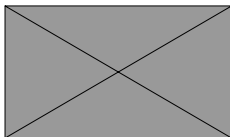


LITHUANIAN UNIVERSITY OF EDUCATIONAL  
SCIENCES

**Orinta Šalkuvienė**

**APPLICATION OF VIRTUAL TEACHING  
AND LEARNING OBJECTS, TEACHING  
ARITHMETIC OPERATIONS  
IN FORMS 4 AND 5**

Summary of Doctoral Dissertation  
Social Sciences, Education (07 S)



Vilnius, 2011

**The Doctoral Dissertation is defended externally.**

**Scientific consultant:**

Assoc. Prof. Dr. Viktorija Sičiūnienė (Lithuanian University of Educational Sciences, social sciences, educology – 07 S)

The Doctoral Dissertation is defended at the Council of Educology Sciences of Lithuanian University of Educational Sciences)

**Chairman**

Prof. Habil. Dr. Marijona Barkauskaitė (Lithuanian University of Educational Sciences, social sciences, educology – 07 S)

**Members:**

Prof. Dr. Palmira Pečiuliauskienė (Lithuanian University of Educational Sciences, social sciences, educology – 07 S)

Prof. Dr. Ona Monkevičienė (Lithuanian University of Educational Sciences, social sciences, educology – 07 S)

Prof. Dr. Vida Gudžinskienė (Mykolo Romerio University, social sciences, educology – 07 S)

Prof. Habil. Dr. Vytautas Gudonis (Šiauliai University, social sciences, psychology – 06 S)

**Opponents:**

Prof. Habil. Dr. Algirdas Povilas Ažubalis (The General Jonas Zemaitis Military Academy of Lithuania, social sciences, educology – 07 S)

Assoc. Prof. Dr. Nijolė Cibulskaitė (Lithuanian University of Educational Sciences, social sciences, educology – 07 S)

The Doctoral Dissertation will be defended during an open meeting of the Council of Educology Sciences at 13.00 on 6 January, 2012, in Lithuanian University of Educational Sciences, 204 Auditorium.

Adress: Studentų st. 39, LT-08106, Vilnius, Lithuania.

The Summary of the Dissertation was distributed on 6 December, 2011.

The Dissertation is available for review in the library of Lithuanian University of Educational Sciences.

© Orinta Šalkuvienė, 2011

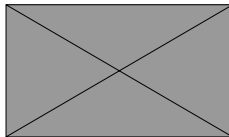
© Lithuanian University of Educational Sciences, 2011

LIETUVOS EDUKOLOGIJOS UNIVERSITETAS

**Orinta Šalkuvienė**

**VIRTUALIŲJŲ MOKYMO(SI) OBJEKTŲ  
TAIKYMAS IV–V KLASĖSE MOKANT  
ARITMETIKOS VEIKSMŲ**

Daktaro disertacijos santrauka  
Socialiniai mokslai, edukologija (07 S)



Vilnius, 2011

## **Daktaro disertacija ginama eksternu**

### **Mokslinė konsultantė**

Doc. dr. Viktorija Sičiūnienė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Disertacija ginama Lietuvos edukologijos universiteto Edukologijos mokslo krypties taryboje

### **Pirmininkė**

Prof. habil. dr. Marijona Barkauskaitė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

### **Nariai:**

Prof. dr. Palmira Pečiuliauskienė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Prof. dr. Ona Monkevičienė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Prof. dr. Vida Gudžinskienė (Mykolo Romerio universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Prof. habil. dr. Vytautas Gudonis (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, psichologija – 06 S)

### **Oponentai:**

Prof. habil. dr. Algirdas Povilas Ažubalis (Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Doc. dr. Nijolė Cibulskaitė (Lietuvos edukologijos universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)

Disertacija bus ginama viešame Edukologijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2012 m. sausio 6 d. 13.00 val. Lietuvos edukologijos universitete 204 auditorijoje

Adresas: Studentų g. 39, LT-08106, Vilnius, Lietuva

Daktaro disertacijos santrauka išsiųsta 2011 m. gruodžio 6 d.

Su daktaro disertacija galima susipažinti Lietuvos edukologijos universiteto bibliotekoje

© Orinta Šalkuvienė, 2011

© Lietuvos edukologijos universitetas, 2011

## INTRODUCTION

**Relevance.** In all times arithmetic has been an important subject at school: pupils familiarize themselves with natural and fractional numbers, learn arithmetic operations, acquire computation abilities. Actions of teaching and learning mathematics make up a complicated tiered structure. Every simple operation is a constituent of more complicated operations; therefore, the pupil has to learn to perform these operations quickly and without mistakes, „without thinking“. For the majority of pupils difficulties in performing arithmetic operations is the main reason hindering not only to learn arithmetic but also other topics of mathematics (Bregeon, Dossat, Myx, Poli, Vicens, 1993; Armstrong, Bootherstone, Lusk, Manning, Page, 1995; Kiseliova, Kiseliovas, 1996; Gudynas, 1998; Headington, 1999; Balčiūnas, Balčytis, 2000; Ažubalis, Kiseliovas, 2002; Kiseliova, Kiseliovas, 2002 a, 2004). Therefore, it is important to search for the ways, methods and means facilitating pupils to cope with these hindrances.

In the recent decade, information communication technologies (ICT) were started to be intensively applied in the teaching and learning process (Kulik, Kulik, 1991; Najjar, 1996; Brazdeikis, 1999; Dagienė, 2000; Robert, Edling, 2000; Sztajn, 2002; Ижуткин, Сушенцов, 2002; Wilson, Notar, Yunker, 2003; Koroghlanian, Klein, 2004; Kvieškieienė; 2004; Орешкина, 2005; Rother, 2005; Clancy, 2007; Brazdeikis, Navickaitė, Sederevičiūtė, 2008; Kriliuvienė; 2008; Lipeikienė; 2008; Dagienė, Kurilovas, 2009). It is supposed that as the content of teaching and learning moves to the electronic space, ways enabling to control and manage the teaching and learning process will be successfully found (Papertas, 1995; Reboli, 2003; Frith, 2004; Morote, Pritchard, 2004).

More often virtual teaching and learning environments are mentioned, where the content of teaching and learning is presented in independent pieces of teaching material – virtual teaching and learning objects (VTLOs) (Jasutienė, Markauskaitė, 2004; Virtualioji mokymosi aplinka mokyklai, 2005). Virtual teaching and learning objects are various forms: – training and practical problems, textbooks, games and modelling, and many others (Schwier, Misanchuk, 1993; Verseckas, Januškevičius, 1995; Smith, Ragan, 1999; Engida, 2002; Kamii, Anderson, 2003; Moore, Burton, Myers, 2004; Lazaridis, Pappari, Samaras, Sifaleras, 2006; Михеева, 2007 et al.).

Researches have confirmed that the animated virtual objects in the application of training and learning process encourages pupils learning motivation and contribute to a stronger knowledge and abilities (Aarntzen, 1993; Blumberg, Galyean, 1995; Stone, Lester, 1996; André, Rist, Müller, 1997; Johnson, Riekei, Lester, 2000; Reinhardt, Letz, 2001; Atkinson, 2002; Baylor, Ryu, Shen, 2003; Barren, 2004; Chou, Liu, 2005; Lambert, Carpenter, 2005; Лебедева, 2005; Taylor, Duffy, Hughes, 2007 et al.).

Usage of virtual teaching and learning objects enables appropriate implementation of didactic principles of systematicity, consistency, continuity and accessibility, teaching arithmetic operations in forms 4 and 5 (Азанова, 2006). Such type of teaching and learning can also be applied to pupils inclined for the humanities, who are also required to attain an appropriate level of knowledge of mathematics (Leatherman, 1994; Jackson, Leffingwell, 1999; Coben, O'Donoghue, Fitzsimmons, 2000; Cohen, 2000; Schoenfeld, Conner, Conner, 2002; Simmons, Jones, 2005). These advantages of VTLOs are particularly useful in the fourth and fifth forms of Lithuanian comprehensive schools, when pupils progress from the primary school to the basic school.

Researches in various fields have been carried out in the world when virtual teaching and learning objects are applied for (self-) formation of mathematical achievements (Ramirez, 1990; Shashani, 1995; McCoy, 1996; Szabo, Poohkay, 1996; Lester, Callaway, Stone, Towne, 1997; Dehn, van Mulken, 2000; Jennings, Onwuegbuzie, 2001; Tooke, 2001; Wiest, 2001; Краснова, Беляев, Соловов, 2001; Nooriafshar, 2002; Padberg, Schiller, 2002; Snelson, 2002; Стефурак, 2005). Their results tell that integration of virtual teaching and learning objects make the lesson more dynamic, informative, promote learners' interest in teaching materials, develop pupils' intellect and creative abilities, they facilitate transition to deductive teaching and learning.

However, it was possible to find a very few results of the researches of the possibilities of using VTLOs and the influence of it to the skills of performing the arithmetical operations. Most of them were provided by the foreign scientists (Sztajn, 2002; Стебунова, 2005; Семенов, Рудченко, 2006; Aušraitė, Sičiūnienė, 2006). Many unsolved or insufficiently solved issues arise: ways of forming visual information and its quality; development of virtual teaching and learning spheres in the educational process; scientific grounding of using virtual teaching and learning systems. This forces to explore opportunities of designing and applying VTOs in the educational practice more exhaustively.

Reveals the **research problem** – the possibility of applying virtual teaching and learning objects, teaching arithmetic operations in forms 4 and 5, and efficacy of virtual teaching and learning objects for pupils' abilities to perform arithmetic operations have not been scientifically grounded.

**Research subject** – teaching and learning arithmetic operations in forms 4 and 5, applying virtual teaching and learning objects.

**Research aim** – theoretically and empirically ground possibilities of applying virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5 and their efficacy, (self-)developing the pupils' ability to perform arithmetic operations.

**Research tasks:**

1. Theoretically ground possibilities of applying virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5, teaching arithmetic operations.
2. To disclose main principles of drawing up virtual teaching and learning objects, intended for teaching arithmetic operations in forms 4 and 5.
3. To explore efficacy of applying virtual teaching and learning objects for abilities of pupils of forms 4 and 5 to perform arithmetic operations.

**Research methodology** is grounded on realistic, pragmatic philosophy, constructivism theory, humanistic pedagogy and psychology, conception of didactic competency, and systematic approach. Essential principles of modern didactics, which were the basis for preparation of this dissertation, were as follows: scientific; systematic knowledge; access to education; conscious and active learning; knowledge-based strength exercise; the use of the learning and teaching means; reflexive teaching and learning; creativity and educational teaching and learning.

**Scientific research methods:**

- **Content analysis of scientific literature and documents on education** is employed to theoretically ground application possibilities of virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5, teaching arithmetic operations.
- **Quantitative research method (written questionnaire)** enabled to disclose main principles of drawing up virtual teaching



and learning objects for teaching and learning arithmetic operations in forms 4 and 5, which served as a basis for the author of the dissertation, creating virtual teaching and learning objects, applied in the pedagogical experiment.

- **Pedagogical experiment** enabled to explore efficacy of virtual teaching and learning objects for the abilities of pupils of forms 4 and 5 to perform arithmetic operations and empirically ground key principles of drawing up virtual teaching and learning objects intended for teaching and learning arithmetic operations in forms 4 and 5.
- **Statistical methods.** To process research data SPSS (Statistical Package for the Social Sciences (Bühl, Zöfel, 1996)) and PAULA (Bitinas, 1998) software were employed; tables and graphs were drawn up using general editors. The research employed Spearman rank correlation coefficient, Chi-Square feature independence criteria (Čekanavičius et al., 2002).

