využívání ICT ve výuce rozhodujícím způsobem ovlivňují metodické dovednosti vyučujícího (Burill et al., 2002; Kastberg, Leatham, 2005).

K nejvíce používaným prostředkům ICT ve výuce matematiky dnes patří kapesní kalkulátory, počítače s vhodnými programy, interaktivní tabule a internet. Podíváme-li se do nedávné historie, pak jako první z nich se na základních i středních školách přes počáteční výhrady prosadily kapesní kalkulátory. Nejčastější námitkou proti jejich používání bylo, že pod vlivem kalkulátorů dojde k zhoršení početních dovedností žáků. Je to pochopitelné, neboť tehdejší kalkulátory do výuky matematiky přinášely především usnadnění numerických výpočtů, přičemž zvládnutí základních početních operací představuje důležitou náplň učiva v nižších ročnících základní školy. Vzhledem k tomu, že závěry experimentálních studií u nás i ve světě tyto obavy nepotvrdily, byl počátkem osmdesátých let kalkulátor zařazen jako doporučená pomůcka do osnov matematiky základních škol ve většině vyspělých zemí (Květoň, 1983).

V osmdesátých a devadesátých letech se na školách začaly používat osobní počítače, avšak nebylo běžné je používat při výuce jiných předmětů, než je programování. To bylo dáno jednak tehdejší malou připraveností učitelů na práci s počítači, jednak i nedostatkem vhodných matematických programů pro základní a střední školu. Proto se v západních státech Evropy a v USA začaly používat nové typy kapesních kalkulátorů, tzv. grafické, které umožňují zobrazovat grafy funkcí. Zdokonalování matematických programů v devadesátých letech umožnilo postupně řešit matematické problémy v symbolické rovině prostřednictvím počítačových algebraických systémů. Vývoj geometrických programů přinesl na přelomu tisíciletí do výuky matematiky metody modelování a experimentování s geometrickými objekty, přičemž tyto metody se opírají o dynamické vlastnosti těchto programů. Přibližně ve stejnou dobu vstoupil do škol internet, o něco později i interaktivní tabule.

V další části se budeme zabývat výzkumy vlivu vybraných technologií na proces vyučování matematice, které byly realizovány od devadesátých let dvacátého století až po současnost. Konkrétně se zaměříme na integraci grafických kalkulátorů, programů dynamické geometrie a webových výukových zdrojů.

2 VÝZKUMY VLIVU GRAFICKÝCH KALKULÁTORŮ NA VĚDOMOSTI A DOVEDNOSTI ŽÁKŮ

Hlavní přínos grafických kalkulátorů spočívá v možnosti vizualizace matematických objektů na obrazovce v grafickém režimu. Grafické příkazy kalkulátorů umožňují zobrazovat zejména grafy funkcí a zkoumat jejich vlastnosti.

V posledních dvaceti pěti letech bylo ve světě realizováno mnoho výzkumů zaměřených na používání grafických kalkulátorů ve výuce matematiky, a to zejména z hlediska změn v procesu vyučování i z hlediska výkonu žáků v testech vědomostí a dovedností. Získané výsledky nelze jednoduše generalizovat, neboť jednotlivé studie se liší v mnoha ohledech – v různorodosti použité metodologie i přístupu k hodnocení a interpretaci výsledků. Je zajímavé, že se částečně liší i závěry sekundárních souhrnů výzkumných šetření a meta-analýz těchto výzkumů, jak také uvádějí Roschelle a Gallagher (2005).

2.1 GRAFICKÉ KALKULÁTORY BEZ CAS¹ TECHNOLOGIE

Články publikované během devadesátých let v USA se zabývaly využitím grafických kalkulátorů v tematických celcích souvisejících s pojmem funkce a jejími vlastnostmi (Mercer, 1995), rozvíjením některých matematických dovedností (Dion, 1990; Hirschhorn, Thompson, 1996) a řešením reálných problémů (Day, 1996). V souvislosti s využíváním kalkulátorů ve školské matematice byl předmětem zájmu odborníků jejich vliv na úroveň matematických vědomostí a dovedností žáků v testech, včetně sledování změn v postojích žáků k matematice.

Výzkumy, jež byly zaměřeny na porovnání výkonnosti ve standardizovaných matematických testech, porovnávaly výsledky žáků z kurzů matematiky, ve kterých žáci pracovali s grafickými kalkulátory, s výsledky žáků z klasických kurzů. Studie Ruthven (1990), Quesada, Maxwell (1992) a Harvey (1993) (cit. v Dunham, Dick, 1994) zjistily statisticky významné rozdíly ve prospěch skupin s grafickými kalkulátory, jiné jako Rich (1991) a Army (1992) k žádným významným rozdílům mezi experimentálními a kontrolními skupinami nedospěly. Existuje také experiment (Giamati, 1991; cit. v Dunham, Dick, 1994), jehož výsledkem je, že kontrolní skupina dosáhla lepších výsledků. Výsledky těchto studií jsou však těžko vzájemně porovnatelné, neboť v některých skupinách žáci mohli v testech používat grafické kalkulátory, v jiných tomu tak nebylo. Navíc ve všech uvedených studiích nebyly zajištěny stejné osnovy a materiály pro porovnávané skupiny.

Z hlediska vlivu grafických kalkulátorů na porozumění různým matematickým pojmům ukázaly výzkumy citované v souhrnné studii Dunham, Dick (1994) a v metaanalýze Khoju, Jaciw, Miller (2005),² že žáci používající grafické kalkulátory do-

¹CAS – *Computer Algebra System*. Jedná se o typ matematického software, který umožňuje pracovat nejen s čísly, ale i se symboly, např. zjednodušovat algebraické výrazy, počítat derivace i neurčité integrály aj. Někdy se těmto programům říká systémy počítačové algebry.

²Dunham a Dick (1994) uvádějí analýzu výzkumů z let 1989–1993, Khoju, Jaciw, Miller (2005) z let 1990–2001. Tyto analýzy se překrývají v jediném výzkumu, který realizoval Ruthven (1990).

sahovali lepších výkonů v následujících oblastech:

- přiřazování grafů funkcí k jejich předpisům,
- čtení a interpretaci grafických informací,
- získání více poznatků z grafu funkce,
- chápání souvislostí mezi grafickou, numerickou a algebraickou reprezentací,
- porozumění obecným vlastnostem funkcí,
- osvojení si více předpisů konkrétních elementárních funkcí.

Další okruh otázek výzkumu výuky s grafickými kalkulátory se zaměřil na řešení úloh (*problem solving*). Podle výše citovaných výzkumů a jejich analýz žáci, kteří běžně řeší úlohy s touto pomůckou,

- jsou flexibilnější v přístupu k řešení úloh,
- jsou vytrvalejší v hledání řešení,
- soustřeďují se na podstatu problému a ne na algebraickou manipulaci,
- úspěšně řeší nerutinní problémy,
- mají pozitivní vztah k této pomůcce a jsou přesvědčeni, že jim pomáhá zlepšit jejich schopnost řešit úlohy.

Grafické kalkulátory se postupně prosadily do školské matematiky i v evropských zemích. V Německu byl v letech 1991–1994 realizován čtyřletý experiment, který se zabýval integrací grafických kalkulátorů a následnou změnou metod i cílů matematického vzdělávání od 9. do 12. ročníku. Učitelé v pokusných třídách kladně hodnotili dodávané materiály i změny, které do výuky grafické kalkulátory přinesly – empirické metody zkoumání a zvýšení sebekontroly žáků (Flade, Lichtenberg, Pruzina, 1992; Hentschel, Pruzina, 1995).

Podobné pokusné vyučování s využitím grafických kalkulátorů na úrovni střední školy bylo zahájeno v devadesátých letech v Polsku, Maďarsku a v České republice. Jednalo se však o menší experimenty v jedné či dvou třídách. Výsledky ukázaly vhodnost zařazení této pomůcky do tematických okruhů *funkce*, *rovnice* a potvrdily, že na grafický kalkulátor spoléhají především slabší žáci a že to, zda žáci dávají přednost grafickým metodám řešení před algebraickými, závisí na přístupu učitele. Čtyřletý výzkum³ na pražském gymnáziu ve školních letech 1992/1993 až 1995/1996 dospěl k obdobným závěrům. Statistické zpracování a kvalitativní rozbor testových výsledků žáků experimentální a srovnávací skupiny ve druhém a čtvrtém roce výzkumu ukázaly, že nejsou výrazné rozdíly mezi skupinami; chyby, které se vyskytly ve srovnávací skupině a které souvisely s neporozuměním daným pojmům, se však v experimentální skupině neobjevily (Robová, 1998). Tento fakt podpořil závěry zahraničních výzkumů, které poukazovaly na lepší porozumění pojmům v experimentálních skupinách.

³Výzkum byl realizován na pražském gymnáziu v jedné třídě s 28 žáky po dobu čtyř let; kontrolní skupinu ve druhém a čtvrtém roce výzkumu tvořily tři třídy. Výzkum byl zaměřen na vytváření a ověřování vhodných metodických postupů a výukových materiálů pro integraci grafického kalkulátoru v jednotlivých tématech středoškolské matematiky. Součástí výzkumu bylo sledování práce i výsledků žáků v podmínkách školní výuky podle platných osnov.

I v následujících letech byla ve světě věnována pozornost přínosu i důsledkům integrace grafických kalkulátorů do výuky matematiky. Dále se podrobněji podíváme na studie Burrill et al. (2002), Ellington (2003) a Kastberg, Leatham (2005), které se zaměřily na srovnávací analýzu výzkumů užití kalkulátorů v hodinách středoškolské matematiky. Analyzované výzkumy měly převážně kvantitativní charakter a v řadě z nich byla použita metoda pre-testu a post-testu; testy psali žáci v experimentálních i srovnávacích skupinách.

Burrill et al. (2002) se ve své studii mezi jiným zaměřili na porovnání 43 sledovaných výzkumů z hlediska

- typu matematických úloh, ve kterých žáci volili řešení s využitím grafického kalkulátoru, a způsobu jejich práce s touto pomůckou,
- charakterizace matematických vědomostí a dovedností, které se žáci naučili s podporou kalkulátoru.

Bylo zjištěno, že přístup učitele k této pomůcce a vyučovací metody hrály významnou roli ve způsobu, jakým žáci využívali tuto technologii. Žáci pochopitelně preferovali metody a postupy, které jim předkládali jejich učitelé, a pomůcku využívali zejména ke grafickému řešení problému či k vizualizaci situace. Grafické kalkulátory byly nejvíce používány v algebře, dále při výuce funkcí a v úvodu do diferenciálního počtu. Výsledky srovnávacích testů ukázaly, že v těchto tématech pomůcka přispěla zejména k hlubšímu pochopení pojmu proměnná a funkce. Z hlediska typu a úrovně osvojených matematických dovedností byl opět důležitý přístup učitele – pokud se ve svých hodinách zaměřil na řešení aplikačních úloh s podporou kalkulátoru, vykazovali jeho žáci lepší výsledky v testových otázkách zaměřených právě na tuto problematiku.

Ellington (2003) se ve své metaanalýze 54 výzkumných studií zaměřila na otázky související zejména s vlivem užívání grafického kalkulátoru na osvojování pojmů a rozvíjení matematických dovedností (*conceptual, computational, operational, problem solving skills*). Porovnávané výzkumy rozdělila do dvou skupin podle toho, zda žáci směli používat v testech kalkulátor, či nikoliv. Zjistila, že pokud žáci nemohli používat tuto pomůcku v testech, byly jejich výsledky signifikantně lepší pouze v úkolech zaměřených na testování operačních dovedností (*procedural skills*⁴). Pokud žáci při psaní testu pracovali s kalkulátorem, dosahovali lepších výsledků i v dalších dovednostech. Dále také sledovala, zda se tyto závěry lišily podle toho, zda se jednalo o standardizované testy, či testy vytvořené výzkumníky. V nestandardizovaných testech žáci užívající grafický kalkulátor dosáhli výrazně lepších výsledků nejen v operačních dovednostech, ale i v porozumění pojmům. Uvedené výsledky naznačují, že některé zaznamenané pozitivní jevy souvisejí s povolením kalkulátoru v testech a se souladem úkolů řešených ve výuce a v testech. Šetření TIMSS v roce 1999 však ukázalo, že vztah mezi používáním kalkulátoru a výsledky žáků v testech může být obecně ovlivněn i kulturními a regionálními souvislostmi, neboť zatímco data z USA vykazovala pozitivní souvislosti mezi užíváním této pomůcky a výsledky žáků, v Japonsku byl tento vztah neutrální až negativní (Roschelle, Gallagher, 2005).

Kastberg a Leatham (2005) analyzovali 38 výzkumných studií a soustředili se na tři okruhy otázek souvisejících s využíváním grafických kalkulátorů ve vztahu k výkonu žáků, tj. k výsledkům v testech vědomostí a dovedností, včetně zkoumání žákovských postupů při řešení úloh:

⁴Jedná se o dovednosti správně používat pravidla, algoritmy a postupy, včetně jejich odpovídající reprezentace, tj. formy i syntaxe.

- dostupnost grafických kalkulačků v hodinách matematiky,
- místo této pomůcky v matematickém kurikulu,
- způsoby použití kalkulačků ve školské praxi.