#### **Research stages:**

Stage 1 (2002–2004). Seeking to disclose the problem of the research work and to purify the subject, aim and raise tasks, scientific, pedagogical, psychological literature, documents on education, aids for teaching and learning mathematics were studied. Deep knowledge was acquired both about the content and methods of teaching and learning arithmetic operations; in addition, possibilities of applying virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5 were reviewed and analysed: 1) content analysis of scientific researches, pedagogical and psychological literature helped to disclose pupils' main difficulties encountered teaching and learning mathematics and their reasons; thinking operations characteristic to the fourth and fifth form pupils' age group; the importance of picturesqueness, teaching and learning arithmetic operations; possibilities and experi-

ence of applying VTLOs (Kiseliova O. et al., 2002; Kiseliova O. et al. 2004; Kiseliova O., 2002, 2002 a, 2003, 2003 a, 2004, 2004 a, 2004 b; Šalkuvienė, 2005, 2006, 2007); 2) the analysis of documents on education and mathematics textbooks helped to distinguish the importance of teaching and learning arithmetic operations and link with other areas of mathematics, links of the content of teaching and learning mathematics in forms 4 and 5 (Šalkuvienė, 2008).

Stage 2 (2005). Primary assessment of virtual teaching and learning objects. Several components of VTLOs intended for teaching and learning arithmetic operations were presented for teachers. Afterwards the teachers were given closed type questionnaire with 18 items. The aim of the questionnaire was to find out the possibilities, peculiarities of using VTLOs, ground their purposiveness and significance, teaching pupils arithmetic. Discussions with teachers were aimed at finding out trends of creating separate elements of the teaching aid and improving VTLOs, topics, teachers' wishes, proposals, etc.

Stage 3 (2005). Expert assessment of virtual teaching and learning objects. 37 teachers (19 primary and 18 basic school mathematics teachers) were given a questionnaire consisting of 13 items, which aimed to find out their opinion regarding VTLO which was about to be applied in the pedagogical experiment. Before that they had a possibility to familiarize with these virtual teaching and learning objects practically and try to apply them in their lessons. In stages 2 and 3 key principles for drawing up VTLOs for (self-) development of performing arithmetical operations and for (self-)formation of arithmetic images were distinguished.

Stage 4 (2008). Assessment of efficacy of virtual teaching and learning objects. To assess practical efficiency of VTLOs the test of mathematic abilities, based on TIMSS primary mathematics tests (TIMSS 1995, TIMSS, 2003), was prepared. In January, 839 fourth form pupils

were tested in various schools of Lithuania. Test results enabled to distinguish groups of homogeneous classes. Between February and April, the pedagogical experiment for assessing influence of VTLOs on pupils' abilities (attainments) to perform arithmetic operations was carried out in one of such groups (testing). There were 52 pupils from two city's and one region's school in the experimental group and 46 pupils from two city's and one region's school in the control group; main principles of drawing up virtual teaching and learning objects for teaching arithmetic operations in forms 4 and 5 were empirically grounded.

**Defended statements:**

1. Abilities of performing arithmetic operations are determined by good abilities of performing these operations, and the latter, by suitably formed arithmetic images. Educational environment of Lithuanian primary and basic schools has sufficient amount of virtual teaching and learning objects intended for (self-)development of the fourth and fifth form pupils' abilities of performing arithmetic operations; therefore, there also emerges a need to transfer visual teaching aids that help to (self-)form arithmetic images into virtual environment.
2. Virtual teaching and learning objects, oriented to formation of arithmetic images, they are drawn up following classical principles: accessibility, continuity, consistency, picturesqueness, dynamism, emotionality.
3. Virtual teaching and learning objects intended for (self-)formation of arithmetic images enable pupils to (self-)develop abilities to perform arithmetic operations more efficiently.

**Novelty of Research Results.** Virtual teaching and learning objects proposed for Lithuanian it involves the training of solving arithmetic operations more than induces the comprehension of the operation itself. The dissertation research pays attention to virtual teaching

and learning objects intended for (self-)formation of arithmetic images, outlines key principles of their creation and application.

**The essence of theoretical significance of results** is outlined by theoretical assumptions of creation and application of virtual teaching and learning objects that are favourable for teaching and learning arithmetical operations.

**Practical significance of research results** is determined by the need of the school to attain a higher teaching and learning results. The research empirically tested the efficacy of virtual teaching and learning objects for (self-)development of abilities to perform arithmetic operations. Links between arithmetical images and the ability to perform arithmetic operations have been disclosed.

**Approval of results of the dissertation research in publications, other (other than ISI WEB of Science) reviewed international data bases:**

*MLA International Bibliography (OCLC list 2004-2005) in data basis:*

1. Kiseliova D., Kiseliovas A., Volodka H., Kiseliova O. (2004). Interaction between Primary Class Pupils' Psychological Environment and their Attitude to Mathematics // Vilnius Pedagogical University, *Psychology of Education*. Research works. No. 11-12. P. 102-108. ISSN 1392 - 639X.

*In CEEOL data basis:*

1. Šalkuvienė O. (2005). Dynamic Picturesqueness in the Mathematics Lessons in Forms 4 and 5 // *Works of young scientists*. No. 3 (7). P. 94-98.
2. Šalkuvienė O. (2006). Means of Dynamic Picturesqueness, Teaching Arithmetic in Forms 4 and 5 // *Works of young scientists*. No. 1 (8). P. 84-87.
3. Šalkuvienė O. (2007). Theoretical Prerequisites of Applying Information Communication Technologies in the Primary Education Process. *Works of young scientists*. No. 3 (14). P. 91-96.

*In IndexCopernicus data basis:*

1. Šalkuvienė O. (2008). Topics of Teaching and Learning Arithmetic Operations in the Content of Mathematics in Forms 4 and 5. *Works of young scientists*. No. 1 (17). P. 119–125.
2. Šalkuvienė O. (2010). Propaedeutic Assessment of Virtual Teaching and Learning Objects for Teaching Arithmetic in Forms 4 and 5. *Works of young scientists*. No.4 (29) P. 72–78.

**Papers in conferences and other publications:**

1. Kiseliova D., Kiseliovas A., Donielienė I., Kiseliova O. (2002) The Validation of Mathematical Skills Application Tasks. *Lithuanian Collection of Mathematics*. Vilnius. T. 42, Spec. No. P. 391–396.
2. Kiseliova O. (2002). The Comparative Analysis of the Lithuanian and Russian Primary School Mathematics. III International conference, *Teaching Mathematics: Retrospective and Perspective*. Liepaja, p. 101–104.
3. Kiseliova O. (2003). Computer Literacy of Primary Class Teachers. *Lithuanian Collection of Mathematics*. Vilnius. T. 43, Spec. No. P. 243–247.
4. Kiseliova O. (2003). Application of Dynamic Visual Aids in the Primary School. Application of Computer Technologies in the Educational Process. Material of National Scientific Practical Conference. Šiauliai, p. 41–47.
5. Kiseliova O. (2004). ). Computer Literacy of Primary School 4 Form Pupils. International Scientific Conference *Changes and Perspectives of Higher Education and General Education* (Physics, Mathematics and Computer Science). Šiauliai, p. 117–121.
6. Kiseliova O. (2004, May 6–7). Computer Literacy among General School Fifth-Formers. International Scientific Conference

*Information Technologies and Telecommunications for Rural Development*. Latvia: Jelgava, p. 170–176.

7. Kiseliova O. (2004). Comparative Analysis of Computer Literacy among Teachers of Lithuanian Primary School and Pupils of the 4 and 5 Forms. 5 International Scientific Conference *Teaching Mathematics: History and Perspectives*. Liepaja Academy of Pedagogy, Liepaja. ISSN 1407-9089, p. 137–142.

**Methodical publications:**

1. Šalkuvienė O., Bakanovienė T., Donielienė I. (2008). *Application of Information Technologies in Educational Practice*. Methodical publication. Šiauliai. K. J. Vasiliauskas' publishing house „Liucijus“.

**Works of experimental development and applied scientific activity:**

1. Kiseliova D., Kiseliovas A., Šalkuvienė O. (2005). Distance Course of Teaching Mathematics for Special Needs Children for Form 4 (in separate cases suitable for forms 4–8). <http://vma.emokykla.lt/moodle>.

**Structure and volume of the dissertation.** The thesis consists of the introduction, 3 sections, conclusions, recommendations, the reference list and 6 annexes. The total volume is 218 145 characters. There are 25 tables and 18 figures. The reference list includes 228 items, 106 of them are in the Lithuanian language and 122, in foreign (English, French, Russian) languages.

# CONTENT

## INTRODUCTION

1. THEORETICAL GROUNDING OF APPLICATION OF VIRTUAL TEACHING AND LEARNING OBJECTS IN FORMS 4 AND 5, TEACHING ARITHMETIC OPERATIONS
  - 1.1. Teaching and Learning Arithmetic Operations in Curriculum Framework and Teaching and Learning Aids
  - 1.2. Formation of Arithmetic Images
2. RESEARCH METHODOLOGY OF APPLICATION OF VIRTUAL TEACHING AND LEARNING OBJECTS IN FORMS 4 AND 5, TEACHING ARITHMETIC OPERATIONS
  - 2.1. Research Methodology
  - 2.2. Characteristics of the Empirical Research
3. EMPIRICAL RESEARCH ON APPLICATION OF VIRTUAL TEACHING AND LEARNING OBJECTS IN FORMS 4 AND 5, DEVELOPING ABILITIES TO PERFORM ARITHMETIC OPERATIONS
  - 3.1. Primary Assessment of Implementing VTLOs
  - 3.2. Expert Assessment of Implementing VTLOs
  - 3.3. Assessment of Efficacy of Applying VLTOs
    - 3.3.1. Selection of Expert and Control Classes
    - 3.3.2. Pedagogical experiment

## CONCLUSIONS

## RECOMMENDATIONS

## REFERENCES

## ANNEXES

## PRESENTATION OF THE CONTENT OF THE DISSERTATION

**The Introduction** presents the scientific problem of the research, the aim of the research, its tasks, objective, scientific and practical significance, as well as defensive statements of the dissertation and articles published on the above subject.

**The first section of the dissertation „Theoretical Grounding Of Application Of Virtual Teaching And Learning Objects In Forms 4 And 5, Teaching Arithmetic Operations“** contains the analysis of scientific, pedagogical, psychological literature, documents on education, aids of teaching and learning mathematics, based on which attention is focused on:

- the content and methods of teaching and learning arithmetic operations;
- possibilities to apply virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5;
- importance and ways of (self-)formation of arithmetic images.

**1st chapter of the dissertation „Teaching and Learning Arithmetic Operations in Curriculum Framework<sup>1</sup> and Teaching and Learning Aids“** contains:

- analysis of scientific researches, pedagogical and psychological literature, which helped to disclose main difficulties encountered teaching and learning mathematics and their reasons;
- analysis of documents on education and mathematics textbooks, which helped to distinguish the importance of teaching and learning arithmetic operations, the link with other areas of mathematics, and links of content of teaching and learning mathematics in forms 4 and 5.

---

<sup>1</sup> Curriculum Framework for Primary and Basic Education (2008).



Based on researches on mathematical achievements in the primary school (Balčiūnas, Kiseliova, 1998; Balčiūnas, Merkys, 1999; Balčiūnas, Balčytis, 2000; Kiseliova, 2002; Kiseliova O. et al., 2002; Kiseliova, Kiseliovas, 2002; Kiseliovas, Kiseliova, 2002 a, Kiseliovas, Kiseliova, 2002 b; Donielienė, Kiseliovas, Kiseliova, 2002; Kiseliova, Kiseliovas, 2004; Kiseliova, Kiseliovas, Donielienė, Drozd, 2004), it can be stated that ability of the majority of fourth-formers to perform arithmetic operations are not bad. However, in the fifth form, having started the subject based system, quite many pupils forget algorithms of multiplication and division operations, find it difficult to solve the task that requires small changes in the usual addition rule. Solving tasks in various areas of mathematics, pupils' mistakes performing arithmetic operations show up: computing values of formally presented arithmetic operations, pupils concentrate only on computational operations, whilst performing different tasks, they break down the arithmetic operation into several different operations, that is why mistakes appear, showing gaps of mastering arithmetic computation and mathematic materials. Therefore, teaching pupils to perform the simplest arithmetic operations, it is very important in the first place to create accurate arithmetic images, based on which later abilities are formed. However, it should be pointed out that developing these abilities, formal explanation alone is insufficient. It is necessary to use various visual aids that help to self-form good images of arithmetic operations. In the absence of visual perception how separate parts of numbers are formed, how they break up, etc, having encountered more complicated operations and bigger numbers, pupils stumble. Application of various visual aids, handouts, ICT, teaching numbers and computations is also described in Curriculum Framework (2008).

In the document regulating the current content of education of mathematics – Curriculum Framework for Primary and Basic Educa-

tion (2008) – arithmetic operations are attributed to the area of Numbers and Computation (Curriculum Framework, 2008, p.199, 799). Numbers and computation are the most important and largest area of mathematic activity in terms of volume, providing particularly many educational possibilities. This activity area of mathematics is particularly significant developing pupils' attitudes and general abilities: mathematic communication, mathematic thinking, problem solving (Curriculum Framework, 2008).

In the Curriculum Framework for Primary and Basic Education (2008) much attention is given to integration of information communication technologies. In the primary school development of information communication technologies is being integrated in other educational areas. The teacher who integrates information communication technologies into the education process, seeks to use ICT for modernising and improvement of the educational process: to organize teaching and learning in a different way, present teaching materials differently, etc. Integrating ICT into the primary education process, the teacher can familiarise pupils with various teaching software and educational games designed for their age and purposefully, according to the possibilities apply them in the educational process. Basic school starts teaching the systematic course of information technologies; thus, it is important that pupils are not only able to apply one or another concrete computer technology but also acquire essential computer skills, self-develop general and concrete subject based abilities, value approaches. It should be pursued to develop pupils' ability to integrate knowledge of subjects, relating it to possibilities provided by information technologies and using various services provided by them.

Analysing teaching and learning content of mathematics of forms 4 and 5, the principle of continuity has been considered; i.e., links of the content of mathematics for forms 4 and 5 in the area of numbers

and computations in Curriculum Framework (2008) and mathematics textbooks have been analysed.

**2nd chapter of the dissertation „Formation of Arithmetic Images“** focuses on:

- thinking operations characteristic of the fourth-fifth form pupils' age group (Inhelder, Piaget, 1958; Piaget, 1969; Kruteckis, 1978; Butkienė, Kepalaitė, 1996; Zambacevičienė, 2006 et al.).

Visual-concrete rather than the so-called verbal-logical memory is better developed in junior school age pupils' group. They memorize quicker and consolidate better, retain concrete knowledge, events, persons, objects, facts longer than definitions and explanations. The child aged between 7 and 11 still finds it difficult to think in an abstract way, his/her logical thinking is still not that abstract or complicated as in adolescence.

- Importance of picturequeness, teaching and learning arithmetic operations (Gailienė, Bulotaitė, Sturlienė, 1996; Ažubalis, Kiseliovas, 2002; Sztajan, 2002; Sisul, 2002; Česnauskienė, 2005; Kiseliova, Kiseliovas, Drozd, 2008 et al.).

It is proposed to start teaching arithmetic operations with the help of various visual aids. The child thinks visually, concretely, he/she understands things that are visual, concrete; he/she does not understand abstract considerations; they are unclear for him/her. The pupil can learn, memorise these considerations; however, if they are not consolidated by means of picturequeness, the pupil will find them empty, without content and crammed by heart (Ažubalis, Kiseliovas, 2002). Picturequeness helps to perceive and understand mathematical facts and also realise such processes of thinking that follow explanation of the material. These processes also have to be supported and related to matters that are already known to pupils; this way pupils understand them better and memorize them easier.

Various sections of the course employ different visual means. In the beginning of teaching and learning the pupil is mostly convinced by computation using natural objects and later, by pictures, drawings, agreed schemes, tables and technical drawings. This develops pupils' thinking and imagination. On the other hand, every new and more abstract kind of picturesqueness has to be applied carefully, in suitable time and without any rush. Final task of teaching and learning arithmetic is to pursue that children perceive the concept of the abstract number, be able to count in an abstract way. Seeking this aim, picturesqueness has to follow the initial stage of work, the process of concept formation. Later comes the point when visual aids give way to the pupil's generalising, abstracting idea. *Arithmetic is successfully taught when one succeeds to find correct relation between picturesqueness and abstractness, is able to gradually and smoothly transfer pupils from concrete thinking to abstract.* One has to remember that picturesqueness is not the aim but only supplemental aids, seeking the actual aim: the conception of knowledge, logical abstract thinking. Therefore, visual aids should be used in the stages of perception and giving a sense to material as well as in the stage of initial practical sessions; however, consolidating and generalising knowledge, one should manage without them except for the cases when certain difficulties arise. Organising work with didactic materials, the tasks should be so considered that they consolidate not only new knowledge but also the one acquired earlier.

- Application possibilities and experience of VTLOs.

Already several decades ago it was recommended to apply technical teaching and learning and picturesqueness aids – slides, movies, radio, television – in the lessons and after-school activities. (Šalkuvienė, 2007). Many of these technical aids are used today as well. However, interest in some of them has decreased significantly. Computer becomes

not only the most important means of accumulation of information but also of teaching and learning. With the help of ICT pupils successfully accept fast and compressed information (Рахимзянова, 2005).

Using all opportunities of ICT and the above mentioned aids, one can create VTLOs that are interesting and attractive to pupils. The lesson becomes more innovative, attractive, understandable and picturesque (Dexter, 2000; Baxter, Woodward, Olson, Robyns, 2002; Corwin, 2002; House, 2002; Kessler, 2002; Klaos, 2003; Kazeine, 2004).

One of the most effective ways of implementing ICT in the educational process is usage of interactive models and dynamic short messages-presentations, or as it is referred to nowadays virtual teaching and learning objects. These also include *demonstration software, imitation, experimentation, modelling, practical and control software, electronic textbooks and educational games* (Possibilities of Applying Information Communication Technologies in the Educational Process. Recommendations for the Teacher, 2005).

Based on recommendations of Curriculum Framework (2008) and taking into account the experience of the various technical trainings and visual aids (Brazdeikis, 1999; Dolk, Den Hertog, Gravemeijer, 2002; Dziedzic, 2002; Eith, 2002; Essex, Lambdin, McGraw, 2002; Meyer, 2002; Sarama, Clements, 2002; Laughbaum, 2003; McNeal, Ji, 2003; Watanabe, 2003; Kvieskienė, 2004; Darling-Hammond, Bransford, 2005; Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės, 2005; Ястребов, Якушина, 2006; Inovatyvių mokymosi metodų ir IKT taikymas, 2007; Šalkuvienė, 2007) to integrate ICT into the education process, in the dissertation we proposed to employ computer software which not only illustrate the sequence of performing certain arithmetic operations but also help to create necessary images. However, the carried out analysis of computerised teaching and learning aids

(Šalkuvienė, 2006) enables to state that all aids intended for teaching and learning arithmetic operations are suitable for formation of abilities but not for drawing up images. Therefore, seeking to use current possibilities of arousing pupils' interest in mathematics, show that various ways of teaching and learning mathematics can be found, we pointed out at animation. To achieve this aim scientific researches, documents on education and practical experience in this area were analysed (Азимов, Шукин, 1999; Dexter, 2000; Краснова, Беляев, Соловов, 2001; Prendinger & Ishizuka, 2001; Яковлева, 2002; Merrill, 2003; Znotina, 2003; Kazeine, 2004; Ищук, Нагибина, 2005; Рахимзянова, 2005; Стебунова, 2005; Семенов, Рудченко, 2006; Ястребов, Якушина, 2006; Application of Innovative Teaching Methods and ICT, 2007 et al.).

The first variant of VTLOs intended for formation of arithmetic images was prepared based on theoretical assumptions, later it was improved, considering the opinion and proposals of primary class and mathematics teachers of Lithuanian comprehensive schools. This is more exhaustively explained in the second section of the dissertation work.

**The second section „Research Methodology Of Application Of Virtual Teaching And Learning Objects In Forms 4 And 5, Teaching Arithmetic Operations“** presents main approaches and conceptions which were the basis of the research, describes applied methods, stages of the empirical research, presents the analysis of research results.

**1st chapter „Research Methodology“.** The dissertation research is based on:

- *Pragmatic philosophy of education.* For pragmatists *the essence of the man's life is activities.* Based on this approach, it is underlined that traditional needs and opportunities have to be changed, considering requirements of the times, like approaches as well. On the other hand, it is stated that life logic

does not correspond to the logic of science; therefore, active content of education has to be integrated and grounded on learners' needs (Ozmon, Craver, 1996). Thus, the purpose of pragmatic education is described as organisation of the individual's current life and activity, seeking to acquire life experience (Večkienė, Masaitytė, 2003). Today interaction and close connection of „what“ and „how“ of the content and methods is accentuated. Technology, which is attributed to the activity area „how“, increasingly uses modern technical inventions, which influence not only work methods but also the way of thinking, which greatly determines both the content of thinking and the trend of thinking (Lukšienė, 2000).

- *Realistic philosophy*, the essence of which is to provide the learner with basic and essential knowledge of world cognition; develop pupils' rational powers because they guarantee good life; create new reality – new skills, abilities, quality, etc – via education. The most important education principles of this philosophical trend are: perception and organisation of facts, classification of knowledge, critical thinking that manifests itself by observation and practical activities/experimentation; joyful and practical teaching because games help to avoid monotony of learning, do not make pupils do more than they are ready; application of computer devices help to ensure organisation of teaching (Ozmon, Craver, 1996).
- *Constructivist standpoint*, emphasizing that learning is an active and constructive process. The teacher plans, organises, creates and considers conditions, manages pupils and takes care of their teaching and learning motivation, help pupils to adapt so that new experience becomes part of their knowing. The result of every pupil's knowledge and experience is the

individual construction. Learners are not passive information recipients, they actively create their knowledge and skills based on the already possessed both formal and informal knowledge, interacting with the environment (Novak, 1998). Learners actively create knowledge, relating it and referring to the already possessed experience. Learning has to encourage integration of thinking, feelings and activity (Jucevičienė, Tautkevičienė, 2004).

- *Humanistic pedagogy and philosophy*, emphasizing active teaching and learning methods, problem based teaching, humanisation of the whole micro-atmosphere of the school, starting with teacher-pupil relationships and finishing with administration-teacher relationships (Lukšienė, 2000).
- *Conception of didactic competency* (Jucevičienė, 1997; Čiužas, Jucevičienė, 2006), which is treated as the teacher's knowledge, abilities, approaches, values, other personal traits, determining effective teaching and learning activities (Čiužas, 2007).
- *Systematic approach*: the pedagogical whole of aims, content, teaching aids, methods and forms, how to solve a problem or carry out work, considering traits of teachers and learners and the situation (Jovaiša, 2007, p. 267). Learning is a social process, which is influenced by the interaction of earlier abilities and new learning experience.

**2nd chapter „Characteristics of the Empirical Research“** presents ethical research principles. It also describes empirical research stages, their aims, sample and applied methods (Table 5).

Planning the research, main ethical principles indicated in methodical literature (Kardelis, 2002; Silverman, 2002; Bitinas, 2006; Žydzūnaitė, 2007 et al.) were considered. These include the right to



be unaffected, not to be exploited, usefulness of the research, confidentiality, voluntarism and goodwillness.