Dostupnost kalkulačků pro žáky byla ovlivněna především postoji učitelů k této technologii a jejich názory na to, jakou roli hraje tato pomůcka v procesu vyučování a učení. Současně postoj učitelů ovlivnily zpětně výsledky žáků při řešení úloh za podpory grafického kalkulačků. Výzkumy ukázaly, že žáci s dlouhodobým používáním grafických kalkulačků v hodinách matematiky vykazovali širší spektrum strategií řešení problémů než žáci srovnávacích skupin a že častěji používali grafické postupy. I když se jednoznačně neprokázalo, že pro kvalitu výkonu žáků je rozhodujícím faktorem délka a četnost používání kalkulačků, ukázalo se, že při krátkodobém a nahodilém používání nepodali žáci experimentální skupiny takový výkon jako žáci kontrolní skupiny. V některých studiích však byly pozorovány případy, kdy i při krátkodobé integraci této pomůcky do výuky došlo ke zlepšení výsledku žáků v testech vědomostí a dovedností. Analýza realizovaných výzkumů rovněž ukázala, že pro uplatnění přínosu kalkulačků z hlediska výkonu žáků hrálo důležitou roli propojení kurikula s použitými metodami. Výsledky studií byly v tomto ohledu opět nesourodé, ale poukázaly na následující tendence: Pokud byly grafické kalkulačkové pouze „přidány“ do kurikula jako povinná pomůcka a nezměnily se přitom učební materiály a metody, nebyli žáci schopni spojovat různé reprezentace matematického problému, které získali pomocí kalkulačků. V případě, že integrace kalkulačků do kurikula souvisela i s pozměněnými učebními materiály a zařazením problémových, resp. konstruktivistických⁵, metod vyučování, žáci úspěšně řešili v testech i tradiční úlohy. Domníváme se, že poslední jev nelze přímočaře interpretovat jako důsledek integrace grafického kalkulačků, neboť konstruktivistické metody vyučování se významnou měrou podílejí na úrovni osvojení vědomostí. Současně hraje důležitou roli skutečnost, zda učitel vnitřně přijal nové osnovy i doporučené metody, tedy zda je skutečně uplatňuje v praxi. Z uvedeného vyplývá, že úspěšná integrace grafických kalkulačků do praxe úzce souvisí s informovaností, postoji a přípravou učitelů matematiky.

Tyto výsledky podpořil výzkum realizovaný v roce 2004 na 458 středních amerických školách, který se zabýval vztahem mezi používáním grafických kalkulačků v hodinách matematiky, profesními kompetencemi učitelů a výsledky žáků v testech v kurzu algebry. Testové skóre žáků se zvyšovalo, čím déle pracovali s kalkulačkou a čím více se jejich učitelé věnovali svému dalšímu vzdělávání v této oblasti (Heller et al., 2005). Pozitivní vliv této pomůcky doložily také výsledky národních standardizovaných výkonnostních testů⁶ (*achievement tests*) v USA, které ukázaly korelaci mezi výkony žáků v těchto testech a četností užívání kalkulačků v hodinách matematiky.

Jak vyplývá z výše uvedených výzkumů, v centru pozornosti byla a nadále je otázka, jak ovlivňuje užívání grafických kalkulačků vědomosti a dovednosti žáků

⁵Pro konstruktivně pojaté vyučování matematice je charakteristické aktivní vytváření části matematiky v duševním světě dítěte (Hejný, Kuřina, 2009, s. 196). Tento přístup vychází podle Hejného a Kuřiny z deseti zásad, ke kterým patří chápání matematiky jako specifické lidské aktivity, řešení úloh a hledání souvislostí, konstrukce poznatků s využitím zkušeností, vytváření podnětného prostředí, sociální interakce, různé reprezentace problému, komunikace. Konstruktivistický přístup k výuce je založen na aktivní a tvořivé činnosti žáka.

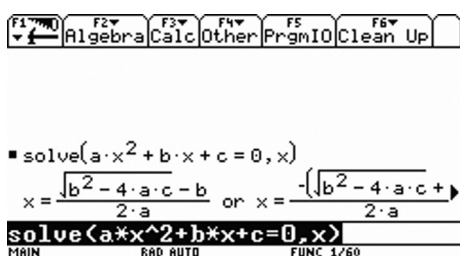
⁶Jednalo se o celostátní testy v letech 1996, 2000, 2003, 2005.

v matematice ve srovnání s žáky, kteří tuto technologii nepoužívají. Shrňeme-li prokázany přínosy užití grafických kalkulačků v této oblasti, patří sem především:

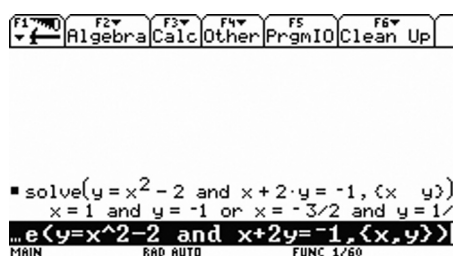
- hlubší porozumění některým matematickým pojmům (zejména pojem funkce, derivace, limita, proměnná a parametr),
- zlepšení schopnosti propojovat různé reprezentace matematického problému (numerická, symbolická, grafická),
- rozšíření spektra strategií řešení.

2.2 GRAFICKÉ KALKULÁTORY S CAS TECHNOLOGIÍ

Přibližně v posledních deseti letech se ve středoškolské matematice v některých zemích, jako jsou Francie, Rakousko, Švýcarsko a USA, prosazují grafické kalkulačky typu CAS, které jsou kromě grafického režimu vybaveny programem počítačové algebry (obr. 1 a 2).



Obr. 1 TI-92, obecné řešení kvadratické rovnice



Obr. 2 TI-92, řešení soustavy rovnic

Používání CAS kalkulačků, resp. CAS software, vyvolává obdobné otázky, jako tomu bylo při zavádění klasických kalkulačků i prvních grafických typů. Konkrétně se jedná zejména o obavy, zda používání těchto typů nevede ke snižování žákovských dovedností z hlediska symbolických manipulací s matematickými objekty.

Již první výzkumy naznačily, že integrace CAS kalkulačků do školské matematiky je náročná pro samotné učitele. K tomu, aby učitel mohl uplatnit potenciál technologií tohoto typu ve svých hodinách, musí se s ní nejdříve sám dobře seznámit, následně vytvářet vhodné úlohy pro žáky a pozměnit vyučovací metody.

CAS kalkulačky i software ovlivňují také postupy a metody řešení úloh, proto součástí některých výzkumů bylo sledování přístupu žáků k řešení matematických úloh, používány byly kvantitativní (výsledky testů) i kvalitativní (záznamy a rozbor práce žáků) metody. Žáci pracující s těmito technologiemi vykazovali oproti kontrolní skupině větší rozmanitost strategií řešení a nevyhýbali se ani tradičním postupům bez podpory CAS (Powers et al., 2005). Užívání technologií tohoto typu podporovalo „matematické sebevědomí“ žáků, kteří často volili vlastní cesty zkoumání daného problému a experimentovali se vstupními údaji úlohy. Obecně lze říci, že užívání CAS přispívá k experimentování s matematickými objekty a usnadňuje žákům práci ve fázi hledání řešení. K nejčastěji používaným režimům CAS technologií patřily režim grafický a režim symbolický (Weigand, Bichler, 2010).

2.2.1 VÝZKUMY ZAMĚŘENÉ NA VÝKON ŽÁKŮ V TESTECH

Velká pozornost byla v posledních letech věnována i vlivu kalkulačků typu CAS na výkony žáků v testech. Ve většině případů se jednalo o testování vědomostí a do-

vedností v tématech z algebry a z teorie funkcí. Výzkumy zaměřené na tuto problematiku převážně používaly kvantitativní metodu založenou na porovnání výsledků žáků experimentální a kontrolní skupiny, a to v pre-testech a post-testech, resp. ve výkonnostních (*achievement tests*) či průběžných testech. V uváděných výzkumech se v rámci kvantitativních šetření nepodařilo prokázat signifikantní rozdíly ve výkonu žáků obou skupin, což mohlo být ovlivněno skutečností, že žáci nesměli v testech používat CAS kalkulátor (Ng et al., 2005; Powers et al., 2005; Weigand, Bichler, 2010). Některé studie získaly v prvním roce výzkumu lepší výsledky u experimentální skupiny, další pokračování však tento výsledek nepotvrdilo (Schmidt et al., 2009; Weigand, Bichler, 2010). I když se nepodařilo jednoznačně prokázat pozitivní vliv CAS technologií na výkony žáků, dosahovali žáci experimentálních tříd lepších výsledků v některých matematických tématech; tyto okruhy se však v jednotlivých výzkumech lišily. Přes „negativní“ výsledky sledovaných šetření lze tyto závěry interpretovat také tak, že byly nepřímou vyvráceny obavy ze snižování výkonu žáků pod vlivem užívání CAS technologií.

Řada výzkumných šetření věnovaných problematice užití CAS ve středoškolské, resp. vysokoškolské matematice měla krátkodobý charakter. Existují však také studie, které byly dlouhodobé, kdy experiment probíhal alespoň jeden školní rok, nikoliv jen několik týdnů. K takovým výzkumům patří studie Schmidt et al. (2009) realizovaná ve školních letech 1999/2000 až 2003/2004. Ve výzkumu byl sledován vliv CAS kalkulátorů na výkony žáků v testech na osmi německých středních školách. Všichni žáci 10. ročníků na těchto školách dostali na další tři roky k dispozici CAS kalkulátory TI-89, které používali během vyučování, v domácí přípravě i u zkoušek; kontrolní skupinu tvořili žáci z šesti jiných středních škol. Výzkum měl kvantitativní charakter, byly v něm zkoumány

- rozdíly ve výkonech žáků experimentálních a srovnávacích tříd v souvislosti s matematickou úrovní daného kurzu matematiky (základní, pokročilý, speciální),
- tematické okruhy středoškolské matematiky vhodné pro užití CAS kalkulátorů.

Výkony žáků byly hodnoceny formou testu, který žáci obou skupin psali vždy v 11. ročníku v prvním pololetí. V průběhu testu nesměli žáci používat žádný typ kalkulátoru. Testy výkonu byly postupně zadávány v letech 2000 až 2004. Výsledky experimentu byly různorodé. Žáci experimentálních tříd ze základních a pokročilých kurzů dosáhli v roce 2004 vyššího hodnocení, avšak žáci ze speciálních kurzů byli horší než srovnávací skupina odpovídající matematické úrovni.⁷ Při porovnání výsledků testů za celé období experimentu byli žáci pracující s CAS technologiemi lepší než žáci srovnávacích tříd v 7 případech z 10, ve zbývajících případech dosáhli srovnatelných výsledků. Nebyl zjištěn obecný trend, který by ukázal souvislost mezi vlivem CAS a úrovní matematického kurzu. Výsledky však naznačily, že přínos CAS se uplatnil více v pokročilých kurzech matematiky než v kurzech základních. V každém z pěti okruhů matematiky (úpravy výrazů; řešení rovnic a nerovnic; geometrie – obsahy, objemy; funkce a jejich grafy; pravděpodobnost), ze kterých se skládaly testové otázky, dosáhli žáci experimentální skupiny v průměru lepších výsledků než srovnávací skupina. V průběhu let se však měnil tematický okruh, ve kterém tito žáci dosáhli nejvyšších výsledků.

⁷Žáci, kteří navštěvovali speciální kurz, tj. kurz s nejvyšší úrovní matematiky, byli testováni pouze v roce 2004.

2.2.2 VÝZKUMY ZAMĚŘENÉ NA POROZUMĚNÍ POJMŮM

V souvislosti s výkony žáků v testech se pozornost soustředila také na přínos CAS z hlediska porozumění matematickým pojmům a vztahům. K posouzení tohoto vlivu byly použity kvantitativně-kvalitativní analýzy, tj. statistické zpracování výsledků žáků v testech, doplněné pozorováním v hodinách, rozborů záznamů práce žáků včetně rozhovorů se žáky (Schmidt et al., 2009; Wiegand, Bichler, 2010), resp. pouze kvalitativní analýzy (Powers et al., 2005; Gantz, 2008). Tento rozbor poukázal na to, že CAS podporuje porozumění zejména algebraickým pravidlům, řešení rovnic i symbolickým manipulacím (Gantz, 2008), dále funkcím a jejich grafům, přechodům mezi různými reprezentacemi problému (Böhm et al., 2004; Weigand, Bichler, 2010). Je třeba však upozornit na to, že závěry výzkumů mohly být ovlivněny kurikulem v daném regionu, přístupem učitelů k tématu i zvolenými vyučovacími metodami. Například Weigand a Bichler (2010) nezjistili v experimentálních skupinách lepší porozumění pojmu proměnná, zatímco výzkumy z konce devadesátých let ano (Böhm et al., 2004). Vzhledem k tomu, že porozumění pojmům u žáků pracujících s CAS technologiemi ve sledovaných šetřeních bylo stejné, nebo lepší než v kontrolní skupině, nemělo užívání CAS na tyto žáky negativní dopad.

Ve školním roce 2003/2004 byl zahájen na německých gymnáziích dlouhodobý výzkum s plánovaným výhledem do roku 2012 (Weigand, 2008; Weigand, Bichler, 2010). První tři roky se projektu opakovaně zúčastnili žáci 10. ročníků v šesti třídách, od školního roku 2006/2007 byl projekt implementován v 11. ročnících v šestnácti třídách. Žáci experimentálních tříd používali CAS kalkulátory Voyage 200 a v 11. ročnících i TI-Nspire⁸, a to při vyučování, v domácí přípravě i u zkoušek, avšak ne v pre-testech a post-testech; srovnávací skupinu tvořili žáci ze stejných škol. Kromě kvantitativních metod byly použity kvalitativní metody zkoumání (videonahrávky hodin, dotazníky, rozbor práce žáků). Vedle postoje učitelů i žáků k CAS technologiím se výzkum zaměřil na dvě hlavní otázky:

- Lze zjistit rozdíly v základních matematických dovednostech žáků experimentální a srovnávací skupiny?
- Lze pozorovat rozdíly vlivu CAS technologií na „dobré“ a „slabší“ žáky?

Výsledky žáků 10. ročníků v pre-testech a post-testech ukázaly, že experimentální skupina dosáhla lepších výkonů v oblasti práce s grafy funkcí i v přechodu mezi různými reprezentacemi daného problému; nebyly však pozorovány rozdíly z hlediska chápání pojmu proměnná či při práci s výrazy a tabulkami funkčních hodnot. Testy v 11. ročnících však lepší výkony žáků experimentální skupiny nepotvrdily. Podobně tomu bylo i s vlivem technologií tohoto typu na matematické dovednosti žáků podle jejich úrovně – zlepšení se ukázalo u slabších a průměrných studentů v 10. ročnících, v dalších letech vykazovali zlepšení nadprůměrní žáci 11. ročníků. Způsoby, jakým žáci používali CAS technologie při řešení úloh, úzce souvisely se zadáním úloh (například formulace „sestrojte graf“ vedla žáky k užití grafického režimu) a také s postupy, které na kalkulátoru používal učitel. Výzkum ukázal, že klíčovou roli při integraci CAS hraje učitel, jeho kompetence a vyučovací metody, což odpovídá i výsledkům, ke kterým dospěly studie zaměřené na grafické kalkulátory bez této technologie. Podobně jako v předchozích výzkumech i zde žáci pracující

⁸TI-Nspire je produktová řada firmy Texas Instruments, která obsahuje jak grafické kalkulátory (s technologií CAS i bez ní, včetně typů s barevnou či dotykovou obrazovkou), tak počítačový software. Uživatelské rozhraní kalkulátorů připomíná více počítač než kalkulátor, k dispozici je řada aplikací, včetně dynamické geometrie.

s CAS kalkulátory vykazovali větší rozmanitost strategií řešení než srovnávací skupina. Současně výzkumníci zjistili, že slabší žáci měli potíže s používáním těchto kalkulátorů při řešení úkolů. To nasvědčuje tomu, že bez základních matematických vědomostí nejsou žáci schopni tento nástroj používat adekvátním způsobem.

2.2.3 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMŮ CAS TECHNOLOGIE

Jak již ale bylo uvedeno, výsledky dosud realizovaných kvantitativních analýz dlouhodobých výzkumů vlivu CAS technologií na výkon žáků v testech jsou různorodé. Kvalitativní analýza konkrétních situací, jak žáci pracují s CAS při řešení úloh, naznačila, že CAS nástroje automaticky nepodporují experimentální způsoby práce a efektivnost instrumentálních technik závisí na úrovni matematických znalostí (Guin et al., 2005). Některé průzkumy naznačily, že volbu metod práce může ovlivňovat především přístup učitele (Drijvers, 2003).

Shrneme-li výsledky sledovaných výzkumů, lze říci, že k hlavním přínosům integrace CAS technologií patří podpora:

- pozitivního postoje žáků k matematice, tím i jejich motivace a efektivnosti výuky,
- porozumění matematickým pojmům,
- přechodu mezi číselnou, grafickou či symbolickou reprezentací problému a chápání jejich souvislostí,
- experimentálních způsobů práce s matematickými objekty (pokud učitel k tomu vede žáky),
- individualizace výuky spojené s kooperací žáků v hodinách.

Porovnáme-li tyto závěry s přínosem grafických kalkulátorů bez CAS technologií, zjistíme, že jsou obdobné. Průběh i výsledky experimentů upozornily, že důležitou roli při integraci CAS hraje učitel a jeho metody. CAS kalkulátory jsou využívány zejména ke grafickému řešení úloh a k vizualizaci matematických objektů včetně experimentování s nimi. Dále jsou používány při řešení komplexních a reálných situací. Průběh i výsledky experimentů upozornily také na nezbytnost rozvíjení žákovských dovedností, a to zejména jejich kritického myšlení i zdůvodňování používaných postupů a získaných výsledků.

I když výzkumy v různých zemích ukazují, že žáci pracující s kalkulátory typu CAS dosahují v klasických početních dovednostech bez podpory techniky srovnatelných výsledků s ostatními žáky, integrace těchto typů do vyučování středoškolské matematiky postupuje velmi pomalu. Příčin tohoto jevu je celá řada, avšak k hlavním důvodům patří podle našeho názoru pojetí matematického vzdělávání na střední škole. Lze říci, že s rostoucím stupněm matematického vzdělávání se obecně zvyšuje důraz na teoretické zdůvodňování či odvozování výsledků, v centru pozornosti stojí logické myšlenkové postupy. Integrace kalkulátorů typu CAS však více podporuje experimentální postupy řešení problémů, což je do určité míry v rozporu s klasickým pojetím středoškolského matematického vzdělávání a ve svém důsledku vede ke ztížení integrace těchto kalkulátorů. K dalším příčinám patří skutečnost, že začlenění kalkulátorů typu CAS vyžaduje nové přístupy k výuce konkrétních témat, přičemž výzkumy v této oblasti jsou teprve na začátku. Zkušenosti z výuky a analýza konkrétních výukových situací ukazují, že integrace kalkulátorů typu CAS vyžaduje hluboké změny, které souvisejí

- s učitelovým pojetím vyučování matematiky a s rolí, kterou učitelé přisuzují kalkulátorům, resp. softwaru typu CAS,
- s metodickými problémy (způsob kladení i formulace konkrétních otázek, různorodost žakovských způsobů řešení za podpory CAS a z toho vyplývající nutnost důkladného plánování výukového procesu ze strany učitele),
- s organizací výukového procesu za podpory CAS (Guin et al., 2005).

Uvedené zkušenosti ukazují nezbytnost dalšího zkoumání konkrétních výukových situací s podporou CAS z hlediska učení se žáků, vytváření matematických pojmů a vztahů i z hlediska analýzy žakovských způsobů užití CAS při řešení úloh. Jiné studie upozornily na skutečnost, že žáci používající CAS lépe chápou zejména pojmy proměnné, parametru a funkce. To by mohlo znamenat, že používání CAS podporuje rozvoj porozumění těmto matematickým pojmům (Drijvers, 2003; Böhm et al., 2004).

Využívání CAS kalkulátorů, resp. matematických programů typu CAS, zřejmě nejvýrazněji ovlivňuje skutečnost, zda jsou tyto nástroje doporučeny v kurikulu a zda mohou být využívány v závěrečných testech. K takovým evropským zemím patří Rakousko, Francie a Dánsko. Důležitou roli z hlediska začlenění CAS kalkulátorů do výuky má pregraduální a postgraduální příprava učitelů matematiky, neboť používání technologií CAS klade značné technické i didaktické nároky na práci učitele. Z tohoto hlediska korespondují uvedené závěry s výsledky studií, které se zabývají využíváním grafických kalkulátorů.

CAS technologie přinášejí do výuky zejména usnadnění rutinních matematických postupů. V prostředí CAS ztrácí proto řada tradičních matematických úloh svůj význam. Zatímco při klasickém řešení úlohy „vyřeš rovnici“ či „vypočítej limitu“ žák používá jisté matematické algoritmy a pravidla, v prostředí CAS zvolí příslušný příkaz a stiskne tlačítko ENTER. V prvním případě žák prostřednictvím vlastního řešení rozvíjí své vědomosti, dovednosti a schémata uvažování, v druhém případě se jedná především o dovednost pracovat v prostředí CAS.

Je důležité najít ve výuce matematiky rovnováhu mezi používáním početních algoritmů a technologií. Pokud zůstane matematické kurikulum na středních školách stejné a nezohlední nové dovednosti a postupy za podpory CAS, pak učitelé nemohou v širším měřítku implementovat CAS. Konkrétní náměty pro integraci technologie tohoto typu lze nalézt v publikacích zaměřených na tuto problematiku (Böhm et al., 2004; Drijvers, 2003; Robová, 2012).

3 VÝZKUMY VLIVU DYNAMICKÉ GEOMETRIE NA VĚDOMOSTI ŽÁKŮ

V posledních letech se na školách začaly používat programy dynamické geometrie. Jedná se o počítačový software, který umožňuje rychlé a přesné rýsování geometrických útvarů podle zásad konstrukční geometrie, přičemž lze manipulovat s již narýsovanými objekty (Vaníček, 2009, s. 43). Při pohybu některé volné entity v rýsu se z pohledu uživatele vytvořená konstrukce dynamicky překresluje, a tak zprostředkovává uživateli v reálně krátkém čase náhled řady geometrických situací. Tyto programy můžeme dělit podle toho, zda jsou určeny pro výuku geometrie v rovině (2D programy), či pro výuku stereometrie (3D programy).

3.1 VLIV NA PROCES UČENÍ ŽÁKŮ V PLANIMETRII

První výzkumné práce věnované vlivu dynamické geometrie na vyučování a učení matematice se začaly objevovat v devadesátých letech (Hansen, 2004; Laborde et al., 2006). Tyto studie se zaměřily na proces interakce žáka s počítačem, teprve později se předmětem zkoumání staly změny v procesu učení i ve výkonu žáků v testech. Z hlediska teoretického přístupu většina badatelů vycházela z konstruktivistického přístupu k vyučování, ve kterém technologie podporovala konstrukci geometrických poznatků. Ve výzkumech byly nejčastěji používány programy *Geometer's Sketchpad*, *Geometric Supposer* a *Cabri*, později i *GeoGebra*.

Jen omezený počet výzkumů se zaměřil na dopad dynamické geometrie na vědomosti a výkon žáků v matematice. Tyto výzkumy měly kvantitativní charakter a používaly metodu experimentální a kontrolní skupiny, výuka experimentální skupiny probíhala s podporou dynamické geometrie. Výzkumy většinou probíhaly v několika třídách v rozsahu dvou a více týdnů; z hlediska probíraného učiva se převážně jednalo o vlastnosti pravidelných i nepravidelných n -úhelníků, zobrazování geometrických útvarů v podobných a shodných zobrazeních apod. Výsledky experimentální výuky byly zjišťovány porovnáním pre-testů a post-testů, které psali žáci obou skupin.

Dlouhodobá studie, kterou po dobu třiceti šesti týdnů realizoval s žáky 10. a 11. ročníku střední školy Funkhouser (2003), ukázala, že experimentální skupina dosáhla v porovnání s kontrolní skupinou výrazně lepších výsledků ve standardizovaném testu na porozumění geometrickým pojmům. K obdobnému závěru dospěli ve svých disertačních pracích Hodanbosi (2001; cit. v Hansen, 2004) a Baharvand (2001; cit. v Hansen, 2004).

Další výzkum probíhající v roce 2002 se zaměřil na porovnání výkonu žáků 7. ročníků rozdělených do tří skupin (Isiksal, Askan, 2005). První pracovala ve výuce s dynamickým programem⁹, druhá používala tabulkový kalkulátor Excel a třetí skupina byla kontrolní. Žáci používající dynamický software dosáhli signifikantně lepších výsledků než ostatní. Výrazně lepší výsledky skupin pracujících s dynamickou geometrií potvrdil i jiný výzkum v 7. ročníku (Ubuz et al., 2009). Další studie se zaměřila na výkon žáků 6. ročníku v tématu mnohoúhelníky, jejich shodnost a podobnost (Erbas, Yenmez, 2011), přičemž žáci experimentální a kontrolní skupiny používali stejné pracovní materiály. Výsledky a rozbor testů ukázaly významné zlepšení žáků experimentální skupiny; tyto výsledky potvrdil i test zadaný s odstupem tří měsíců od experimentální výuky.

Jedním z největších kvantitativních výzkumů byl španělský experiment probíhající v letech 2001–2006, kterého se zúčastnilo 15 000 žáků a 400 učitelů (Arias, Maza, 2006). Uvedený výzkum byl zaměřen na zlepšení výsledků žáků ve výuce matematiky na středních školách za podpory ICT. Projekt kladl důraz na systematickou a promyšlenou integraci kalkulaček i matematických programů, včetně *Cabri*. Každý učitel zapojený do projektu pracoval s experimentální a kontrolní skupinou, přičemž experimentální skupina používala ve výuce jednou týdně technologie. Výsledky experimentální skupiny v tradičních písemných matematických testech byly oproti srovnávací skupině lepší o 11,2 %, výsledný průměrný počet bodů z matematiky v experimentální skupině se zlepšil o 24,39 %. Obdobně koncipovaný experiment, i když v mnohem menším rozsahu, probíhal ve školním roce 2005/2006 na jedné české střední škole; zúčastnily se ho 4 třídy a týkal se pouze využití *Cabri*. Výsledky

⁹Jednalo se o dynamický software *Autograph*, který umožňuje kreslit 2D i 3D geometrické objekty a zobrazovat je ve shodných a podobných zobrazeních. Viz <http://www.autograph-math.com>

žáků byly srovnávány pomocí vstupních a výstupních testů z geometrie, přičemž experimentální skupina dosáhla ve výstupním testu lepších výsledků i většího rozdílu mezi vstupními a výstupními hodnotami (Sedláček, Potůčková, 2007).

Kromě výše uvedených výzkumů existují také šetření, která nezjistila rozdíly ve prospěch žáků pracujících v hodinách matematiky s dynamickou geometrií. Gawlick (2002) rozdělil žáky 7. ročníků do tří skupin – první skupina pracovala ve výuce s dynamickou geometrií, druhá používala stejné materiály bez podpory softwaru, třetí skupina, kontrolní, žádné nové materiály nepoužívala. V post-testu dopadla nejhůře kontrolní skupina, ale ve výsledcích žáků prvních dvou skupin nebyly zjištěny výrazné rozdíly. Také Hull a Brovey (2004), kteří zkoumali vliv dynamické geometrie na úroveň osvojení vědomostí žáků 9. ročníků, nezjistili významné rozdíly mezi žáky experimentální a kontrolní skupiny. Dále analyzovali vliv softwaru na výkon žáků experimentální skupiny z hlediska jejich matematické úrovně a dospěli k závěru, že průměrní žáci se zlepšili v post-testu o více bodů, než žáci nadprůměrní.

Z uvedeného vyplývá, že existují výzkumy, které dokládají jak lepší výkon žáků pracujících s dynamickou geometrií, tak výzkumy, které nezjistily rozdíly ve výkonu ve prospěch těchto žáků. Současně je zajímavé, že převážná část výzkumů byla zaměřena na žáky nižších ročníků víceleté střední školy. Tento fakt může souviset s tím, že těžiště výuky geometrie na vyšší střední škole spočívá v analytické geometrii, přičemž dynamické programy jako *Cabri* jsou vhodné zejména pro výuku syntetické geometrie. Vzhledem k obtížně porovnatelným podmínkám experimentálních a kontrolních skupin z hlediska výukových materiálů, vyučovacích metod a formulace otázek v testech, je třeba brát prezentované výsledky kvantitativních výzkumů s jistou rezervou. Současně se mohly v pozorovaném pozitivním vlivu dynamické geometrie promítnout používané konstruktivistické metody vyučování. Dále je třeba vzít v úvahu i relativně krátkou dobu, po kterou byla většina experimentů realizována, neboť pozitivní výsledky z hlediska úrovně vědomostí a dovedností žáků nebyly většinou ověřovány s větším časovým odstupem¹⁰.