**Sample.** The choice of the sample greatly determines reliability and accuracy of research results of methodological characteristics in the empirical social research (Осипов,1983; Bortz, 1993; Merkys, 1995; Kardelis, 1997, 2002; Bitinas, 1974, 1998; Charles, 1999; Kiseliova, Kiseliovas, 2004 et al.). Seeking to avoid research mistakes, it is purposeful to operate random samples of a large volume (Kiseliova, 2002). However, in real research practice often it is impossible to implement norms of random sample due to objective circumstances that do not depend on the researcher's will. Alternative methods of drawing up samples are exhaustively described in special methodological literature (Merkys, 1995; Kardelis, 1997, 2002; VanVoorhis, Morgan, 2006 et al.). The choice of the sample of this study was determined by the practice of drawing up research samples by Lithuanian scientists and our financial resources. The basis of choosing the sample is theoretical. Having considered trends of questions and statements of the questionnaire, checking quality of questionnaires with regard to sociological characteristics, samples are sufficiently representative (Krauth, 1995; Kiseliova, Kiseliovas, 2004).

Carrying out interviews, teachers were familiarised with the aim of the research and ways of spread of results; anonymity was guaranteed. Information about the researcher was indicated and included the researcher's name, surname and contact information. Short instructions regarding filling in the questionnaires were given.. Carrying out testing of pupils, parents', the pupil's and teacher's agreement to take part in the research was requested.

Results of questionnaires and testing were encoded, applying standardised coding instructions, drawing up computerised matrix for the testing data. To evaluate reliability of data encoding and

transfer procedures, 5% of randomly selected questionnaires were recoded and entered repeatedly. The number of coding errors has not exceeded 0,18%.

Calculations were made applying specialised packets of statistical software PAULA (Bitinas, 1998), SPSS (Bühl, Zöfel, 1996), tables and graphs have been created employing general editor.

Table 5

Characteristics of the Empiric Research

Aims	Sample	Methods	Statistical methods
<b>Stage 1 (2005) Primary assessment of VTLOs</b>			
Because initial variants of VTLOs were prepared on the theoretical basis, the aim of this stage was to find out trends, topics of creating and improving separate elements of VTLOs, teachers' wishes, proposals and possibilities, peculiarities of using VTLOs, their purposefulness and significance	100 teachers of varying age, qualification and different pedagogical work experience have been interviewed	Questionnaire	Spearman rank correlation coefficient, Chi-Square feature independence criterion (Čekanavičius et al., 2002) were applied. The following significance levels of statistical criteria were used (Bitinas, 1998): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>p &gt; 0,05</math> – difference is statistically insignificant;</li> <li>• <math>p &lt; 0,05</math> – difference is statistically significant;</li> <li>• <math>p &lt; 0,01</math> – difference is essential;</li> <li>• <math>p &lt; 0,001</math> – difference is very significant</li> </ul>
<b>Stage 2 (2005) Expert evaluation of VTLOs</b>			
It was sought to find out teachers' opinion about VTLOs, which were prepared to be applied in the pedagogical experiment. Teachers had a possibility to familiarise themselves with VTLOs, try to apply them in their lessons	VTLOs were evaluated by 37 primary and basic school mathematics teachers (19 primary and 18 basic school mathematics teachers)	Questionnaire	

Stage 3 (2008 ) Assessment of efficacy of applying VTLOs			
It was sought to evaluate efficacy of VTLOs for abilities to perform arithmetic operations and empirically ground main principles of drawing up VTLOs intended for teaching arithmetic operations in forms 4 and 5	Distinguishing homogeneous classes, 839 pupils participated. The pedagogical experiment was attended by 98 pupils and 6 teachers (control and expert classes)	Testing (for pupils). Discussions (for teachers)	ANOVA and DUN-KAN methods were applied to distinguish homogeneous classes. Kolmogorov-Smirnov criterion was applied to identify normality of distributions between control and experimental classes. To distinguish learners' results, ANOVA and DUNKAN methods were applied

**Stage 1 (2005) Primary assessment of VTLOs<sup>2</sup>.** Questionnair- ing was carried out in April, 2005. Teachers were familiarised with several VTLOs intended for formation of arithmetic images. Afterwards a closed type questionnaire containing 18 items was given. The demographic block encompasses 9 items (respondents' age, educated- ness, gender, finished school; years of service as a teacher; qualification category; workplace; school in which he/she works and the class with which he/she works). The aim of the questions of the second block was to find out whether teachers had already familiarised with the essence of VTLOs, teaching and learning aids and what opinion they had formed about this type of aids. The third part of the questionnaire is intended for teachers' opinion about the given VTLOs. The aim of questions of this part was to find out shortcomings and advantages of VTLOs.

---

2 In the questionnaire the VTLOs is named as a dynamic audio visual aid so that the respondents perceive the object more accurately.

**Stage 3 (2008) Assessment of efficacy of applying VTLOs.** VTLOs were applied in mathematics lessons in several city's and region's schools, seeking to find out problems occurring during various corrections.

In stages 2 and 3 key principles of drawing up VTLOs for (self-) development of abilities to perform arithmetic operations and for (self-)formation of arithmetic images were distinguished.

**Stage 3 (2008) Assessment of efficacy of applying VTLOs.** Testing was carried out in January-April, 2008. To evaluate practical effectiveness of VTLOs, mathematical abilities test was prepared. In January, 839<sup>3</sup> fourth form pupils were tested in various Lithuanian schools. Test results enabled to distinguish groups of homogeneous classes. In February-April, the impact of applying VTLOs on pupils' abilities to perform arithmetic operations was assessed in one of such groups. Classification of test tasks in the aspect of content of topics, applied in the pedagogical experiment, corresponds to requirements of General Curricula and Education Standards (2003). Content and form of test tasks were chosen orienting towards types of tasks given in textbooks for forms 4 and 5 and didactic material of supplemental mathematics, most often used by teachers.

Having analysed test results, was carried out, which aimed to find out the impact of applying VTLOs and limits of their optimal functioning. Discussions with teachers who carried out the pedagogical experiment were organised, their acquired experience, subject related and methodical observations were analysed and generalised. Factors determining efficiency were distinguished. The content of conversations and

---

<sup>3</sup> On the basis of the Lithuanian Ministry of education and Science (2010) in 2008, an average of 30 000 pupils were attending the forms 4 in Lithuania's general-education schools. Sample volume is calculated according to K. Kardelis (2002) tables and formulas, where N is the general population,  $\Delta$ -the error rate (5%), n-the sample:  $n = 1/(\Delta^2 + 1/N)$ . On the basis of those estimates, the sample size should be around 395 pupils.

discussions was recorded on a dictaphone. Later oral texts were replaced with written variants so that they could be appropriately quoted at work.

**3rd section „Empirical Research On Application Of Virtual Teaching And Learning Objects In Forms 4 And 5, Developing Abilities To Perform Arithmetic Operations“** presents results of the empirical research and their analysis.

**1st chapter „Primary Assessment of Implementing VTLOs“** presents results of teachers' interview about initial VTLOs (created based on theoretical assumptions), which were prepared to be applied in the pedagogical experiment. Considering the results, VTLOs were improved and submitted for expert assessment.

**2nd chapter „Expert Assessment of Implementing VTLOs“.** The results of the interview demonstrated that prepared VTLOs in principle corresponded to teachers' needs, which are certainly based on children's needs and possibilities.

Main shortcomings and advantages of applying VTLOs, teaching arithmetic, mentioned by interviewed teachers are given in Tables 7 and 8.

*Table 7*

**Assessment Distribution (%) of Respondents' Named Possible Advantages, Using Given VTLOs**

	<b>Phrasings of answers</b>	<b>Completely agree</b>	<b>Agree</b>	<b>Don't know</b>	<b>Don't agree</b>	<b>Completely disagree</b>
1.	Facilitate perception of the topic	72,97	27,03	-	-	-
2.	Meet the child's wish to experiment	51,35	40,54	8,11	-	-
3.	Develop pupils' computational abilities	54,05	45,95	-	-	-
4.	Develop algorithmic, logical, critical thinking	43,24	51,35	2,70	2,70	-

continuation of the table 7

5.	Help to cope with fear of mathematics	59,46	27,03	10,81	2,70	–
6.	Better disclose the essence of the subject than static teaching aids	56,76	37,84	2,70	–	2,70
7.	Are suitable for pupils' independent work	29,73	56,76	5,41	8,11	–
8.	Encourage creativity	27,03	45,95	18,92	8,11	–
9.	Promote pupils' interest in mathematics	51,35	48,65	–	–	–
10.	Help to form images	64,86	35,14	–	–	–
11.	Develop pupils' informational skills	54,05	45,95	–	–	–
12.	It is better to use the aids in after-school activities	2,70	24,32	24,32	43,24	5,41

Table 8

**Assessment Distribution (%) of Respondents' Named Possible Hindrances,  
Using Given VTLOs**

	<b>Phrasings of answers</b>	<b>Completely agree</b>	<b>Agree</b>	<b>Don't know</b>	<b>Don't agree</b>	<b>Completely disagree</b>
1.	School managers' indifference and unwillingness to help	13,51	5,41	24,32	32,43	24,32
2.	Shortage of equipment	54,05	35,14	–	8,11	2,70
3.	Using the aids, much time of the lesson is lost	–	10,81	18,92	51,35	18,92
4.	Much time is lost for preparation for the lesson	–	2,70	16,22	59,46	21,62
5.	Work with these teaching aids distracts pupils' attention	–	2,70	10,81	64,86	21,62
6.	One needs good computer literacy skills in order to use these teaching aids	13,51	54,05	2,70	27,03	2,70

Based on expert assessment results, VTLOs were finalised for applying them in the pedagogical experiment.

**In 3rd chapter „Assessment of Efficacy of Applying VLTOs“** stages of organising the pedagogical experiment, its results and analysis are presented. The plan of applying VTLOs, teaching arithmetic operations in forms 4 and 5 is presented.

**Selection of Expert and Control Classes.** Seeking that the experiment is attended by pupils who have approximately similar mathematical abilities, 839 pupils were given the test on achievements in mathematics, according to the results of which 6 homogeneous classes were selected (98 pupils).

Numerical characteristics of diagnostic quality of tasks, which make up the mathematics achievement test, are given: index of difficulty, standard deviation, coefficient of correlation with test, score of relation with hypothetical achievements in mathematics  $r_{it}$ .

**Pedagogical Experiment.** Based on the volume of content of teaching and learning, outlined in Curriculum Framework (2008), on attainments by activity areas and on definitions of abilities, the research aimed to evaluate efficacy of VTLOs, applied in the teaching and learning process, for the following abilities to perform arithmetic operations:

1. To perform operations with natural numbers, choosing a suitable operation and way of computation, using appropriate names of components of arithmetic operations.
2. To calculate values of simple numerical phenomena or quantities.
3. To compare numbers of the same type, writing symbols between them: greater than, less than, equal to.
4. To write a number into the most simple equation and check whether the obtained equation is correct.

5. To indicate/identify natural numbers that are closest to the given number or to arrange a sequence of numbers in the ordered direction.
6. To perform tasks of finding parts of numbers.

To assess the mentioned abilities when teaching and learning is traditional and when VTLOs are applied, the test was applied. Test reliability is ensured by high identity of the set of tasks, broken into two parts: high coefficients of linear correlation with Spearman-Brown correction and of Guttman's correlation: Cronbach Alpha = 0,90, Spearman-Brown = 0,45, Guttman Split-half = 0,43. Data of the carried out research demonstrate high internal consistency of the test and reliability of the measurement instrument (test).

After the pedagogical experiment significant statistical difference of mathematic computation achievements between control and experimental classes was identified. Computation results of pupils in experimental classes are higher. Best computation achievements in experimental classes were from „Sequence of numbers“ (14,62%), whilst in control classes from „Equations and inequalities“ (4,56%). The lowest achievements were in experimental classes (9,07%) in the area „Identification of components of arithmetic operations“, whilst in control classes in the area „Identification of components of arithmetic operations“ worsening by -1,27% was recorded.