Také z dalších, většinou kvalitativních šetření vyplývá, že zařazení dynamických programů do výuky nevede u žáků ke zhoršení vědomostí a dovedností z geometrie (Johnston-Wilder, Mason, 2006; Oldknow, Taylor, 2003). Žáci po určité době ve výuce prokazují hlubší a trvalejší zapamatování získaných poznatků. Většina autorů se shoduje v názoru, že využívání programů dynamické geometrie rozvíjí geometrickou představivost žáků, a to zejména díky dynamickým atributům programů, vyššímu zájmu žáků o probírané téma a jejich aktivitě. Někteří uvádějí, že tyto programy také napomáhají rozvíjet prostorovou představivost, která je součástí geometrické představivosti (např. Leischner, 2003; Žilková, 2009). Představivost, a to nejen geometrická, se obecně rozvíjí praxí, přičemž programy dynamické geometrie v krátkém čase zprostředkují žákům náhled řady geometrických situací a rozšiřují tak jejich modely a zkušenosti. Rozšiřují tedy spektrum izolovaných modelů, takže žáci si mohou vytvořit generický model (Hejný, Kuřina, 2009). Za podpory programu si žáci vytvářejí představy, které jsou postupně integrovány do jejich dosavadního systému zkušeností. Důsledkem rozvíjení geometrické představivosti a tvořivosti žáků za podpory dynamické geometrie je rozvíjení žákovských kompetencí¹¹, a to zejména

¹⁰Post-test s odstupem několika měsíců po skončení experimentu byl zadán pouze v několika z uvedených výzkumů (Gawlick, 2002; Ubuz et al., 2009; Erbas, Yenmez, 2011). Jejich výsledky jsou ale také rozdílné – výrazně lepší výsledky experimentální skupiny zaznamenal pouze jeden z nich.

¹¹Jedná se zejména o kompetence k učení, k řešení problémů a kompetence komunikativní (RVP G, 2007).

těch, které souvisejí s rozvojem logického myšlení a úsudku, vytvářením hypotéz na základě zkušenosti nebo pokusu, s abstrakcí a argumentací v matematice.

Část z výše uvedených studií se zabývala motivací žáků k učení a jejich postoji ke geometrii. Jako výzkumný nástroj byly použity dotazníky, pozorování v hodinách, případně analýza videonahrávek. Některé studie dospěly ke zjištění, že žáci jsou při integraci dynamické geometrie do výuky více motivováni ke studiu a kladně hodnotí i výuku (Baharvand, 2001; cit. v Hansen, 2004; Isiksal, Askan, 2005; Erbas, Yenmez, 2011), jiné výrazné rozdíly nenalezly (Funkhouser, 2003; Hull, Brovey, 2004). Výzkum, který se zaměřil na vliv řešení geometrických úloh inspirovaných reálnými situacemi, poukázal na zvýšení zájmu studentů – budoucích učitelů matematiky o geometrii, i na to, že si více uvědomovali význam geometrie (Abdelfatah, 2011).

Další kvalitativně orientované studie se zabývaly tím, jak může dynamická geometrie podpořit proces učení žáků. Často se jednalo o případové studie, kdy výzkumníci pozorovali několik žáků během experimentální výuky. Pozorování byla doplněna analýzou práce žáků a rozhovory se žáky. V souvislosti s integrací softwaru byl zjištěn pozitivní vliv dynamické vizualizace geometrických objektů na vytváření a osvojování pojmů, což také dokládají výsledky kvantitativních výzkumů zaměřené na výkon žáků, neboť žáci z experimentálních skupin nejlépe řešili úkoly na porozumění pojmům. Podle řady odborníků ovlivňuje dynamická geometrie pojmotvorný proces žáků v závislosti na konkrétní geometrické aktivitě a v souvislosti s řešením vhodných typů úloh, ke kterým patří konstrukční a důkazové úlohy (Laborde et al., 2006). S podporou osvojování pojmů souvisí rozšíření slovní zásoby v geometrii (Aydin, Monaghan, 2011). Současně bylo zjištěno, že používání tohoto softwaru rozvíjí u žáků jazyk ovlivněný prostředím softwaru, a že žáci tímto jazykem komunikují mezi sebou i s učitelem (Gillis, 2005).

Pitta-Pantazi a Christou (2009) se zabývali otázkou, zda dynamická geometrie ovlivní výsledky žáků v závislosti na jejich učebních stylech. Zkoumali skupinu žáků 6. ročníků, kteří byli testováni standardizovaným testem kognitivních stylů před zahájením a po skončení experimentální výuky. Vycházeli z předpokladu, že kognitivní styl ovlivňuje způsob, jakým je konkrétní informace zpracována a osvojena. Zjistili, že prostředí dynamické geometrie podporuje proces učení nezávisle na kognitivním stylu žáka, avšak nejlépe dopadly výsledky testů žáků preferujících verbální styl učení. Další výzkumy poukázaly například na to, že žáci lépe porozumí geometrickému problému prostřednictvím jeho vizualizace na úrovni prostorově-grafické, a na základě manipulací s objekty mohou dospět k teoretickému zdůvodnění řešení. Jestliže si žák nevytvořil vztahy mezi počítačově-grafickým a teoreticko-geometrickým světem, nemůže porozumět problému závislosti vztahů v prostředí dynamické geometrie, neboť se pro žáka jedná o dva separované světy (Laborde et al., 2006).

Další skupina studií se zaměřila na objevování hypotéz a jejich prověřování. Formulování hypotéz i jejich prověřování je v prostředí dynamické geometrie svázáno s nástrojem tažení (*dragging*) geometrického objektu po nákresně.¹² Gawlick (2002) zjistil, že i když experimentální skupina pracující s dynamickou geometrií nedosáhla v post-testu lepších výsledků z hlediska vědomostí a dovedností, byla výrazně lepší v úkolech, ve kterých měli žáci objevit vztahy mezi geometrickými objekty. Dospěl tak k závěru, že dynamická geometrie podporuje vytváření hypotéz, ne však jejich prověřování. Gillis (2005) ve své experimentální studii zkoumal vliv nástroje tažení objektu na tvorbu hypotéz. Jedna skupina žáků pracovala v prostředí dynamické ge-

¹²Vaníček (2009) používá pro tuto činnost termín *manipulace s figurou*.

ometrie, druhá skupina používala totéž prostředí, avšak neměla k dispozici nástroj tažení objektu, tj. řešila úkoly ve statickém prostředí. Gillis pracoval se žáky, kteří v celostátních testech výkonu dosáhli slabších výsledků. Zjistil, že tito žáci vytvářeli v dynamickém prostředí více relevantních hypotéz než žáci ve statickém prostředí a že jejich matematická úroveň nebyla významným predikátorem pro tvorbu chybných hypotéz. Během experimentální výuky pozoroval, že v prostředí dynamické geometrie někteří žáci nerozlišují mezi hypotézou a jejím důkazem, resp. mezi induktivním a deduktivním postupem. Žáci nepociťovali potřebu dokazovat objevené hypotézy, neboť byli díky softwaru přesvědčeni o jejich platnosti, tj. vnímali použití softwaru jako náhradu deduktivního důkazu. Otázkou je, zda „autorita“ počítače nevede některé žáky k odporu k dokazování, či zda vhodně prezentované problémy naopak podporují u žáků potřebu zdůvodnění, jak také dokládají některé výzkumy (Laborde et al., 2006; Abdelfatah, 2011).

Dynamická geometrie usnadňuje žákům nejen objevení hypotézy, ale také její prověřování. Z tohoto pohledu slouží software jako nástroj bezprostřední zpětné vazby, přičemž zpětná vazba podporuje zpřesnění žákovských odpovědí (Laborde et al., 2006). Lze však říci, že v některých výzkumech byl pozorován pozitivní vliv na postoje k dokazování objevených jevů, v jiných naopak. Na základě prostudovaných výzkumů a vlastních zkušeností z výuky se domníváme, že postoje žáků k ověřování hypotéz souvisejí jednak s jejich matematickou úrovní, jednak s metodickými postupy učitele. Autorky dalšího výzkumu, Baccaglioni-Frank a Mariotti (2010), se zaměřily na kognitivní procesy žáků při řešení otevřených problémů¹³ ve formě konstrukčních úloh. Na základě pozorování práce žáků a rozhovorů s nimi dospěly ke zjištění, že dynamická geometrie podporuje induktivní způsoby uvažování a rozvíjí u žáků specifickou formu argumentování, která je spjata s nástroji dostupnými v prostředí dynamické geometrie (*instrumented argument*).

Prospěšný vliv programů dynamické geometrie na školskou geometrii dokládají další výzkumy, které uvádí Laborde et al. (2006) i Vaníček (2009). Shrňeme-li vliv integrace dynamické geometrie na proces učení i výsledky žáků, jedná se zejména o dva hlavní přínosy:

- pozitivní vliv na výkon žáků i proces učení zejména z hlediska porozumění geometrickým pojmům,
- podpora experimentální činnosti žáků, objevování hypotéz i usnadnění jejich ověřování.

3.2 VLIV NA PROCES UČENÍ ŽÁKŮ VE STEREOMETRII

Výše uvedené výzkumy a jejich výsledky se vztahují k rovinné dynamické geometrii. Získané závěry nelze jednoduše zobecnit na 3D prostředí, neboť zde hraje roli také prostorová představivost žáků. Z hlediska nástroje tažení objektu (*dragging*) je objekt ve 3D prostředí ovládán nejen myší, ale navíc další klávesou (např. v *Cabri 3D*). Je proto pochopitelné, že dosavadní výzkumy zaměřené na 3D dynamickou geometrii se zabývaly rozvojem prostorové představivosti v tomto prostředí i způsoby používání nástroje tažení.

¹³Otevřený problém v jejich práci je chápán jako úkol, jehož formulace neumožní žákovi předem odhadnout postup řešení či odpověď. Proces řešení otevřených problémů má dvě fáze – objev hypotézy a její ověření.

Chino et al. (2007) zkoumali během šestnácti týdnů poznávací procesy žáků nižší střední školy při konstrukci prostorových objektů a při určování jejich objemů a povrchů. Výsledky testů experimentální skupiny byly srovnávány s výsledky kontrolní skupiny i s výsledky národních testů. Byl pozorován výrazný kladný vliv experimentální výuky na zdůvodnění konstrukce těles z rovinných obrazců (např. vytvoření válce pomocí kruhu), črtání náčrtků prostorových útvarů i na rozvoj prostorové představivosti. Autoři výzkumu se domnívají, že možnost zkoumání dynamického rysu z různých úhlů pohledu přispěla k prohloubení poznávacích procesů žáků.

K podobným pozitivním závěrům z hlediska rozvoje prostorové představivosti dospěli rovněž Güven a Kosa (2008), kteří zkoumali vliv používání *Cabri 3D* na prostorovou představivost budoucích učitelů matematiky. Před zahájením experimentální výuky absolvovali studenti vstupní test. Po osmi týdnech používání softwaru podstoupili závěrečný test. Porovnání výsledků obou testů ukázalo významné zlepšení prostorové představivosti studentů. Hattermann (2009) studoval, jaké nástroje používají budoucí učitelé matematiky v dynamickém prostředí při konstruování těles a jejich řezů, a soustředil se na nástroj tažení objektu (*dragging*). Studenti měli před zahájením experimentu již základní zkušenosti s prostorovým dynamickým softwarem (*Cabri 3D*, *Archimedes Geo3D*). Hattermann zjistil, že někteří studenti používali ke konstrukci prostorové nástroje (např. kulovou plochu pro sestavení stejně vzdálených bodů), jiní jen „rovinné“ (např. kružnici a úsečku dané délky). Jen velmi málo z nich používalo nástroj tažení a ověřovalo jím správnost konstrukce. Ještě zajímavější bylo zjištění, že při odhadování tvaru řezu krychle (trojúhelník, čtyřúhelník, ...) někteří studenti dávali přednost použití reálného modelu krychle před počítačovým. Uvedené výsledky naznačily, že ovládnutí nástrojů 3D softwaru je pro studenty obtížnější, než je tomu v případě 2D programů, a že je potřeba věnovat dostatek času seznámení s 3D prostředím a jeho nástroji.

Stejně jako tomu je v případě jiných technologií, i začlenění rovinné a prostorové dynamické geometrie do výuky v sobě skrývá jistá úskalí. Jedná se zejména o obtíže žáků-začátečnicků v dynamickém prostředí, které souvisejí s *neporozuměním filozofii práce v dynamickém prostředí*, například s nepochopením vázanosti geometrických objektů. Jedním z důsledků je, že žáci se uchylují ke konstrukcím „od oka“. Žáci modifikují objekty na nákrese tak, aby vypadaly „správně“, místo soustředění se na správný geometrický postup (Gillis, 2005; Vaníček, 2009). Typickým příkladem je konstrukce kružnice opsané trojúhelníku, kdy žák sestrojí kružnici a tažením některých vrcholů trojúhelníku po nákrese upraví situaci tak, aby kružnice procházela všemi vrcholy, místo použití průsečíku os stran. Vaníček (2009) rozlišuje z hlediska příčin tři hlavní skupiny chyb, kterých se žáci v tomto prostředí dopouštějí. Do první skupiny patří matematické chyby, do druhé chyby v práci s médiem a do třetí skupiny patří chyby vzniklé při nasazení počítače do výuky, tj. nedostatek dynamické představivosti a neporozumění filozofii práce v oblasti dynamické geometrie. Jak bylo již dříve zmíněno v tomto oddíle, k problémům patří rovněž *nerozlišování mezi hypotézou a důkazem*, resp. žáci nepociťují potřebu objevené vztahy prověřovat, neboť je implicitně považují za pravdivé. Gawlick (2002) poukázal také na skutečnost, že slabší žáci používají software ke hraní místo řešení daného problému. Další úskalí, uvedená v následujícím odstavci, souvisejí s přístupem učitelů k začlenění dynamické geometrie do hodin matematiky.

K hlavním problémům integrace dynamické geometrie patří skutečnost, že učitelé používají tento software v intenci „statického“ geometrického kurikula, tj. v rámci tradičního učiva i metod (Laborde et al., 2006; Kasten, Sinclair, 2009), a tím vlastně

nevyužívají výukové možnosti technologie. I když odborníci zdůrazňují přínos dynamické geometrie z hlediska objevování a osvojování nových poznatků, učitelé software spíše používají k jejich ověřování (Gawlick, 2002). Studie reálného používání dynamické geometrie na anglických školách upozornila, že učitelé málo využívají nástroj tažení objektu po nákresně (*dragging*) k analýze dynamických změn, resp. potlačují jeho použití, aby mohli přímo řídit žákovou činnost a vyhnuli se tak nečekaným výukovým situacím (Ruthven et al., 2005; cit. v Laborde et al., 2006). Případové studie vyučovacích hodin různých učitelů poukázaly na to, že učitelé upřednostňují různé funkce softwaru; například někteří kladou důraz na použití nástroje *Stopa*, jiní používají zejména metrické příkazy (Ruthven et al., 2008). K dalším úskalím patří také to, že jsou používány ve výuce buď stejné typy úloh jako při tradiční výuce, nebo naopak učitelé pro své žáky vytvářejí příliš náročné úlohy, neboť se domnívají, že technologie výrazně usnadní žákům jejich řešení (Laborde, 2001).

4 VÝZKUMY VLIVU VYUŽITÍ WEBOVÝCH MATERIÁLŮ NA VÝUKU MATEMATIKY

V prostředí internetu lze dnes nalézt řadu volně dostupných materiálů, které mohou být využity v různých tématech školské matematiky a také v různých výukových situacích – ať již při výkladu a procvičení nové látky, při upevnění učiva, při testování žáků či při přípravě učitele i žáků na hodinu. Tyto materiály se odlišují nejen formou a obsahem, ale zejména úrovní zpracování.

Zatímco první webové materiály byly převážně statického charakteru, dnešní kvalitní zdroje obsahují dynamické prvky, ke kterým kromě hypertextových odkazů patří aplety, různé animace, výpočetní nástroje, videa apod. Součástí webových stránek se také stávají aplikace typu CAS či dynamické geometrie, které přispívají k vizualizaci matematických pojmů i vztahů a objevování souvislostí.

K hlavním přínosům kvalitních internetových zdrojů z hlediska výuky patří zejména přístup k velkému množství materiálů, které podporují názornost i zvyšování efektivity výuky, zvyšují motivaci žáků a do jisté míry umožňují i individualizaci výuky či přípravy na vyučování. Vzhledem k tomu, že většina škol i řada domácností má k dispozici připojení k internetu, patří k výhodám také snadná dostupnost těchto zdrojů a s tím spojené nízké finanční náklady.

Různorodost webových materiálů i relativně krátká doba, po kterou jsou v širším měřítku ve výuce používány, patří podle našeho názoru k příčinám, proč jsou výzkumy integrace těchto zdrojů do jisté míry nesourodé a proč lze jejich výsledky jen obtížně generalizovat. V další části se proto soustředíme zejména na vliv webových materiálů z hlediska osvojení vědomostí a dovedností, z hlediska online hodnocení žáků i vyhledávání pomoci při učení.

4.1 VÝZKUMY ZAMĚŘENÉ NA VĚDOMOSTI A DOVEDNOSTI ŽÁKŮ

V současné době je k dispozici jen málo výzkumů věnovaných vlivu využití webových materiálů na matematické vědomosti a dovednosti žáků středních škol. Převážná část výzkumných prací je zaměřena na studenty vysokých škol jiných oborů než matematiky. To je dáno jednak relativně krátkou dobou, po kterou je internet ve vzdělávání matematice využíván, jednak tím, že online výuka nemá na základních a středních školách tradici. Matematika je obor náročný na pochopení, a proto při rozvíjení vyšších myšlenkových operací žáků této věkové kategorie, jako je abstrakce, analýza či

syntéza, hraje výklad i pomoc učitele důležitou roli. K dalším důvodům patří také to, že jazyk HTML není přímo vhodný pro psaní složitějších matematických výrazů, a proto je vytváření matematických materiálů náročnější¹⁴ (např. Mošna, 2005).

Ve výzkumech, které se zaměřily na vliv webových materiálů na úroveň osvojení vědomostí a dovedností, byly standardně používány kvantitativní metody založené na porovnávání výkonu studentů či žáků v testech. Řada těchto studií zkoumala také postoje žáků a studentů k takto probíhající výuce, přičemž v této části šetření byly využívány dotazníky nebo také rozhovory se zúčastněnými osobami. Vzhledem k tomu, že internet byl nejdříve využíván k distančnímu vzdělávání na vysokých školách, zabývaly se výzkumy na konci devadesátých let porovnáním výsledků studentů, jejichž distanční výuka probíhala s podporou internetu, s výsledky studentů, kteří absolvovali tradiční způsob výuky. K prvním takovým výzkumům patří studie Wegner et al. (1999). Tato dvousemestrální studie srovnávala postoje k výuce a výkon studentů-učitelů z praxe v klasickém prezenčním a online distančním vzdělávání; jednalo se o postgraduální vzdělávání v oblasti tvorby osnov. Studenti experimentální skupiny používali mail, videokonference a dostávali k řešení sady problémů. Závěrečný test neprokázal významné rozdíly mezi skupinami. Studenti, kteří absolvovali kurz s podporou internetu, hodnotili výuku pozitivně, avšak stěžovali si na nedostatek kontaktu s vyučujícími a problémy technického rázu. Některé další výzkumy zaměřené na fyziku, finanční matematiku či právo, zjistily rozdíly ve výsledcích testů ve prospěch studentů, kteří absolvovali výuku s podporou online materiálů (Hill et al., 2004).

K novějším výzkumům zaměřeným na výuku matematiky s podporou internetu patří celoroční výzkum na několika německých nižších středních školách (Graff et al., 2008). Žáci 5. a 6. ročníků ve věku 12–15 let byli rozděleni do dvou skupin – experimentální a kontrolní. Na začátku školního roku absolvovali žáci obou skupin standardizovaný pre-test, který byl zaměřen na zjištění úrovně dovedností v oblasti základních aritmetických operací. Pre-test byl integrován do webového prostředí e-Fit, se kterým dále během roku pracovali pouze žáci experimentální skupiny. Experimentální skupina pracovala v prostředí e-Fit, v němž žáci řešili různé početní úkoly se stupňovanou obtížností, v rozsahu dvě vyučovací hodiny týdně. V ostatních hodinách pracovali tito žáci klasickým způsobem a se stejnými materiály jako žáci kontrolní skupiny. Po vyhodnocení online úkolů byl každý žák stručně informován o výsledku a na základě výsledků mu byla připravena individuální sada úloh. Na konci školního roku absolvovali žáci obou skupin v prostředí e-Fit závěrečný test, ve kterém dosáhli žáci experimentální skupiny výrazně lepších výsledků. Otázkou však zůstává, zda jejich výrazně lepší výkon nebyl ovlivněn diferencovanou formou „douchování“, která vycházela ze zjištěných konkrétních nedostatků v dovednostech žáka. Dalším zdrojem výrazně lepších výsledků může být také skutečnost, že post-test byl opět realizován v prostředí e-Fit, tedy v prostředí, ve kterém žáci experimentální skupiny pracovali během školního roku. Vyučující experimentální skupiny pozorovali u žáků zvýšený zájem o hodiny, ve kterých pracovali na internetu.

Baki a Güveli (2008) se zabývali využitím webových materiálů při výkladu pojmu funkce u žáků středních škol a jak se tím ovlivní jejich postoje k výuce i výsledky v testech. Na začátku výzkumu byli žáci na každé ze zúčastněných škol rozděleni do dvou skupin, které většinou vyučoval stejný učitel. Pre-test nezjistil rozdíly mezi skupinami z hlediska vstupních vědomostí. Experimentální skupina pracovala s webo-

¹⁴Na řadě webových stránek je tento problém řešen formou obrázků. Matematický výraz je nejdříve vytvořen ve vhodném editoru (např. \TeX) a ze zápisu výrazu je vytvořen obrázek, který je umístěn na webové stránky.

vými materiály, které byly vytvořeny právě pro tento experiment a sloužily žákům jako doplňkové materiály k učebnicím, tedy nejednalo se o e-learningový kurz. Materiály obsahovaly výklad, příklady s krokováním postupu a interaktivní cvičení se zpětnou vazbou. Žáci s nimi pracovali po dobu pěti týdnů dvě hodiny týdně ve výuce a mohli je používat i při své domácí přípravě. Již v průběhu experimentu zaznamenali vyučující růst motivace a sebedůvěry žáků z hlediska učení a plnění úkolů (*self-efficacy*). Experimentální skupina dosáhla v post-testu vědomostí a dovedností výrazně lepších výsledků, zlepšilo se zejména porozumění různým reprezentacím funkce (graf, předpis, tabulka). Postoje žáků a učitelů byly vyšetřovány prostřednictvím pozorování v hodinách a pomocí dotazníků. Učitelé kladně hodnotili interaktivní prvky na webových stránkách a uváděli, že vizualizace pojmů a animace hrají důležitou roli při učení žáků.

Další výzkum byl realizován v úvodním vysokoškolském kurzu matematiky pro biology (diferenciální rovnice, statistika) během jednoho akademického roku (Macedo-Rouet et al., 2009). Tři skupiny studentů mohly v týdenních testech používat na cvičeních materiály k přednáškám a cvičením. První skupina používala pouze tištěné materiály, druhá pracovala s materiály v online prostředí, třetí skupina také s online materiály, které ale byly lépe strukturovány (zjednodušení navigace, přímý přístup do dílčích kapitol z hlavního menu, propojení teoretických částí s testovými úkoly pomocí hypertextových odkazů aj.). Do výzkumu byla zařazena ještě kontrolní skupina, která nepoužívala při testech žádné externí zdroje. Jak se dalo očekávat, nejhorsích výsledků dosáhla kontrolní skupina. Avšak první skupina, pracující s tištěnými materiály, dosáhla lepších výsledků než skupiny, které používaly online materiály. Autoři výzkumu zdůvodňovali tyto horší výsledky také tím, že studenti pracující s online materiály si stěžovali na únavu při jejich čtení.

Shrneme-li uvedená zjištění, je zřejmé, že výsledky výzkumů z hlediska vlivu webových materiálů na vědomosti a dovednosti žáků či studentů nejsou jednoznačné. Metaanalýza studií, které byly publikovány do roku 2002 a které se zabývaly jevy souvisejícími s integrací internetu do výuky, dospěla k závěru, že většina studií nezjistila významné rozdíly ve výkonu experimentálních a srovnávacích skupin (Hill et al., 2004). Studenti, žáci a učitelé zapojení ve výuce podporované webovými materiály zaujímali k této výuce pozitivní postoje. K nedostatkům experimentální výuky podle nich patřil menší kontakt s učitelem a náročnost čtení materiálů na obrazovce počítače.

4.2 VÝZKUMY VLIVU POSKYTOVÁNÍ ZPĚTNÉ VAZBY A VYHLEDÁVÁNÍ ONLINE POMOCI PŘI UČENÍ

Další okruh výzkumů se zaměřil na vliv online hodnocení na učení žáků. Tyto výzkumy se zabývaly především působením formativního hodnocení¹⁵ (*formative assessment*) na proces učení studentů a jeho výsledky v prostředí e-learningových kurzů. K výhodám online formativního hodnocení patří zejména to, že student může získat hodnocení kdykoliv, a to i opakovaně. Současně mu online prostředí poskytuje bezprostřední zpětnou vazbu, která může přispívat k nápravě nedostatků v jeho učení.

¹⁵Hodnocení žákova učení může mít dvě podoby: sumativní a formativní. Sumativní hodnocení je souhrnné, závěrečné, končí závaznou známkou. Formativní hodnocení je dílčí, nemusí mít podobu známky, poskytuje žákovi detailnější zpětnou vazbu. Podle Blooma je cílem formativního hodnocení zjistit, co se žáci naučili správně, a co nikoli (Čáp, Mareš, 2001).

Také další kvantitativní výzkum se zabýval odstupňovanou bezprostřední zpět-nou vazbou a jejím vlivem na výsledky učení žáků v matematice (Wang, 2011). Žáci 7. ročníků nižších středních škol rozdělil po napsání pre-testu do tří skupin. Všechny skupiny používaly stejné tištěné výukové materiály, lišily se ale ve způsobu, jakým byly hodnoceny jejich vědomosti a dovednosti. První skupina se po ukončení daného tématu vyučovaného tradičním způsobem přesouvala k počítačům, kde žáci na webových stránkách odpovídali na hlavní, a dále i na vedlejší otázky, přičemž každá odpověď byla ihned vyhodnocena. Po špatné odpovědi na hlavní otázku žák obdržel náповědu, ne však správné řešení. Na základě výsledků pak každý žák absolvoval sadu úloh na počítači, ve kterých si procvičoval to, co neuměl. Druhá skupina absolvovala webové hodnocení pojaté tak, že výsledky se žáci nedovíдали po každé otázce, ale až na konci celého testu. Na základě výsledků testu jim byly připraveny počítačové sady úloh k procvičení. Třetí skupina psala písemné testy a následně jim byly stručně sděleny výsledky, ale žádná další aktivita již nenavazovala. Celkově nejlepších výsledků v post-testu dosáhli žáci, kteří byli bezprostředně hodnoceni po každém úkolu. Mezi zbývajícími dvěma skupinami nebyly zjištěny výrazné rozdíly. Ze zveřejněných závěrů není zcela zřejmé, proč bylo použito prostředí internetu, neboť obdobný test s formativním hodnocením mohl být vytvořen jako počítačový program. Nebyl zde využit totiž jeden z praktických přínosů online formativního hodnocení, kterým je asynchronnost tohoto hodnocení z hlediska místa a času, tj. žák nemusí být v konkrétním čase na konkrétním místě.

Další studie analyzovala spontánní chování žáků 6. až 9. ročníků nižších středních škol, kteří hledali na internetu pomoc v matematice (Puustinen et al., 2009). Autoři studie vycházeli z předpokladu, že analýza spontánního projevu žáků může lépe odrážet jejich skutečné potřeby, než náповěda vyžádaná volbou konkrétního tlačítka na webové stránce. Cílem studie bylo zjistit, zda existují různé formy hledání pomoci při učení a zda tyto formy souvisejí s věkem žáků. K výzkumu byl použit archiv matematického francouzského fóra, které zdarma poskytuje žákům pomoc s řešením problémů v matematice. Na dotazy žáků zde odpovídají dobrovolníci-učitelé středních škol, kteří žákům pomáhají, avšak neřeší za ně úkoly. Na základě analýzy byly popsány jednotlivé formy hledání – tři hlavní kategorie (žák poslal přímo zadání úkolu; žák konkrétně formuloval, v čem má problém; žák uvedl náznak řešení úkolu) a pět vedlejších (žák uvedl oslovení či pozdrav; rozloučení; osobní identifikaci; informaci o kontextu úkolu; poděkování). Výsledky ukázaly, že žáci používají různé formy vyhledání pomoci, přičemž s rostoucím věkem žáků roste počet forem (kategorií) obsažených v jedné zprávě. Ukázalo se, že pouze starší žáci ve věku 15 let byli schopni vytvářet srozumitelné zprávy, které byly společensky přijatelné, tj. zdvořilé. Mladší žáci nedokázali jasně formulovat svůj problém, což mohlo následně ovlivnit úroveň pomoci ze strany učitele. To může také souviset s nižší schopností mladších žáků jasně formulovat myšlenky i s asynchronností komunikace v prostředí internetu. Ukazuje se, že jedním z problémů komunikace na internetu je její rychlost. Rychlá výměna informací v tomto prostředí může u některých uživatelů vzbuzovat dojem „reálné“ komunikace (Hill et al., 2004).