## CONCLUSIONS

1. Having analysed Curriculum Framework (2008) and mathematics textbooks<sup>4</sup> for forms 4 and 5, it can be stated that the most important aim of teaching and learning arithmetic operations in the primary and basic school is to provide pupils with knowledge of numbers and measures, to form, deepen and develop practical abilities, and apply theoretical knowledge in practice. Simultaneously other aims are being sought: to develop main logical, critical and creative thinking, develop knowledge of raising and disintegrating questions, the ability to reason consistently, wit, how to choose the most suitable problem solution variant out of several.
2. The carried out content analysis of research literature enables to state that in Lithuania favourable conditions for application of virtual teaching and learning objects in forms 4 and 5, teaching arithmetic operations, are being created:
  - much attention is being paid to accumulate human resources: teachers perceive the importance of computer literacy in the context of modern school, take care of deepening and improvement of these competencies, seek to implement them in lessons;
  - mathematics teachers of primary classes and the fifth forms perceive the importance of mathematical literacy for formation of the pupil's personality (teaching is based on logical culture; imagination is developed; theoretic-

---

4 Cibulskaitė N., Stričkienė M. (2001). *Mathematics and the World: Textbook for Form 5*. Kiseliova D., Kiseliovas A. (2000). *In the World of Mathematics: Textbook for Form 5*. First book.  
Kiseliova D., Kiseliovas A. (2000). *In the World of Mathematics: Textbook for Form 4*. Second book.

cal approaches that are being related to efforts, searches, cooperation, honesty and persistence are being formed). Therefore, teachers are interested in improving teaching and learning results of mathematics, including arithmetic, applying virtual teaching and learning objects;

- according to their possibilities schools have teaching aids (material resources) enabling to use virtual teaching and learning objects in the teaching and learning process. However, there is a shortage of virtual teaching and learning objects for (self-)formation of arithmetic images.
3. Based on theoretical assumptions, disclosed in the dissertation work, and on the analysis of results of stages 1 and 2, the following principles of drawing up VTLOs for (self-)development of abilities to perform arithmetic operations can be distinguished:
- *accessibility* – the aids have to be prepared in such manner that any user (the teacher or pupil) could easily use it without particular computer literacy skills; animations have to be simple and understandable;
  - *continuity* – shaping pupils abilities in form 5, based on the past, of form 4, gained their training (learning) experiences;
  - the relation between what is being analysed with and what had been learned before. Following this principle, the fifth form pupils do not forget what they have learned in primary classes;
  - *consistency* – information is given starting with examples that are simple and easy to understand, consistently moving towards more difficult ones, which require more knowledge and firm abilities;
  - *picturesqueness* – clear, concrete demonstration of the material, helping to (self-)form necessary images, facilitating

explanation, mastering of material and usage in mathematical activities;

- *dynamism* – importance and influence of time factor in the teaching and learning process; analysing every task of VTLOs, there has to be a possibility to stop it in the necessary place, review it and, depending on circumstances, turn the volume off;
  - *emotionality* – attractive, interesting manifestations of teaching activities, making emotional impact on pupils, can be one of the reasons of independent stimulus „to take part personally“ in animation or observe and analyse its process. Didactic meaning of this statement is that interest and emotionality of animation substantially enhance cognitive interest in teaching and learning and participation in it.
4. The results of the carried out pedagogical experiment confirmed that virtual teaching and learning objects significantly improve fourth and fifth form pupils' abilities to perform arithmetic operations in all mathematical activity areas. The research demonstrated statistically significant percentage difference of changes in the abilities to perform arithmetic operations between the groups of the control and experimental classes. Comparing with research data of control classes, best results were obtained in the areas of the sequence of numbers (11,34%) and part/parts of numbers (10,70%); slightly lower performance of arithmetic operations (9,07%) and identification of components of arithmetic operations (9,07%); the lowest indicators were recorded in the areas of solving equations (7,92%) and equations and inequalities (6,18%).
  5. Pupils' achievements are affected not only by virtue of the fact of application/non-application of VTLO's, but also the teacher's internal position with regard to them, the pedagogic style, respon-

sibility for the quality of education. Virtual teaching and learning objects, focused on the formation of arithmetical images, not only helps pupils to deepen and expand the knowledge, but also makes more effective ability to perform arithmetic operations.

Defended statements of the dissertation have been confirmed:

1. Abilities of performing arithmetic operations are determined by good abilities of performing these operations, and the latter, by suitably formed arithmetic images. Educational environment of Lithuanian primary and basic schools has sufficient amount of virtual teaching and learning objects intended for (self-)development of the fourth and fifth form pupils' abilities of performing arithmetic operations; therefore, there also emerges a need to transfer visual teaching aids that help to (self-)form arithmetic images into virtual environment.
2. Virtual teaching and learning objects, oriented to formation of arithmetic images, they are drawn up following classical principles: accessibility, continuity, consistency, picturesqueness, dynamism, emotionality.
3. Virtual teaching and learning objects intended for (self-)formation of arithmetic images enable pupils to (self-)develop abilities to perform arithmetic operations more efficiently.

## RECOMMENDATIONS

1. *For teacher training institutions.* To pay more attention to improvement of prospective teachers' computer literacy and to nourishment of didactic abilities to integrate ICT into teaching various subjects in the education process.

2. *For continuing vocational teaching and learning institutions.*  
To foresee courses/topics for improvement of teachers' work with ICT and application of VTLOs in the education process in in-service training programmes.
3. *For managers of departments of education/schools.* More attention should be paid to teachers' competencies to employ ICT and VTLOs in the educational process: not all teachers take part in computer literacy courses; very few of them constantly improve their informational and technological qualification. It is particularly important to form sufficient technical and software resources in every school, which would create equal conditions for all pupils to deepen their computer literacy and employ VTLOs in the educational process.
4. *For the Department of Science and Technologies of the Ministry of Science and Education.* To organise Lithuanian scientists and teachers-practitioners to create VTLOs to make the teaching and learning process more efficient and optimised, spread good experience of this area, etc.

*Trends of further scientific researches:*

- Empirical grounding of application of Virtual teaching and learning environments in the primary school.
- Impact of ICT on teachers' work input and quality.
- Making the teaching and learning process more efficient and optimised, applying VTLOs, intended for formation of images.
- Application of VTLOs for organising pupils' education at home.

## ĮVADAS

**Aktualumas.** Visais laikais aritmetika buvo svarbus mokomasis dalykas mokykloje: mokiniai susipažįsta su natūraliaisiais ir trupmeniniais skaičiais, išmoksta aritmetikos veiksmų, sudarančių sudėtingą pakopinę struktūrą. Kiekvienas paprastas veiksmas yra sudėtingesnių veiksmų sudėtinis elementas, todėl svarbu, kad kiekvieną paprastesnį veiksmą mokinys išmoktų atlikti greitai ir be klaidų, „negalvodamas“. Daugumai mokinių aritmetikos veiksmų atlikimo sunkumai yra pagrindinė priežastis, trukdanti mokytis ne tik aritmetikos, bet ir kitų matematikos temų (Bregeon, Dossat, Мух, Poli, Vicens, 1993; Armstrong, Bootherstone, Lusk, Manning, Page, 1995; Kiseliuva, Kiseliovas, 1996; Gudynas, 1998; Headington, 1999; Balčiūnas, Balčytis, 2000; Ažubalis, Kiseliovas, 2002; Kiseliuva, Kiseliovas, 2002 a, 2004). Todėl svarbu ieškoti būdų, metodų ir priemonių, kaip padėti mokiniams įveikti šiuos kliuvinius.

Pastarąjį dešimtmetį, mokymo(si) procese imta intensyviai taikyti informacinės komunikacinės technologijas (Kulik, Kulik, 1991; Najjar, 1996; Brazdeikis, 1999; Dagienė, 2000; Robert, Edling, 2000; Sztajn, 2002; Ижyткин, Сушенцов, 2002; Wilson, Notar, Yunker, 2003; Koroghlanian, Klein, 2004; Kvienskienė; 2004; Орешкина, 2005; Rother, 2005; Clancy, 2007; Brazdeikis, Navickaitė, Sederevičiūtė, 2008; Kriliuvienė; 2008; Lipeikienė; 2008; Dagienė, Kurilovas, 2009). Manoma, kad mokymo(si) turinį perkelti į elektroninę erdvę, pavyks rasti būdų, leisiančių veiksmingiau organizuoti mokymo(si) procesą (Papertas, 1995; Reboli, 2003; Frith, 2004; Morote, Pritchard, 2004).

Vis dažniau kalbama apie virtualiąsias mokymo(si) aplinkas (VMA), kur mokymo(si) turinys pateikiamas nepriklausomais medžiagos gabalėliais – virtualiaisiais mokymo(si) objektais (Jasutienė,

Markauskaitė, 2004; Virtualioji mokymosi aplinka mokyklai, 2005). Virtualiųjų mokymo(si) objektų rūšių esti labai įvairių: treniruojamieji ir praktiniai uždaviniai, vadovėliai, žaidimai ir modeliavimas ir kt. (Schwier, Misanchuk, 1993; Verseckas, Januškevičius, 1995; Smith, Ragan, 1999; Engida, 2002; Kamii, Anderson, 2003; Moore, Burton, Myers, 2004; Lazaridis, Paparrizos, Samaras, Sifaleras, 2006; Михеева, 2007 ir kt.).

Tyrimais patvirtinta, kad animuotų virtualiųjų objektų taikymas mokymo(si) procese skatina mokinių mokymosi motyvaciją, padeda siekti tvirtesnių žinių ir gebėjimų (Aarntzen, 1993; Blumberg, Galyean, 1995; Stone, Lester, 1996; André, Rist, Müller, 1997; Johnson, Riekei, Lester, 2000; Reinhardt, Letz, 2001; Atkinson, 2002; Baylor, Ryu, Shen, 2003; Barren, 2004; Chou, Liu, 2005; Lambert, Carpenter, 2005; Лебедева, 2005; Taylor, Duff, Hughes, 2007 ir kt.).

Virtualiųjų mokymo(si) objektų naudojimas leidžia tinkamai realizuoti didaktinius sistemingumo, nuoseklumo, perimamumo bei prieinamumo principus, mokant aritmetikos veiksmų IV–V klasėse (Азанова, 2006). Tokio pobūdžio mokymas(is) palankus humanitarinio polinkio mokiniams, iš kurių taip pat reikalaujama tinkamo matematikos žinių lygio (Leatherman, 1994; Jackson, Leffingwell, 1999; Coben, O'Donoghue, Fitzsimmons, 2000; Cohen, 2000; Schoenfeld, Conner, Conner, 2002; Simmons, Jones, 2005). Šie VMO privalumai ypač naudingi Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų IV–V klasėse, kai mokiniai pereina iš pradinės mokyklos į pagrindinę.

Pasaulyje atlikta įvairių krypčių tyrimų, nagrinėjančių, kokią įtaką VMO daro matematinių gebėjimų ugdymui(si) (Ramirez, 1990; Shashaani, 1995; McCoy, 1996; Szabo, Poohkay, 1996; Lester, Callaway, Stone, Towne, 1997; Dehn, van Mulken, 2000; Jennings, Onwuegbuzie, 2001; Tooke, 2001; Wiest, 2001; Краснова, Беляев, Соловов, 2001; Nooriafshar, 2002; Padberg, Schiller, 2002; Snelson, 2002; Стефурак, 2005). Jų rezultatai byloja, kad virtualiųjų

mokymo(si) objektų integravimas daro pamoką dinamiškesnę, informatyvesnę, žadina ugdytinių domėjimąsi mokomąja medžiaga, ugdo mokinių intelektą ir kūrybinius gebėjimus, palengvina perėjimą prie dedukcinio mokymo(si). Tačiau pavyko rasti labai nedaug, dažniausia užsienio mokslininkų tyrimų rezultatų apie VMO taikymo galimybes bei įtaką aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimų ugdymui(si) (Sztajn, 2002; Стебунова, 2005; Семенов, Рудченко, 2006; Aušraitė, Sičiūnienė, 2006). Kyla daug neišspręstų ar nepakankamai išnagrinėtų klausimų: regimosios informacijos formavimo būdai ir jos kokybė; virtualiojo mokymo(si) sferų plėtojimas ugdymo(si) procese; virtualiojo mokymo(si) mokslinio pagrindimo. Tai skatina išsamiau tirti VMO konstravimo ir taikymo edukacinėje praktikoje galimybes.