Sande (2011) se ve své studii také zabývala chováním žáků v online prostředí matematického fóra. Cílem bylo charakterizovat matematické aktivity žáků při formulování dotazů i při jejich reakcích na nabízenou pomoc. Postupně analyzovala sto dotazů a odpovědí na téma limita funkce a sto dotazů a odpovědí na aplikace derivace (*related rates*). Na základě analýzy charakterizovala čtyři hlavní skupiny žáků, a to podle toho, zda žák v dotazu a také v odpovědi projevils matematickou aktivitu (tj. zda uvedl své řešení, nebo aspoň nápad, jak problém řešit). Zjistila, že

přibližně polovina žáků patřila do skupiny, která se aktivně dotazovala, tj. žák uvedl své řešení či nápad, avšak na odpověď již „matematicky nereagoval“. To mohlo být způsobeno tím, že odpověď pro něho byla dostačující. Druhou nejpočetnější skupinu tvořili „laxní“ žáci, kteří neprojeví žádnou matematickou aktivitu ani v dotazu, ani v odpovědi. Většinou se jednalo o žáky dožadující se naléhavě pomoci, neboť problému vůbec nerozuměli. Vzhledem k tomu, že pomoc poskytovaná na tomto fóru nemá jednotnou formu (od úplného řešení přes nápovědu až po kladení otázek), vyzpozovala, že v případě pomoci formou kladení otázek byl žák v následující odpovědi často aktivní, tj. snažil se sám najít řešení. To vyvolává otázky o vztahu mezi žakovou aktivitou a typem poskytnuté pomoci, dále vede k hledání faktorů, které ovlivňují povahu žakovy aktivity.

5 SOUČASNÉ TRENDY INTEGRACE TECHNOLOGIÍ

K novým technologickým trendům, které se postupně prosazují do výuky, patří propojování různých prostředků ICT v komplexně pojatých učebnách. Konkrétně se jedná o vybavení tříd počítačem s dataprojektorem, vizualizérem a interaktivní tabulí s hlasovacím zařízením. Dalším vývojovým směrem je zřizování notebookových učeben s připojením na Wi-fi¹⁶, v rámci e-learningu se používají videokonference, jejichž cílem je především zajištění kontaktu mezi žákem a učitelem.

Rozšířením myšlenky notebookových učeben, kde žáci pracují s počítačem ve škole, je vytváření tzv. digitálních tříd. V digitální třídě má každý žák k dispozici osobní notebook vybavený interaktivními učebnicemi pro práci ve škole i doma, třídy jsou vybaveny interaktivní tabulí i připojením k internetu. Problematikou využití notebooků se u nás zabývalo výzkumné šetření projektu *1:1 eLearning*, které proběhlo na jaře roku 2009 a do kterého se zapojila jedna třída 3. ročníku základní školy. Cílem projektu bylo stanovit návrhy a metodická doporučení pro integraci ICT do vzdělávacího procesu. Z výzkumného šetření vyplynulo, že vytvoření učebního prostředí za podpory malých přenosných počítačů pro všechny žáky je velmi komplikovaný proces. Žáci byli integrací notebooků do výuky motivováni k dalšímu učení, avšak docházelo ke zhoršení kooperace mezi žáky i zvýšení izolovanosti žáků. Šetření dále ukázalo, že učitelé zpravidla používali notebooky jako náhradu běžných didaktických prostředků v rámci tradičního pojetí výuky. Hlavní překážkou hlubší integrace notebooků byl nedostatek vzdělávacích zdrojů a programů využitelných ve výuce (Neumajer, 2009).

Ve školním roce 2009/2010 byl u nás zahájen čtyřletý projekt *Vzdělání21*,¹⁷ který se zabývá zapojením notebooků a dalších technologií do výuky na základních školách formou digitálních tříd. K základním cílům projektu patří vytvoření a ověření systému začlenění ICT do výuky konkrétních předmětů (matematika, fyzika, český a anglický jazyk), včetně zkoumání reálného přínosu technologií pro žáky a učitele.¹⁸ Zkušenosti z prvních tří let trvání projektu ukázaly, že žáci v těchto třídách jsou aktivnější i motivovanější a že nejdůležitějším faktorem úspěšnosti žáků digitálních tříd je opět učitel. Výsledky i analýza matematických testů, které psali v uvedeném období žáci digitálních i kontrolních tříd, neodhalily přesvědčivý pozitivní vliv technologií. Bylo zjištěno, že rozdíly ve znalostech experimentální a kontrolní skupiny

¹⁶Wi-fi zajišťuje bezdrátové propojení přenosných zařízení včetně jejich připojení k internetu.

¹⁷Viz <http://www.vzdelani21.cz>. Projekt byl zahájen v 6. ročnících na třech základních školách a postupně bude pokračovat s žáky až do jejich 9. ročníku. Odborným garantem projektu je Pedagogická fakulta UK v Praze.

¹⁸Žáci kromě notebooků používají při hodinách a v domácí přípravě i sešity a klasické učebnice.

nejsou průkazné. Výzkumníci se rovněž zaměřili na žáky z obou skupin, kteří se zúčastnili všech matematických testů v průběhu tří let projektu. Zjistili, že i když v prvním a druhém roce žáci digitálních tříd dosáhli v testech z matematiky lepších výsledků, ve třetím roce v posledním testu byly výsledky obou skupin vybraných žáků srovnatelné. Studie (Vondrová, Jančařík, 2012) přináší první výsledky v podobě popisu didaktických praktik učitelů při práci s notebooky. Opět se potvrdilo, že integrace ICT nemění automaticky styl výuky, neboť při používání notebooků se v polovině sledovaných případů jednalo o úkoly, které mohly být realizovány bez podpory této technologie. Převážně byly řešeny úkoly, ve kterých se opakovala a procvičovala již probraná látka, technologie tedy nebyla využita při objevování nových poznatků. Žáci s notebooky pracovali individuálně, hlavní komunikace probíhala mezi učitelem a žákem, nikoliv mezi žáky.

Shrneme-li uvedené poznatky, můžeme říci, že lze pozorovat trend rostoucího používání mobilních prostředků ICT ve výuce. Kromě notebooků se jedná o tablety typu iPad¹⁹, které mají připojení k internetu a jsou vybavené různými interaktivními programy, elektronickými učebnicemi a dalšími aplikacemi.

Širšímu využívání ICT ve výuce nahrává rostoucí podíl otevřených dokumentů a programů (*open source software*). Hlavní výhodou těchto programů je skutečnost, že jsou distribuovány i se zdrojovým kódem, což umožňuje jejich inovaci samotnými uživateli. Otevřené materiály a programy jsou šířeny převážně bezplatně, takže odpadají finanční náklady na pořízení a aktualizaci. K programům tohoto typu patří *Open Office.org* (obdoba *MS Office*) a geometrické programy *C.a.R.* a *GeoGebra*.

V souvislosti s rostoucím využíváním technologií ve výuce se rozšířil pojem počítačové kognitivní technologie, neboť technologie se dnes podílejí na procesu poznávání žáků i tento proces zkvalitňují (Vaníček, 2009, s. 11). Vzhledem k stále širšímu využívání technologií je třeba zkoumat jejich vliv jak na poznávací procesy žáků, tak i na obsah, cíle a metody školské matematiky. Podíváme-li se do nedávné historie konce sedmdesátých let, zjistíme, že výpočetní technika měla rychle změnit cíle, obsah i metody školské matematiky. Jak již bylo uvedeno, z hlediska cílů se očekával větší důraz na rozvoj algoritmického myšlení a na některé početní dovednosti (odhady, zaokrouhlování, reálná interpretace získaných výsledků), v učivu se předpokládalo zrušení či omezení některých partií (práce s logaritmickým pravítkem, práce s matematickými tabulkami, nácvik početních operací s vícecifernými čísly). Výpočetní technika měla přinést nové přístupy do výuky některých témat, konkrétně důraz na induktivní postupy a řešení problémů metodou experimentování. Tyto představy nebyly zcela naplněny, a to především pokud jde o vyučovací metody školské matematiky. Hlavní příčina spočívala v obtížné dostupnosti tehdejších výpočetních prostředků a v jejich programovém vybavení, které neumožňovalo takové způsoby jejich využití, jako je tomu dnes; jistou roli sehrála také setrvačnost didaktického myšlení učitelů. Z tohoto pohledu je třeba přistupovat k některým prognózám rychlých a rozsáhlých změn ve výuce matematiky i v procesu učení žáků spíše obezřetně.

¹⁹Zjednodušeně lze říci, že se jedná o notebook bez klávesnice, kde celou plochu zaujímá dotyková obrazovka a který je určen pro práci s různými multimediálními formáty, jako jsou videa, hudební nahrávky, textové dokumenty, učebnice, hry aj.

6 ZÁVĚR

Technologie v současné době ovlivňují především vyučovací metody školské matematiky a jejich prostřednictvím poznávací procesy žáků. Z pohledu dosažení cílů matematického vzdělávání jsou důležité metody, které rozvíjejí vědomosti a dovednosti žáků prostřednictvím jejich aktivní činnosti, neboť napomáhají rozvíjení samostatného myšlení žáků a trvalejšímu zapamatování vědomostí. Tyto metody, často označované jako konstruktivistické, ve starší literatuře heuristické, jsou při klasických formách výuky většinou časově náročné. Technologie umožňují začlenit konstruktivistické přístupy do výuky různých témat, jako jsou funkce a jejich vlastnosti, řešení rovnic a nerovnic či geometrické konstrukční úlohy. Zařazení uvedených metod posouvá výuku k experimentování, kdy žáci prostřednictvím řešení a modifikování různých situací samostatně „objevují“ vlastnosti matematických objektů a vazby mezi nimi. Ve výuce by však měl být vyhrazen také určitý prostor a čas pro různé formy teoretického zdůvodnění nalezených vztahů, a to podle úrovně matematických znalostí žáků. Podle Cihláře (2008) je používání technologií přínosem pouze tehdy, pokud se s jejich pomocí vytvoří vhodné prostředí pro učení žáků s dostatkem přitažlivých a relativně jednoduchých aplikací a nalezneme-li odvahu přizpůsobit tradiční učivo nové situaci.

Na základě výsledků uvedených výzkumů i vlastních zkušeností se domníváme, že při osvojování matematických vědomostí s podporou technologií záleží více na způsobu integrace technologií než na typu použitých prostředků (kalkulátor, počítač s vhodným programem, internet). Hlavním faktorem, který ovlivňuje využívání technologií ve školské matematice, se tak stává učitel, zejména jeho didaktické dovednosti a ICT kompetence.

LITERATURA

ABDELFATAH, H. A Story-based Dynamic Geometry Approach to Improve Attitudes toward Geometry and Geometric Proof. *The International Journal on Mathematics Education*. 2011, vol. 43, no. 3, p. 441–450. ISSN 1863-9704.

ARIAS, J. M., MAZA, I. S. Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Matemáticas para la ESO y los Bachilleratos. *La gaceta de la RSME*. 2006, vol. 9, no. 1, p. 233–243 [online]. ISSN 1138-8927.

Dostupné z: <http://www.rsme.es/gacetadigital/vernumero.php?id=61>

AYDIN, H., MONAGHAN, J. Bridging the Divide-seeing Mathematics in the World through Dynamic Geometry. *Teaching Mathematics and Its Applications*. 2011, vol. 30, no. 1, p. 1–9. ISSN 1471-6976.

BACCAGLINI-FRANK, A., MARIOTTI, M. A. Generating Conjectures in Dynamic Geometry: The Maintaining Dragging Model. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 2010, vol. 15, no. 3, p. 225–253. ISSN 1573-1766.

BAKI, A., GÜVELI, E. Evaluation of a Web Based Mathematics Teaching Material on the Subject of Functions. *Computers and Education*. 2008, vol. 51, no. 2, p. 854–863. ISSN 0360-1315.

BÖHM, J., et al. *The Case for CAS*. Münster : Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2004. 134 p. ISBN 3-934064-45-0.

BURRILL, G. J., et al. *Handheld Graphing Technology in Secondary School Mathematics: Research Findings and Implications for Classroom Practice*. Dallas, TX : Texas Instruments, 2002, 122 p.

Dostupné z: <http://ti-researchlibrary.com/default.aspx>

CIHLÁŘ, J. Využití ICT ve výuce matematiky. In : Stehlíková, N. (ed.) *Jak učit matematiku žáky ve věku 11–15 let*. Plzeň : Vydavatelský servis, 2008. s. 9–18. ISBN 978-80-86843-17-9.

ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha : Portál, 2001. 656 s. ISBN 80-7178-463-X.

DAY, R. Classroom Technology: Tool for, or Focus of, Learning? *Mathematics Teacher*. 1996, vol. 89, no. 2, p. 134–137. ISSN 0025-5769.

DION, G. *The Graphics Calculator: a Tool for Critical Thinking*. *Mathematics Teacher*. 1990, vol. 83, no. 7, p. 564–570. ISSN 0025-5769.

DRIJVERS, P. H. M. *Learning algebra in a computer algebra environment*. Utrecht : CD- β Press, Center for Science and Mathematics Education, 2003. 370 p. ISBN 90-73346-55-X.

DUNHAM, P. H., DICK, T. *Research on Graphing Calculators*. *Mathematics Teacher*. 1994, vol. 87, no. 6, p. 440–445. ISSN 0025-5769.

ELLINGTON, A. J. A Meta-analysis of the Effects of Calculators on Students' Achievement and Attitude Levels in Precollege Mathematics Classes. *Journal for Research in Mathematics Education*. 2003, vol. 34, no. 5, p. 433–463. ISSN 0021-8251.

ERBAS, A. K., YENMEZ, A. A. The Effect of inquiry-based Explorations in a Dynamic Geometry Environment on Sixth Grade Students' Achievements in Polygons. *Computers and Education*. 2011, vol. 57, no. 4, p. 2462–2475. ISSN 0360-1315.

FLADE, L., LICHTENBERG, W., PRUZINA, M. Zum Einsatz eines grafikfähigen Taschenrechners im Mathematikunterricht des Gymnasiums. *Mathematik in der Schule*. 1992, roč. 30, č. 3, s. 129–133. ISSN 9465-3750.

FUNKHOUSER, C. The Effects of Computer Augmented Geometry Instruction on Student Performance and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*. 2002, vol. 35, no. 2, p. 163–175. ISSN 1539-1523.

GANTZ, L. A. *The Effects of the TI-Nspire CAS on Student Learning: A Phase I Project*. Virginia : George Mason University, 2008, 41 p. Dostupné z: <http://ti-researchlibrary.com/default.aspx>

GAWLICK, T. On Dynamic Geometry Software in the Regular Classroom. *The International Journal on Mathematics Education*. 2002, vol. 34, no. 3, p. 85–92. ISSN 1863-9704.

GILLIS, J. M. *An Investigation of Student Conjectures in Static and Dynamic Geometry Environments*. Auburn : Auburn University, 2005. Dissertation. 171 p.

Dostupné z: http://etd.auburn.edu/etd/bitstream/handle/10415/854/GILLIS_JOHN_2.pdf?sequence=1

GRAFF, M., MAYER, P., LEBENS, M. Evaluating a Web Based Intelligent Tutoring System for Mathematics at German Lower Secondary Schools. *Education and Information Technologies*. 2008, vol. 13, no. 3, p. 221–230. ISSN 1573-7608.

- GUIN, D., RUTHVEN, K., TROUCHE, L. (eds.) *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators: Turing a Computational Device into a Mathematical Instrument*. Mathematics Education Library, vol. 36. New York : Springer, 2005. ISBN 0-387-23158-7.
- GÜVEN, B., KOSA, T. The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers Spatial Visualization Skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2008, vol. 7, no. 4. ISSN 1303-6521.
Dostupné z: <http://www.tojet.net/articles/7411.pdf>
- HANSEN, H. B. *The Effects of the Use of Dynamic Geometry Software on Student Achievement and Interest*. Minnesota : Bemidji State University, 2004. Research paper. Dostupné z: <http://faculty.bemidjistate.edu/grichgels/MastersPapers/MastersList.htm>
- HATTERMANN, M. The dragging process in three dimensional dynamic geometry environments (DGE). In *Proceedings PME 32*, Figueras, O. et al. (eds.), 2008, p. 3-129–3-136. ISBN 978-968-9020-06-6.
- HEJNÝ, M., KUŘINA, F. *Dítě, škola a matematika: Konstruktivistické přístupy k vyučování*. Praha : Portál, 2009. 232 s. ISBN 978-80-7376-397-0.
- HELLER, J., et al. *Impact of Handheld Graphing Calculator Use on Student Achievement in Algebra 1*. Heller Research Associates, 2005. 70 p. Dostupné z: http://education.ti.com/sites/US/downloads/pdf/research_heller_curtis.pdf
- HENTSCHEL, T., PRUZINA, M. Graphikfähige Taschenrechner im Mathematikunterricht – Ergebnisse aus einem Schulversuch (in Klasse 9/10). *Journal für Mathematik Didaktik*. 1995, vol. 16, no. 3/4, p. 193–232. ISSN 0173-5322.
- HILL, J. R., et al. Exploring Research on Internet-based Learning: From Infrastructure to Interactions. In Jonassen, D. H. (ed.) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, p. 433–460. Lawrence Erlbaum Associates : USA, New Jersey, 2004. ISBN 0-8058-4145-8.
- HIRSCHHORN, D. B., THOMPSON, D. R. Technology and Reasoning in Algebra and Geometry. *Mathematics Teacher*. 1996, vol. 89, no. 2, p. 138–147. ISSN 0025-5769.
- HULL, A. N., BROVEY, A. J. The Impact of the Use of Dynamic Geometry Software on Student Achievement and Attitudes towards Mathematics. *Action Research Exchange* [online]. 2004, vol. 3, no. 1, 7 p. Dostupné z: <http://teach.valdosta.edu/are/>
- CHINO, K., et al. The Effects of „Spatial Geometry Curriculum with 3D DGS“ in Lower Secondary School Mathematics. In *Proceedings PME 31*, part 2, 2007, p. 137–144. ISSN 0771-100X.
- ISIKSAL, M., ASKAN, P. The Effect of Spreadsheet and Dynamic Geometry Software on the Achievement and Self-Efficacy of 7th-Grade Students. *Educational Research*, 2005, vol. 47, no. 3, p. 333–350. ISSN 1469-5847.
- JOHNSTON-WILDER, S., MASON, J. *Developing Thinking in Geometry*. London : Paul Chapman Publishing, 2006. 270 s. ISBN 1-4129-1169-9.
- KASTBERG, S., LEATHAM, K. Research on Graphing Calculators at the Secondary Level: Implications for Mathematics Teacher Education. *Contemporary Issues*

- in *Technology and Teacher Education* [online]. 2005, vol. 5, no. 1, ISSN 1528-5804. Dostupné z: <http://www.citejournal.org/vol5/iss1/mathematics/article1.cfm>
- KASTEN, S. A., SINCLAIR, N. Using Dynamic Geometry Software in the Mathematics Classroom: A Study of Teacher's Choices and Rationales. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2009, vol. 16, no. 4, p. 133–143. ISSN 1744-2710.
- KHOJU, M., JACIW, A., MILLER, G. *Effectiveness of Graphing Calculators in K-12 Mathematics Achievement* [online]. Publikováno 2005 [cit. 2008-05-20]. Dostupné z: http://education.ti.com/sites/US/downloads/pdf/research_khojou_jaciw.pdf
- KVĚTOŇ, P. *Možnosti použití minikalkulátorů ve vyučování matematice na základní škole*. Spisy Pedagogické fakulty v Ostravě. Praha : SPN, 1983, 114 s.
- LABORDE, C. Integration of Technology in the Design of Geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 2001, vol. 6, no. 3, p. 283–317. ISSN 2211-1670.
- LABORDE, C., KYNIGOS, C., HOLLEBRANDS, K., STRÄSSER, R. Teaching and learning geometry with technology. In Gutiérrez, A., Boero, P. (eds.) *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future*. Rotterdam, The Netherlands : Sense Publisher, 2006, p. 275–304. ISBN 90-77874-19-4.
- LEISCHNER, P. *Rozvíjení prostorové představivosti žáků středních škol*. Praha : MFF UK, 2003, 150 s. Disertační práce.
- MACEDO-ROUET, M. et al. Students' Performance and Satisfaction with Web vs. Paper-Based Practice Quizzes and Lecture Notes. *Computers and Education*, 2009, vol. 53, no. 2, p. 375–384. ISSN 0360-1315.
- MERCER, J. Teaching Graphing Concepts with Graphing Calculators. *Mathematics Teacher*. 1995, vol. 88, no. 4, p. 268–273. ISSN 0025-5769.
- MOŠNA, F. Webové stránky s matematickým textem, In *Alternativní metody výuky*. Praha : Přírodovědecká fakulta, 2005, s. 84–89. ISBN 80-7305-511-2.
- NEUMAJER, O. *ICT kompetence učitelů: dizertační práce*. Praha : PedF UK, 2007, 167 s.
- NEUMAJER, O. Koncept 1 : 1 – notebook pro každého žáka – skrývá mnohá úskalí. *Metodický portál: Články*, 2009 [online]. ISSN 1802-4785. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz>
- NG, W. L., et al. Effects of Using a Computer Algebra System (CAS) on Junior College Students' Attitudes towards CAS and Achievement in Mathematics. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2005, vol. 12, no. 2, p. 59–72. ISSN 1744-2710.
- OLDKNOW, A., TAYLOR, R. *Teaching Mathematics Using ICT*. 2nd Edition. London : Continuum, 2003, 262 s. ISBN 0-8264-7059-9.
- PITTA-PANTAZI, D., CHRISTOU, C. Cognitive styles, dynamic geometry and measurement performance. *Educational Studies in Mathematics*, 2009, vol. 70, no. 1, p. 5–6. ISSN 1573-0816.

- POWERS, R., et al. A Study of the Use of a Handheld Computer Algebra System in Discrete Mathematics. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2005, vol. 12, no. 3, p. 103–113. ISSN 1744-2710.
- PUUSTINEN, M., et al. An Analysis of Students' Spontaneous Computer-mediated Help Seeking: A Step toward the Design of Ecologically Valid Supporting Tools. *Computers and Education*. 2009, vol. 53, no. 4, p. 1 040–1 047. ISSN 0360-1315.
- ROBOVÁ, J. *Grafické kalkulátory ve výuce matematiky na gymnáziu: dizertační práce*. Praha : Matematicko-fyzikální fakulta UK, 1998, 175 s.
- ROBOVÁ, J. *Integrace ICT jako prostředek aktivního přístupu žáků k matematice*. Praha : Pedagogická fakulta UK, 2012, 300 s. ISBN 978-80-7290-583-6.
- ROSCHELLE, J., GALLAGHER, L. *A Research Perspective on Using Graphing Calculator Interventions to Improve Mathematics Achievement*. Palo Alto, CA : SRI International, 2005, 12 p. Dostupné z: <http://ti-researchlibrary.com/default.aspx>
- RUTHVEN, K., et al. Constructions of Dynamic Geometry: A Study of the Interpretative Flexibility of Educational Software in Classroom Practice. *Computers and Education*. 2008, vol. 51, no. 1. p. 297–317. ISSN 0360-1315.
- RVP, G. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha : VÚP, 2007, 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.
- SAK, P., et al. *Člověk a vzdělání v informační společnosti: vzdělávání a život v komputerizovaném světě*. Praha : Portál, 2007, 296 s. ISBN 978-80-7367-230-0.
- SANDE, C. A description and characterization of student activity in an open, online, mathematics help forum. *Educational Studies in Mathematics*, 2011, vol. 77, no. 1, p. 53–78. ISSN 1573-0816.
- SCHMIDT, K., et al. Introducing a Computer Algebra System in Mathematics Education — Empirical Evidence from Germany. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2009, vol. 16, no. 1, p. 11–26. ISSN 1744-2710.
- SEDLÁČEK, L., POTŮČKOVÁ, S. *Projekt SIPVZ – tvorba a implementace softwarové podpory výuky matematiky na gymnáziu s využitím Cabri geometrie* [online]. Publikován 2007-01-03 [cit. 2008-06-16]. Dostupné z: <http://www.gztgm.cz/projekty/mat1/default.asp>
- UBUZ, B., et al. Effects of Dynamic Environment on Immediate and Retention Level Achievements of Seventh Grade Students. *Eurasian Journal of Educational Research*. 2009, vol. 35, p. 147–164. ISSN 1302-597X.
- VANÍČEK, J. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie*. Praha : PedF UK, 2009, 212 s. ISBN 978-80-7290-397-8.
- VONDROVÁ, N., JANČAŘÍK, A. Implementation of Netbooks in the Teaching of Mathematics in Primary Schools. H. Beldhuis (ed.) *In 11th European Conference on e-Learning (ECEL 2012)*, University of Groningen The Netherlands, 2012, p. 567–574.
- WALTEROVÁ, E., et al. *Úloha školy v rozvoji vzdělanosti: 1. díl*. Brno : Paido, 2004, 295 s. ISBN 80-7315-083-2.
- WANG, K. H., et al. Learning Styles and Formative Assessment Strategy: Enhancing Student Achievement in Web-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2006, vol. 22, no. 3, p. 207–217. ISSN 1365-2729.

WANG, T. H. Implementation of Web-based Dynamic Assessment in Facilitating Junior High School Students to Learn Mathematics. *Computers and Education*. 2011, vol. 56, no. 4, p. 1062–1071. ISSN 0360-1315.

WEGNER, S. B., HOLLOWAY, K. C., GARTON, E. M. The Effects of Internet-Based Instruction on Student Learning. *Journal of Asynchronous Learning Network*. 1999, vol. 3, no. 2, p. 98–106. ISSN 1092-8235.

WEIGAND, H. G. Teaching with a Symbolic Calculator in 10th Grade — Evaluation of One Year Project. *International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2008, vol. 15, no. 1, s. 19–32. ISSN 1744-2710.

WEIGAND, H. G., BICHLER, E. Symbolic Calculators in Mathematics Lessons — The Case for CAS. *International Journal for Technology in Mathematics Education*. 2010, vol. 17, no. 1, p. 3–15. ISSN 1744-2710.

ŽILKOVÁ, K. *Školská matematika v prostředí IKT*. Bratislava : Vydavateľstvo UK, 2009, 136 s. ISBN 978-80-223-2555-4.

PODĚKOVÁNÍ

Článek byl vytvořen v rámci výzkumného záměru PRVOUK P15 *Škola a učitelská profese v kontextu rostoucích nároků na vzdělávání*.

RNDr. Jarmila Robová, CSc. – E-mail: jarmila.robova@mff.cuni.cz

Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Česká republika

Seznamte se: Mezinárodní komise pro studium a zdokonalování vyučování matematice (CIEAEM)

Marie Tichá

Abstrakt

Článek seznamuje čtenáře s *Mezinárodní komisí pro studium a zdokonalování vyučování matematice – CIEAEM*, která byla založena již v roce 1950. Přináší stručnou informaci o historii jejího vzniku a etapách vývoje. Popisuje aktivity realizované v rámci konferencí a akcí pro studenty učitelství, které komise organizuje.

Klíčová slova: CIEAEM, mezinárodní organizace, didaktika matematiky, podpora výzkumu, zkvalitňování vyučování, podpora studentů učitelství.

Meet Commission for the Study and Improvement of Mathematics Teaching (CIEAEM)

Abstract

The article presents the Commission for the Study and Improvement of Mathematics Teaching — CIEAEM, which was founded already in 1950. It provides brief information on the history of its formation and development stages. It describes the activities carried out at conferences and events for student teachers organized by the Commission.

Key words: CIEAEM, international organisation, didactics of mathematics, support of research, improvement of teaching, student teachers support.