Išryškėja **mokslinė problema** – kokios yra virtualiųjų mokymo(si) objektų taikymo galimybės ir veiksmingumas, ugdant mokinių gebėjimus atlikti aritmetikos veiksmus IV–V klasėse.

**Tyrimo objektas** – aritmetikos veiksmų mokymas(is) IV–V klasėse, taikant virtualiuosius mokymo(si) objektus.

**Darbo tikslas** – teoriškai ir empiriškai pagrįsti virtualiųjų mokymo(si) objektų IV–V klasėse taikymo galimybes bei ištirti jų veiksmingumą mokiniams ugdant(is) gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Teoriškai pagrįsti virtualiųjų mokymo(si) objektų taikymo galimybes, mokant(is) aritmetikos veiksmų IV–V klasėse.
2. Atskleisti virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų mokyti(s) aritmetikos veiksmų IV–V klasėse, pagrindinius sudarymo principus.
3. Ištirti virtualiųjų mokymo(si) objektų veiksmingumą, ugdant IV–V klasės mokinių gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus.

**Tyrimo metodologija** grindžiama realistine, pragmatine filosofija, konstruktyvizmo teorija, humanistine pedagogika ir psichologija,



didaktinės kompetencijos koncepcija, sisteminiu požiūriu. Esminiai šiuolaikinės didaktikos principai, kuriais buvo remtasi rengiant šį disertacinį darbą: moksliskumo; žinių sistemingumo; mokymo prieinamumo; sąmoningo ir aktyvaus mokymosi; žinių tvirtumo realizavimo; mokymosi priemonių naudojimo; refleksyvaus mokymosi; kūrybiškumo ugdymo bei ugdomojo mokymosi.

#### **Mokslinio tyrimo metodai:**

- **Mokslinės literatūros ir švietimo dokumentų analize** siekiama teoriškai pagrįsti virtualiųjų mokymosi objektų taikymo galimybes IV–V klasėse mokant aritmetikos veiksmų.
- **Kiekybinis tyrimo metodas (apklausa raštu) leido** atskleisti pagrindinius virtualiųjų mokymosi objektų, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V klasėse, sudarymo principus, kuriais buvo remtasi disertacijos autorei kuriant virtualiuosius mokymosi objektus, taikytus pedagoginiame eksperimente.
- **Pedagoginis eksperimentas** leido ištirti virtualiųjų mokymosi objektų veiksmingumą IV–V klasių mokinių gebėjimams atlikti aritmetikos veiksmus bei empiriškai pagrįsti pagrindinius virtualiųjų mokymosi objektų, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V klasėse, sudarymo principus.
- **Statistiniai metodai.** Tyrimo duomenims apdoroti taikyta SPSS (Statistical Package for the Social Sciences (Bühl, Zöfel, 1996) bei PAULA (Bitinas, 1998) programinė įranga, lentelės ir grafikai sukurti bendraisiais redaktorais. Taikyti Spirmeno (Spearman) ranginės koreliacijos koeficientas, chi kvadrato (Chi-Square) požymių nepriklausomumo kriterijus (Čekanavičius ir kt., 2002).

#### **Tyrimo etapai:**

I etapas (2002–2004 m.). Siekiant atskleisti tiriamojo darbo problemą bei išgryninti objektą, tikslą ir iškelti uždavinius, studijuota moks-

linė, pedagoginė, psichologinė literatūra, švietimo dokumentai, nagrinėtos matematikos mokymo priemonės. Įsigilinta ne tik į aritmetikos veiksmų mokymo(si) turinį bei metodus, bet peržvelgtos ir išanalizuotos galimybės taikyti virtualiuosius mokymo(si) objektus IV–V klasėse: 1) mokslinių tyrimų, pedagoginės ir psichologinės literatūros analizė padėjo atskleisti pagrindinius mokinių matematikos mokymo(si) sunkumus bei jų priežastis; IV–V klasės mokinių amžiaus tarpsniui būdingas mąstymo operacijas; vaizdumo svarbą mokant(is) aritmetikos veiksmų; VMO taikymo galimybes bei patirtį (Kiseliova O. ir kt., 2002; Kiseliova O. ir kt. 2004; Kiseliova O., 2002, 2002 a, 2003, 2003 a, 2004, 2004 a, 2004 b; Šalkuvienė, 2005, 2006, 2007); 2) švietimo dokumentų ir matematikos vadovėlių analizė padėjo atskleisti aritmetikos veiksmų mokymo(si) IV ir V klasėje ypatumus (Šalkuvienė, 2008).

II etapas (2005 m.) – pradinis virtualiųjų mokymo(si) objektų vertinimas. Mokytojams buvo pateikti keli disertacijos autorės parengti VMO elementai, skirti aritmetikos veiksmų mokymui(si), o taip pat 18 punktų uždaro tipo klausimynas, kuriuo siekta išsiaiškinti mokytojų nuomonę apie VMO taikymo galimybes, ypatybes ir kartu pagrįsti VMO taikymo tikslingumą bei reikšmingumą, mokant mokinius aritmetikos veiksmų. Susipažinus su mokytojų atsakymais, mokytojai buvo pakviesti į diskusiją apie atskirų VMO elementų tobulinimą bei naujų VMO elementų kūrimo tikslingumą.

III etapas (2005 m.) – ekspertinis virtualiųjų mokymo(si) objektų vertinimas. 37 mokytojams (19 pradinės ir 18 pagrindinės mokyklos matematikos mokytojų) buvo pateikta 13 punktų anketa, kuria siekta išsiaiškinti jų nuomonę apie pedagoginiame eksperimente rengiamą taikyti VMO. Prieš tai jie turėjo galimybę praktiškai susipažinti su šiais virtualiaisiais mokymo(si) objektais, pabandyti taikyti juos savo pamokose. II ir III etapų metu išskirti pagrindiniai virtualiųjų

mokymo(si) objektų sudarymo principai, kuomet VMO paskirtis – padėti mokiniui formuoti aritmetinius vaizdinius, kurie skatintų gebėjimo atlikti aritmetikos veiksmus ugdymą(si).

IV etapas (2008 m.) – virtualiųjų mokymo(si) objektų veiksmingumo įvertinimas. VMO praktiniam efektyvumui įvertinti buvo parengtas, remiantis TIMSS pradinės matematikos testais (TIMSS 1995, TIMSS 2003), matematinių gebėjimų testas. Įvairiose Lietuvos mokyklose testuoti 839 ketvirtų klasių mokiniai. Surinktų duomenų analizė leido išskirti homogeniškų klasių grupes. Su viena tokia grupe vasario–balandžio mėnesiais atliktas pedagoginis eksperimentas – VMO veiksmingumo mokinių gebėjimui atlikti aritmetikos veiksmus vertinimas (atliktas testavimas) (eksperimentinėje grupėje buvo 52 mokiniai iš dviejų miesto ir vienos rajono mokyklos; kontrolinėje grupėje – 46 mokiniai iš dviejų miesto ir vienos rajono mokyklos); empiriškai pagrįsti pagrindiniai virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V klase, sudarymo principai.

#### **Ginamieji teiginiai:**

1. Tinkamai suformuoti aritmetiniai vaizdiniai padeda mokiniams ugdyti(s) gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus. Lietuvos pradinės ir pagrindinės mokyklos edukacinėje aplinkoje yra pakankamai virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų IV–V klasių mokiniams treniruotis be klaidų atlikti aritmetikos veiksmus, tačiau esama poreikio į virtualiąją aplinką perkelti ir tokias vaizdumo priemones, kurios padėtų mokiniams formuoti(is) tinkamus aritmetinius vaizdinius.
2. Virtualieji mokymo(si) objektai, skatinantys aritmetinių vaizdinių formavimą(si), sudaromi remiantis klasikiniiais didaktiniais principais: prieinamumo, perimamumo, nuoseklumo, vaizdumo, dinamiškumo, emocionalumo.

3. Virtualieji mokymo(si) objektai, skirti aritmetinių vaizdinių formavimui(si), įgalina mokinius veiksmingiau ugdyti(s) gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus.

### **Tyrimo rezultatų naujumas**

Lietuvos mokykloms siūlomi virtualieji mokymo(si) objektai labiau moko treniruotis atlikti aritmetikos veiksmus nei skatina suprasti paties veiksmo esmę. Disertaciniu tyrimu atkreiptas dėmesys į virtualiuosius mokymo(si) objektus, skirtus aritmetiniams vaizdiniam formuoti(s), nusakyti pagrindiniai jų kūrimo bei taikymo principai.

**Teorinio rezultatų reikšmingumo esmę** nusako suformuotos aritmetikos veiksmų mokymui(si) palankių virtualiųjų mokymo(si) objektų kūrimo ir taikymo teorinės prielaidos.

Tyrimo **rezultatų praktinį reikšmingumą** sąlygoja mokyklos poreikis siekti aukštesnių mokinių mokymo(si) rezultatų. Tyrimu empiriškai patikrintas virtualiųjų mokymo(si) objektų veiksmingumas, ugdant(is) mokinių gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus. Atskleistos aritmetinių vaizdinių ir gebėjimo atlikti aritmetikos veiksmus sąsajos.

### **Disertacinio tyrimo rezultatų aprobavimas**

**Leidiniuose, referuojamuose kitose (ne ISI WEB of Science) tarptautinėse duomenų bazėse:**

MLA International Bibliography (OCLC sąrašas 2004-2005) duomenų bazėje:

1. Kiseliuva D., Kiseliovas A., Volodka H., Kiseliuva O. (2004). Pradinių klasių mokinių psichologinės aplinkos ir jų požiūrio į matematiką sąveika // Vilniaus pedagoginis universitetas, *Ugdymo psichologija*. Mokslo darbai. Nr. 11–12. P. 102–108. ISSN 1392 - 639X.

CEEOL duomenų bazėje:

1. Šalkuvienė O. (2005). Dinaminis vaizdumas matematikos pamokose IV–V klasėse // *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr. 3 (7). P. 94–98.

2. Šalkuvienė O. (2006). Dinaminio vaizdumo priemonės mokant aritmetikos IV–V klasėse // *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr. 1 (8). P. 84–87.
3. Šalkuvienė O. (2007). Informacinių komunikacinių technologijų taikymo pradinio ugdymo procese teorinės prielaidos. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr. 3 (14). P. 91–96.

IndexCopernicus duomenų bazėje:

1. Šalkuvienė O. (2008). Aritmetinių veiksmų mokymo(si) temos IV–V klasės matematikos turinyje. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr. 1 (17). P. 119–125.
2. Šalkuvienė O. (2010). Virtualiųjų mokymo(si) objektų (VMO) aritmetikos mokymui IV–V klasėse propedeutinis vertinimas. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr.4 (29) P. 72–78.

**Pranešimai konferencijose ir publikacijos kituose leidiniuose:**

1. Kiseliova D., Kiseliovas A., Donielienė I., Kiseliova O. (2002) The validation of mathematical skills application tasks. *Lietuvos matematikos rinkinys*. Vilnius. T. 42, spec. nr. P. 391–396.
2. Kiseliova O. (2002). The Comparative Analysis of the Lithuanian and Russian Primary School Mathematics. III International conference, Teaching Mathematics: Retrospective and Perspective. Liepaja, p. 101–104.
3. Kiseliova O. (2003). Pradinių klasių mokytojų kompiuterinis raštingumas. *Lietuvos matematikos rinkinys*. Vilnius. T. 43, spec. nr. P. 243–247.
4. Kiseliova O. (2003). Dinaminių vaizdinių priemonių taikymas pradinėje mokykloje. Kompiuterinių technologijų taikymas ugdymo procese. Respublikinės mokslinės praktinės konferencijos medžiaga. Šiauliai, p. 41–47.
5. Kiseliova O. (2004). Pradinės mokyklos ketvirtos klasės mokinių kompiuterinis raštingumas. Tarptautinė mokslinė konfe-

- rencija Aukštojo mokslo ir bendrojo ugdymo kaita ir perspektyvos (Fizika, matematika ir informatika). Šiauliai, p. 117–121.
6. Kiseliova O. (2004, May 6–7). Computer literacy among the general school fifth-formers. International Scientific Conference *Information Technologies and Telecommunications for Rural Development*. Latvia: Jelgava, p. 170–176.
  7. Kiseliova O. (2004). Сравнительный анализ компьютерной грамотности учителей литовской начальной школы и учеников IV–V классов. 5 международная научная конференция *Обучение математике: история и перспективы*. Liepājas Pedagogijas akadēmija, LIEPAJA. ISSN 1407-9089, p. 137–142.