VZNIK A ZÁMĚRY CIEAEM



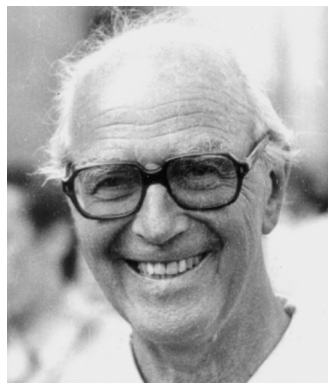
Pod zkratkou CIEAEM se skrývá francouzský název *Commission internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques* (Mezinárodní komise pro studium a zdokonalování vyučování matematice). V poslední době se užívá také anglický název *Commission for the Study and Improvement of Mathematics Teaching*.¹

Komise byla založena v roce 1950. Od roku 2010 je přidružená k ICMI (International commission on mathematical instruction; informaci o ICMI přineslo první číslo druhého ročníku SciEd). Komise vydává pro své členy Newsletter a od roku 1996 má oficiálně dohodnuté a schválené stanovy (Constitution), které zahrnují koncepci a pravidla práce. Od roku 2000 má CIEAEM právní postavení jako nezisková organizace pro studium a zkvalitňování matematického vzdělávání (viz Manifesto 2000). Počet členů komise je v současnosti stálý; pokud některý člen odstoupí, je podle stanov a na základě doporučení některého člena komise na jeho místo volen člen nový.²

Zakladatelé komise CIEAEM usilovali o *integraci vědeckého cíle*, tedy provádění výzkumu v oblasti didaktiky matematiky *s cílem* analyzovat aktuální podmínky a možnosti pro *rozvoj a zlepšení kvality matematického vzdělávání na všech úrovních*. Snažili se o aktivizaci mezinárodní spolupráce v oblasti vyučování matematice.



Jean Piaget



Gustave Choquet



Caleb Gattegno

Iniciátorem založení komise byl matematik, pedagog a filozof Caleb Gattegno z University of London (posléze se stal prvním tajemníkem komise). Další dvě významné osobnosti, spojené se založením komise, naznačují a dokumentují původní zaměření její činnosti na dva obory – matematiku a psychologii – byli to matematik Gustave Choquet (první předseda, prezident) a psycholog Jean Piaget (místopředseda, viceprezident).

V 60. a na počátku 70. let byli vůdčími osobnostmi komise matematici Artin, Dieudonné, Papy a Servais, kteří usilovali o modernizaci vyučování matematice a o přeformulování matematického obsahu kurikula a metodických pokynů v duchu ideí „Math Moderne, New Math Movement“.

¹Podkladem pro tento příspěvek je článek *K třiceti létům CIEAEM*, který publikoval J. Šedivý v roce 1980, a prohlášení *Manifesto 2000*, zpracované u příležitosti Světového roku matematiky 2000, v době, kdy předsedkyní byla K. Keitel. Dalším zdrojem jsou vlastní zkušenosti z účasti na několika konferencích CIEAEM v letech 2001–2009.

²Pro práci komise je charakteristická „dvojjazyčnost“ – většina dokumentů je zpracovávána ve francouzštině a angličtině; totéž platí pro jednání konferencí, které CIEAEM pořádá. U členů komise se předpokládá znalost obou jazyků.

Jejich pojetí matematického vzdělávání a vyučování matematice – soustředění se na „čistou“ matematiku a důraz na struktury, řešení otázek obsahu školské matematiky – postupně vyvolalo v rámci CIEAEM kontroverzní debaty (zvláště když se ukázal nedostatečný zřetel na sociální kontexty a nové podmínky učení a vyučování) a koncem 70. a v 80. letech změnu nazírání komise na matematické vzdělávání. V tomto období se předsedové CIEAEM A. S. Krygowská, E. Castelnovo, C. Gaulin a H. Freudenthal snažili opustit jistou izolovanost matematiky (noble mathematics) a propojit didaktiku matematiky s jinými obory a sociální realitou. Od počátku 70. let se v CIEAEM sdružují převážně didaktikové a učitelé matematiky.

Od počátku komise usilovala o vytváření vazeb a posílení spolupráce mezi teorií a praxí.³ Svůj hlavní úkol vidí ve zlepšování jak kvality vyučování matematice, tak výzkumu v oblasti didaktiky matematiky. Proto sdružuje badatele i učitele.

SPOLUPRÁCE A ZASTOUPENÍ V RÁMCI CIEAEM

Zpočátku byli v CIEAEM sdruženi didaktikové a učitelé matematiky jen z některých zemí Evropy. Vliv CIEAEM se uplatňoval zvláště v románských zemích, postupně se rozšířil do Kanady a dalších zemí ovlivňovaných Francií. Dodnes mají tyto státy v komisi nejpočetnější zastoupení. Komise se však postupně rozšířila o účastníky z dalších oblastí. Například v roce 1979 byli za členy komise kooptováni další didaktikové z Polska a Maďarska (B. Nowecki, M. Ciosek, E. Hódi, W. Zawadowski). Již před tím udržovali kontakty s komisí také J. Suranyi, T. Varga, S. Turnau.

V současnosti jsou v komisi (Commission Members) zástupci 15 států (vedle evropských zemí také Austrálie, Kanady, USA). Členkou komise je také M. Kaslová z PedF UK v Praze. V čele komise stojí výkonný výbor (Executive).

KONFERENCE CIEAEM

Podstatným a základním prostředkem uskutečňování cílů a záměrů CIEAEM, tj. zkvalitňování vyučování matematice a také zvyšování vědecké úrovně didaktiky matematiky, jsou konference každoročně pořádané pod hlavičkou CIEAEM (v prvních letech byly označovány jako setkání – rencontre)⁴.

ÚČASTNÍCI

Jak uvedl dlouholetý tajemník a spoluvůdce koncepce CIEAEM W. Servais, „... každoročních setkání se může zúčastnit každý, kdo se zajímá o vyučování matematice. Od počátku jsou záměrně pojata tak, aby byla neformální, aby byla laboratořemi umožňujícími mnohostranné působení idejí. ... přicházeli na ně odevšad matematici, učitelé, výzkumníci všech věkových kategorií, ze všech úrovní výuky, aby v pracovních skupinách kladli své otázky o vyučování matematice a odpovídali ostatním.“ (Šedivý, 1980)

Jak bylo řečeno výše, v komisi má zastoupení 15 států. Neznamená to ale, že by se konferencí nezúčastňovali didaktikové a učitelé dalších zemí. Právě naopak. Zcela pravidelně přijíždějí účastníci například z Argentiny, Mexika, Nového Zélandu, Austrálie, Kanady, USA i dalších zemí (od roku 1990 každoročně také z ČR). Změna úhlu pohledu (t.j. ústup od „radikálního“ strukturalismu), konstituování didaktiky

³Zdůrazňuje se Mathematics education as a scientific discipline and a reflective practice.

⁴Některé z nich jsou označeny jako uzavřená zasedání (restricted meetings) členů komise.

matematiky jako samostatné disciplíny a vývoj v didaktice matematiky (několik poznámek k tomuto vývoji můžete najít v článku Stehlíková, Tichá, 2011) přineslo zvýšení zájmu badatelů i učitelů o výzkum v didaktice matematiky, a tedy i zvýšení počtu účastníků konferencí CIEAEM. Stále ve větší míře se konferencí zúčastňují učitelé primárních škol (žáků ve věku 6–11 let).

Konference mají jedinečný a specifický charakter, „... pomáhají k výměně názorů na problematiku vyučování matematice, k předvedení výsledků didaktických a psychologických výzkumů apod.“ (Šedivý, 1980). Jsou místem setkávání učitelů a badatelů, v jehož rámci si mohou vyměňovat zkušenosti. Poskytují přátelské a stimulační prostředí pro seznamování se s různými hledisky a názory. Praktici a výzkumníci jsou považováni za rovnocenné partnery. CIEAEM zdůrazňuje důležitost soustavného propojení a spolupráce mezi výzkumem a praxí a požadavek, aby změny v matematickém vzdělávání byly podporovány praxí i teorií a jejich vzájemným ovlivňováním se.

TÉMATATA

Podle stanov je pro každou konferenci CIEAEM vymezováno konkrétní téma, které je uvedeno v názvu konference. V dostatečném předstihu jsou formou „discussion papers“ vymezeny okruhy a otázky, jejichž promýšlení před konferencí a projednání na konferenci se předpokládá.

Tak například témata prvních konferencí dokumentují „dvojborovost“ zaměření práce komise (matematika a psychologie) a původní soustředění se na obsah. V roce 1950 bylo vymezeno téma *Vztahy mezi obsahem matematiky a rozvojem intelektuálních schopností adolescentů*. Téma konference konané v roce 1952 – *Matematické struktury a struktury myšlení (Mathematical and mental structures)* – naznačuje, že bourbakisticky zaměřené matematiky a piagetovsky orientované psychologie sblížovalo strukturální pojetí obou věd (Šedivý, 1980).

Etablování didaktiky matematiky jako samostatné vědní disciplíny přineslo zvýšení zájmu o výzkum vyučování matematice a také o činnost CIEAEM (v Manifesto 2000 se uvádí, že 400 účastníků ze 35 zemí považuje konference CIEAEM za přínosné, důležité a významné události) a přineslo nový okruh zájmu, objevila se nová relevantní témata (metodologické otázky didaktiky matematiky, širší epistemologické, psychologické a sociologické problémy, podmínky vzdělávacího prostředí, problematika kolem nově vyvinutých technologií). Byl formulován programový požadavek *Mathematics for all... in the computer age (1985)*.

V posledních letech se klade stále větší důraz na vztah teorie a praxe: *Links between theory and practice (1998)*, reaguje se na změny ve společnosti: *Changes in the Society: a challenge for Mathematics Education (2005 a 2006)*, jsou představovány různé pohledy na vyučování matematice: *Mathematical activity in classroom practice and as research object in didactics: two complementary perspectives (2009)*.

ČINNOSTI

Program konferencí zahrnuje různé činnosti, které jsou specifikovány ve stanovách.

Plenární přednášky, ke kterým jsou zváni matematikové, psychologové a didaktici, se vztahují k tématu konference a poskytují východiska pro jednání pracovních skupin.

Klíčové jsou *pracovní skupiny (working groups)*, které se v průběhu konference několikrát setkají a jejichž zaměření je předem podrobně uvedeno v diskusním ma-

teriálu jako *sub-téma* spolu s návrhy na dílčí témata a otázky. Předpokládá se, že každý z účastníků se bude po celou dobu konání konference podílet na práci jedné z nich. V rámci jednání pracovních skupin (zpravidla pěti) *jednotlivci nebo malé skupiny prezentují* své myšlenky, názory, zkušenosti, výsledky výzkumu, případových studií apod.

Účastníci mohou také připravit a organizovat *dělny (workshops)*; účastníci se v nich aktivně zapojují do práce na problémech a otázkách vztahujících se k subtématům.

Další formou práce je *forum nápadů (Forum of ideas)*, na kterém účastníci zpravidla formou posterů prezentují případové studie, materiály pro výuku, projekty atd.

Specifická je také skutečnost, že se jednání vede dvojjazyčně (anglicky a francouzsky). Každý přednášející si volí jeden z jazyků a pro prezentaci připravuje podklady v obou. To zřejmě umožňuje účast velkého počtu učitelů.

I když se v posledních letech počet účastníků snížil na 100–150, stále přijíždějí učitelé i badatelé z celého světa. V roce 2006 se konference CIEAEM na podnět M. Kaslové konala u nás v Srní na Šumavě, a to díky ochotě kolegů z PedF ZČU, vedených J. Coufalovou, kteří ji zorganizovali. Příští konference se bude konat v červenci 2013 v Belgii.

QUALITY CLASS

Na závěr připojíme ještě informaci o jedné velmi podnětné doprovodné aktivitě.

V návaznosti na konference CIEAEM jsou pořádána pod označením Quality Class desetidenní setkání studentů učitelství matematiky, kteří se připravují na vyučování 12–18letých žáků. Setkání se však mohou účastnit i studenti učitelství pro 1. stupeň (elementary school teacher students).

Začíná se zpravidla 4 dny před zahájením konference CIEAEM. Účastníci mají svůj program, ale zúčastňují se také některých částí programu konference.

Každá ze zúčastněných zemí sestaví dvou- až čtyřčlenný tým studentů. Ti mají za úkol připravit si tříhodinový workshop, jehož součástí má být informace o národním systému vzdělávání. Téma workshopu není předepsáno, volí si ho týmy podle svého uvážení.

Cílem Quality Class je seznámit se se způsobem práce v multikulturním prostředí, získat zkušenost s prací člena mezinárodního týmu, prohloubit si znalosti o matematickém vzdělávání a vyučování matematice, seznámit se s přínosem pedagogického výzkumu pro praxi.

Čeští studenti, kteří měli možnost se Quality Class zúčastnit (zpravidla díky iniciativě prof. Jarmily Novotné z PedF UK), vysoce hodnotili přínos své účasti.

LITERATURA

ŠEDIVÝ, J. K třiceti letům CIEAEM. *Matematika a fyzika ve škole*, roč. 11/1980, č. 1, s. 93–95.

Manifesto 2000. Dostupné z: <http://www.uhu.es/cieaem/>

STEHLÍKOVÁ, N., TICHÁ, M. Didaktika matematiky a její proměny. *Pedagogická orientace* 21 (2). Brno : PdF MU 2011, s. 156–170.

FOTOGRAFIE

<http://www.ibe.unesco.org/en/about-the-ibe/who-we-are/history/ibe-directors/jean-piaget.html>

<http://www.easywebmarketing.co.uk/images/4/Caleb-Gattegno.gif>

<http://www.karlin.mff.cuni.cz/katedry/kma/fotky/obrazky/choquet.gif>

<http://www.uhu.es/cieaem/>

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala J. Žalské a J. Vaníčkoví za to, že se se mnou podělili o zkušenosti a dojmy z poslední konference CIEAEM 64, jejímiž byli přímými účastníky.

Článek vznikl s podporou RVO: 67985840.

Marie Tichá, CSc. – E-mail: ticha@math.cas.cz

Matematický ústav Akademie věd České republiky, v.v.i., Česká republika

Scientia in educatione

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

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

Vedoucí redaktorka (UK v Praze)

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

Redakce (UK v Praze)

prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Členové redakční rady

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zahraníční členové redakční rady

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

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

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

Adresa redakce

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (Naďa Vondrová)

M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz

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

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