#### **Metodinės priemonės:**

1. Šalkuvienė O., Bakanovienė T., Donielienė I. (2008). *Informacinių technologijų taikymas ugdymo praktikoje*. Metodinė priemonė. Šiauliai. K. J. Vasiliausko leidykla „Liucijus“.

#### **Eksperimentinės plėtros ir taikomosios mokslinės veiklos darbai:**

1. Kiseliova D., Kiseliovas A., Šalkuvienė O. (2005). Nuotolinis matematikos mokymo kursas specialiųjų poreikių vaikams 4 klasei (atskirais atvejais tinka 4–8 klasei). <http://vma.emokykla.lt/moodle>.

**Disertacijos struktūra ir apimtis.** Darbą sudaro įvadas, 3 skyriai, išvados, rekomendacijos, literatūros sąrašas ir 5 priedai. Bendra apimtis 218 145 spaudos ženklai. 25 lentelės, 18 paveikslų. Literatūros sąrašas 228 pozicijos, iš jų 106 lietuvių kalba ir 122 užsienio (anglų, prancūzų, rusų) kalbomis.

## TURINYS

### ĮVADAS

1. VIRTUALIŲJŲ MOKYMO(SI) OBJEKTŲ TAIKYMO IV-V KLASĖSE MOKANT ARITMETIKOS VEIKSMŲ TEORINIS PAGRINDIMAS
  - 1.1. Aritmetikos veiksmų mokymas(is) Bendrosiose programose bei mokymo(si) priemonėse
  - 1.2. Aritmetinių vaizdinių formavimas
2. VIRTUALIŲJŲ MOKYMO(SI) OBJEKTŲ TAIKYMO IV-V KLASĖSE MOKANT ARITMETIKOS VEIKSMŲ TYRIMO METODOLOGIJA
  - 2.1. Tyrimo metodologija
  - 2.2. Empirinio tyrimo charakteristika
3. VIRTUALIŲJŲ MOKYMO(SI) OBJEKTŲ TAIKYMO IV-V KLASĖSE UGDANT ARITMETIKOS VEIKSMŲ ATLIKIMO GEBĖJIMUS EMPIRINIS TYRIMAS
  - 3.1. VMO realizavimo pradinis vertinimas
  - 3.2. VMO realizavimo ekspertinis vertinimas
  - 3.3. VMO taikymo veiksmingumo įvertinimas
    - 3.3.1. Eksperimentinių ir kontrolinių klasių atranka
    - 3.3.2. Pedagoginis eksperimentas

### IŠVADOS

### REKOMENDACIJOS

### LITERATŪRA

### PRIEDAI

## DISERTACIJOS TURINIO PRISTATYMAS

**Įvade** atskleidžiama tiriamoji problema, apibrėžiami tikslas, uždaviniai, tyrimo objektas, darbo mokslinė ir praktinė reikšmė, pateikiami disertacijos ginamieji teiginiai, nurodomi disertacijos tema publikuoti straipsniai.

**Pirmajame disertacijos skyriuje „Virtualiųjų mokymo(si) objektų taikymo IV–V klasėse mokant aritmetikos veiksmų teorinis pagrindimas“** pateikiama mokslinės, pedagoginės, psichologinės literatūros, švietimo dokumentų, matematikos mokymo(si) priemonių analizė, kuria remiantis, atkreiptas dėmesys į:

- aritmetikos veiksmų mokymo(si) turinį bei metodus;
- galimybes taikyti virtualiuosius mokymo(si) objektus IV–V klasėse;
- aritmetinių vaizdinių formavimo(si) svarbą ir būdus.

**1 poskyryje „Aritmetikos veiksmų mokymas(is) Bendrosiose programose<sup>1</sup> bei mokymo(si) priemonėse“** atlikta:

- mokslinių tyrimų, pedagoginės ir psichologinės literatūros analizė, padėjusi atskleisti pagrindinius mokinių matematikos mokymo(si) sunkumus bei jų priežastis;
- švietimo dokumentų ir matematikos vadovėlių analizė, padėjusi išskirti aritmetikos veiksmų mokymo(si) svarbą bei ryšį su kitomis matematikos sritimis; IV ir V klasės matematikos mokymo(si) turinio sąsajas.

Remiantis matematinių pasiekimų pradinėje mokykloje tyrimų (Balčiūnas, Kiseliova, Kiseliovas, 1998; Balčiūnas, Merkys, 1999; Balčiūnas, Balčytis, 2000; Kiseliova, 2002; Kiseliova O. ir kt, 2002; Kiseliova, Kiseliovas, 2002, 2002 a, 2002 b; Kiseliova, Donielienė, Drozd, 2004) pagrindu, galima teigti, kad daugumos ketvirtų klasių mokinių skaičiavimo gebė-

---

<sup>1</sup> Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos (2008).



jimai nėra blogi. Tačiau penktoje klasėje, perėjus į dalykinę sistemą, nemažai mokinių būna užmiršę daugybos ir dalybos veiksmų algoritmus, sunkiai sprendžia užduotis, kuriose įprasta aritmetikos veiksmo taisyklė pateikta kitaip (pvz., mokiniai teisingai apskaičiuoja, kiek bus  $700 \cdot 6$  ( $700 \cdot 6 = \dots$ ), tačiau daro klaidų, kai prašoma užrašyti, kaip gaunama sandauga 4200 ( $4200 = \dots$ ). Sprendžiant įvairių matematikos sričių užduotis, išryškėja mokinių daromos skaičiavimo klaidos: skaičiuojant formaliai pateiktų aritmetikos veiksmų reikšmes, visas dėmesys sutelkiamas tik skaičiavimo operacijoms, o atliekant kitokias užduotis aritmetikos veiksmai yra tik tarpiniai užduoties atlikimo etapai (pvz., kai reikia sužinoti, po kiek laiko susitiks du keleiviai išėję vienas priešais kitą, kai žinomas atstumas ir kiekvieno greitis), todėl atsiranda klaidų, rodančių aritmetikos veiksmų atlikimo bei matematinės medžiagos įsisavinimo spragas. Todėl, mokant mokinius atlikti pačius paprasčiausius aritmetikos veiksmus, labai svarbu pirmiausia sudaryti tokius aritmetinius vaizdinius, kurių pagrindu vėliau galima būtų sėkmingai ugdyti(is) atitinkamus gebėjimus. Kartu reikia atkreipti dėmesį į tai, kad, šiems vaizdiniams formuoti(is) nepakanka vien formalus aiškinimo – būtina naudoti įvairias vaizdines priemones bei mokymo(si) formas. Be vaizdinio suvokimo, kaip susidaro atskiri skaičių skyriai, kaip jie išyra ir pan., mokiniai suklumpa susidūrę su sudėtingesniais veiksmais, didesniais skaičiais ir kt. Apie įvairių vaizdinių priemonių, padalomosios medžiagos, IKT taikymą mokant skaičių ir skaičiavimų srities rašoma ir Bendrosiose programose (2008).

Dabartinį matematikos ugdymo turinį reglamentuojančiame dokumente – Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosiose programose (2008, p. 199, 799) aritmetikos veiksmai priskiriami Skaičių ir skaičiavimų sričiai. Skaičiai ir skaičiavimai – pati svarbiausia ir savo turinio apimtimi didžiausia matematinės veiklos sritis, teikianti ypač daug ugdymo galimybių. Ši matematikos veiklos sritis ypač reikšminga ugdant mokinių nuostatas bei bendruosius matematinius gebėji-

mus: matematinio komunikavimo, matematinio mąstymo, problemų sprendimo (Bendrosios programos, 2008).

Bendrosiose programose (2008) išsamiai aptartas IKT integravimas į įvairius mokomuosius dalykus. Tokiu būdu siekiama modernizuoti ir tobulinti ugdymo(si) procesą: kitaip organizuoti mokymą ir mokymąsi, kitaip pateikti mokomąją medžiagą ir t. t. Integruodamas IKT į pradinio ugdymo procesą, mokytojas gali supažindinti mokinius su jų amžiui skirtomis įvairių dalykų mokomosiomis kompiuterių programomis ir edukaciniais žaidimais, tikslingai, pagal galimybes, taikyti juos ugdymo procese. Pagrindinėje mokykloje informaciniais ir komunikaciniais gebėjimams ugdyti skiriamas ypatingas dėmesys – informacinių technologijų mokinių pasiekimai integruojami į kitų mokomųjų dalykų turinį. Svarbu, kad mokiniai ne tik gebėtų konkrečiai taikyti vieną ar kitą kompiuterinę technologiją, bet ir įgytų esminių darbo kompiuteriu įgūdžių, ugdytųsi bendruosius ir konkrečius dalykinius gebėjimus, vertybines nuostatas. Siektina mokinių gebėjimo integruoti dalykų žinias, susiejant jas su IKT galimybėmis ir pasinaudojant jų įvairiomis paslaugomis. Analizuojant IV–V klasės matematikos mokymo(si) turinį atsižvelgta į perimamumo principą, t. y. išanalizuotos IV–V klasių matematikos turinio sąsajos skaičių ir skaičiavimų srityje Bendrosiose programose (2008) bei matematikos vadovėliuose.

**2 poskyryje „Aritmetikos veiksmų IV–V klasėse mokymas(is) aritmetinių vaizdinių formavimo kontekste“** atkreiptas dėmesys į:

- IV–V klasės mokinių amžiaus tarpsniui būdingas mąstymo operacijas (Inhelder, Piaget, 1958; Piaget, 1969; Kruteckis, 1978; Butkienė, Kepalaitė, 1996; Zambacevičienė, 2006 ir kt.).

Jaunesniojo mokyklinio amžiaus vaikų labiau išvystyta vaizdinė – konkreti atmintis negu vadinamoji žodinė – loginė. Jie greičiau ir tvirčiau įsimena, ilgiau išlaiko atmintyje konkrečias žinias, įvykius, asmenis, daiktus, faktus negu apibrėžimus ir aiškinimus. 7–11 metų

vaikui dar sunku labai abstrakčiai mąstyti, jo loginis mąstymas dar nėra toks abstraktus ar sudėtingas kaip paauglystėje.

- Vaizdumo svarbą mokant(is) aritmetikos veiksmų (Gailienė, Bulotaitė, Sturlienė, 1996; Ažubalis, Kiseliovas, 2002; Sztajan, 2002; Sisul, 2002; Česnauskienė, 2005; Kiseliova, Kiseliovas, Drozd, 2008 ir kt.).

Aritmetikos veiksmų siūloma pradėti mokyti pasitelkiant įvairias vaizdines priemones. Vaikas mąsto vaizdžiai, konkrečiai, jis supranta tai, kas vaizdu, konkrečiu, jam nesuprantami bei neaiškūs abstraktūs samprotavimai. Mokinys gali šiuos samprotavimus išmokti, įsiminti, tačiau neįtvirtinus vaizdumu jie bus mokiniui tušti, be turinio, minčiai išskalti sakiniai (Ažubalis, Kiseliovas, 2002). Vaizdumas padeda ne tik suvokti bei suprasti matematikos faktus, bet ir įsisąmoninti tuos mąstymo procesus, kurie lydi medžiagos aiškinimą. Šiuos procesus taip pat reikia remti ir sieti su žinomais dalykais, tada mokiniai juos geriau supranta ir lengviau atsimena.

Įvairiems kurso skyriams naudojamos skirtingos vaizdinės priemonės. Mokymo(si) pradžioje mokinį labiausiai įtikina skaičiavimas, vartojant natūralius daiktus, po to – paveikslėlius, piešinius, sutartines schemas, lenteles, brėžinius. Tai ugdo mokinių mąstymą ir vaizduotę. Antra vertus, kiekvieną naują abstraktesnę vaizdumo rūšį reikia taikyti atsargiai, tinkamu laiku, neskubant. Galutinis aritmetikos mokymo(si) uždavinys – siekti, kad vaikai suvoktų abstraktaus skaičiaus sąvoką, gebėtų abstrakčiai skaičiuoti ir mąstyti. Siekiant šio tikslo, vaizdumas turi lydėti pradinį darbo etapą, sąvokos formavimo procesą. Paskui ateina momentas, kai vaizdinės priemonės užleidžia savo vietą apibendrinančiais, abstrahuojančiais mokinio minčiais. Sėkmingai mokoma aritmetikos tada, kai gebama rasti teisingą vaizdumo ir abstraktumo santykį, gebama palaipsniui ir sklandžiai pervesti mokinius iš konkretaus mąstymo į abstraktų. Reikia atsiminti, kad vaizdumas yra ne tiks-

las, o tik pagalbinė priemonė, siekiant tikrojo tikslo – žinių sampratos, loginio abstraktaus mąstymo. Todėl vaizdinės priemonės naudotinos medžiagos suvokimo bei įprasminimo etapuose, taip pat pirmųjų pratybų etape, tačiau žinias įtvirtinant, apibendrinant reikėtų apsieiti be jų, išskyrus tuos atvejus, kai kyla kokių nors sunkumų. Organizuojant darbą su didaktine medžiaga, reikia taip apgalvoti užduotis, kad būtų įtvirtinamos ne tik naujos, bet ir anksčiau vaikų įgytos žinios.

- VMO taikymo galimybes bei patirtį.

Jau prieš kelis dešimtmečius rekomenduota pamokose bei užklausinėje veikloje taikyti technines mokymo(si) ir vaizdumo priemones – skaidres, kiną, radiją, televiziją (Šalkuvienė, 2007). Daugelis šių techninių priemonių vartojama ir dabar. Tačiau domėjimasis kai kuriomis iš jų labai sumenkęs. Kompiuteris tampa ne tik svarbia informacijos kaupimo, bet ir mokymo(si) priemone. IKT pagalba mokiniai puikiai sugeba priimti greitą ir suspaustą informaciją (Рахимзянова, 2005).

Išnaudojant visas IKT bei aukščiau minėtų priemonių galimybes, galima sukurti įdomius, mokiniams patrauklius mokymo(si) objektus. Pamoka tampa naujoviškesnė, patrauklesnė, suprantamesnė ir vaizdesnė (Dexter, 2000; Baxter, Woodward, Olson, Robyns, 2002; Corwin, 2002; House, 2002; Kessler, 2002; Klaos, 2003; Kazeine, 2004).

Vienas iš efektyviausių būdų IKT diegimo ugdymo procese yra interaktyvių modelių ir dinaminių trumpų pranešimų – prezentacijų, arba, kaip dabar priimta vadinti – virtualiųjų mokymo(si) objektų (VMO), vartojimas. Čia priskiriamos ir demonstravimo programos, imitavimo, eksperimentavimo, modeliavimo, pratybų ir kontrolės programos, elektroniniai vadovėliai ir mokomieji žaidimai (Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės. Rekomendacijos mokytojui, 2005).

Todėl, remdamiesi Bendrųjų programų (2008) rekomendacijomis į ugdymo procesą integruoti IKT bei atsižvelgdami į įvairių

techninių mokymo ir vaizdumo priemonių taikymo patirtį (Braudeikis, 1999; Dolk, Den Hertog, Gravemeijer, 2002; Dziedzic, 2002; Eith, 2002; Essex, Lambdin, McGraw, 2002; Meyer, 2002; Sarama, Clements, 2002; Laughbaum, 2003; McNeal, Ji, 2003; Watanabe, 2003; Kvieskienė, 2004; Darling-Hammond, Bransford, 2005; Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės, 2005; Ястребов, Якушина, 2006; Inovatyvių mokymosi metodų ir IKT taikymas, 2007; Šalkuvienė, 2007), siūlome pasiūlyti kompiuterines programas, ne tik iliustruojančias tam tikrą aritmetikos veiksmų atlikimo seką, bet ir padedančias susidaryti reikiamus vaizdinius. Tačiau, atlikta kompiuterinių mokymo(si) priemonių analizė (Šalkuvienė, 2006), leidžia teigti, kad visos priemonės, skirtos aritmetikos veiksmų mokymui(si), tinkamos formaliam gebėjimų ugdymui(si), bet ne vaizdinių sudarymui. Todėl, siekdami išnaudoti šiuo metu esančias galimybes mokiniams sudominti matematika, parodyti, kad galima rasti įvairių matematikos mokymo(si) būdų, atkreiptas dėmesys į multiplikaciją arba, kaip dabar priimta sakyti – animaciją. Tuo tikslu buvo išanalizuoti moksliniai tyrimai, švietimo dokumentai bei praktinė patirtis šioje srityje (Азимов, Щукин, 1999; Dexter, 2000; Краснова, Беляев, Соловов, 2001; Prendinger & Ishizuka, 2001; Яковлева, 2002; Merrill, 2003; Znotina, 2003; Kazeine, 2004; Ищук, Нагибина, 2005; Рахимзянова, 2005; Стебунова, 2005; Семенов, Рудченко, 2006; Ястребов, Якушина, 2006; Inovatyvių mokymo metodų ir IKT taikymas, 2007 ir kt.).

Pirmasis VMO, skirtų aritmetinių vaizdinių formavimui, variantas buvo parengtas remiantis teorinėmis prielaidomis, vėliau tobulinamas atsižvelgiant į Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos pradinių klasių bei matematikos mokytojų nuomonę bei pasiūlymus. Plačiau apie tai kalbama antrame disertacinio darbo skyriuje.

Antrajame skyriuje „Virtualiųjų mokymo(si) objektų taikymo IV–V klasėse mokant aritmetikos veiksmų tyrimo metodologija“ pristatomi pagrindiniai požiūriai bei koncepcijos, kuriomis remtasi atliekant tyrimą, apibūdinami taikyti metodai, aprašomi empirinio tyrimo etapai, pateikiama tyrimo rezultatų analizė.

**1 poskyris „Tyrimo metodologija“.** Disertaciniame darbe remtasi:

- *Pragmatine ugdymo filosofija.* Pragmatikams žmogaus gyvenimo esmė yra veikla. Remiantis šiuo požiūriu, pabrėžiama, kad tradicinius poreikius ir galimybes tenka keisti atsižvelgiant į laikmečio reikalavimus, kaip ir nuostatas. Kita vertus, teigiama, kad gyvenimo logika nesutampa su mokslo logika, todėl aktyvus ugdymo turinys turi būti integruotas ir grindžiamas ugdytinių poreikiais (Ozmon, Craver, 1996). Taigi, pragmatinio ugdymo paskirtis apibūdinama kaip individo dabartinio gyvenimo ir veiklos organizavimas, siekiant įgyti gyvenimiškos patirties (Večkienė, Masaitytė, 2003). Šiandien pabrėžiamas turinio ir metodo „kas“ ir „kaip“ sąveikumas, glaudus sąryšingumas. Technologija, kuri priskirtina „kaip“ veiklos srčiai, šiandien vis labiau naudojasi naujoviškais technikos išradimais, kurie veikia ne vien darbo metodus, bet ir mąstymo būdą, o nuo to labai priklauso ir mąstymo turinys, net mąstymo kryptis (Lukšienė, 2000).
- *Realistinė filosofija,* kurios esmė – teikti ugdytiniui bazinių ir esminių pasaulio pažinimo žinių; lavinti mokinių racionalias galias, nes jos – gero gyvenimo laidas; ugdant sukurti naują realybę: naujus įgūdžius, gebėjimus, kokybę ir t. t.

Svarbiausi šios filosofijos krypties ugdymo principai: faktų suvokimas, sutvarkymas, žinių klasifikavimas, kritiškas mąstymas, pasireiškiantis stebėjimu ir praktine veikla / eksperimentavimu; mokymas – džiaugsmingas ir praktiškas, nes žaidimai padeda iš-

vengti mokymosi monotonijos, neverčia mokinių daryti daugiau, negu jie yra pasiruošę; kompiuterinės technikos taikymas padeda garantuoti mokymo organizuotumą (Ozmon, Craver, 1996).

- *Konstruktivistiniu požiūriu*, akcentuojančiu, kad mokymasis yra aktyvus ir konstruktyvus procesas. Mokytojas planuoja, organizuoja, kuria ir vertina sąlygas, vadovauja mokiniams ir rūpinasi jų mokymo(si) motyvacija, padeda mokiniams adaptuotis taip, kad nauja patirtis išsikomponuotų į jų žinojimą. Kiekvieno mokinio žinių ir patirties rezultatas – individuali konstrukcija. Besimokantieji nėra pasyvūs informacijos gavėjai, jie aktyviai kuria savo žinias ir įgūdžius, remdamiesi jau turimomis – tiek formaliomis, tiek neformaliomis – žiniomis, sąveikaudami su aplinka (Novak, 1998). Besimokantieji aktyviai kuria žinias, siedami jas ir remdamiesi jau turima patirtimi. Mokymasis turi skatinti mąstymo, jausmų ir veiklos integraciją (Jucevičienė, Tautkevičienė, 2004).
- *Humanistine pedagogika ir filosofija*, akcentuojančia aktyvius mokymo(si) metodus, probleminį mokymą, viso mokyklos mikroklimato humanizavimą, pradedant mokytojo – mokinio ir baigiant administracijos – mokytojo santykiais (Lukšienė, 2000).
- *Didaktinės kompetencijos koncepcija* (Jucevičienė, 1997; Čiužas, Jucevičienė, 2006), kuri traktuojama kaip mokytojo žinios, gebėjimai, požiūriai, vertybės, kitos asmens savybės, lemiančios efektyvią mokymo(si) veiklą (Čiužas, 2007).
- *Sisteminiu požiūriu* – pedagogine tikslų, turinio, priemonių, metodų ir formų visuma, kaip spręsti problemą ar atlikti darbą, atsižvelgiant į pedagogų ir ugdytinių savybes ir situaciją (Jovaiša, 2007). Mokymasis yra socialinis vyksmas, kurį veikia anksčiau minėti gebėjimai ir naujos mokymosi patirties sąveika.

**2 poskyryje „Empirinio tyrimo charakteristika“** pristatyti etiniai tyrimo principai, aprašyti empirinio tyrimo etapai, jų tikslai, imtis bei taikyti metodai (5 lentelė).

Planuojant tyrimą buvo atsižvelgta į metodologinėje literatūroje (Kardelis, 2002; Silverman, 2002; Bitinas, 2006; Žydžiūnaitė, 2007; ir kt.) nurodytus pagrindinius *etikos principus*: teisę būti nepažeistam, teisę nebūti išnaudojamam, tyrimo naudingumą, konfidencialumą, savanoriškumą, geranoriškumą.

*Imtis.* Empirinio socialinio tyrimo metodologinių charakteristikų tyrimo rezultatų patikimumui ir tikslumui didelę įtaką daro imties parinkimas (Осипов, 1983; Bortz, 1993; Merkys, 1995; Kardelis, 1997, 2002; Bitinas, 1974, 1998; Charles, 1999; Kiseliuva, Kiseliovas, 2004 ir kt.). Siekiant išvengti tyrimo klaidų, tikslinga operuoti didelės apimties atsitiktinėmis imtimis (Kiseliuva, 2002). Tačiau realioje tyrimų praktikoje dažnai atsitiktinės imties normų realizuoti neįmanoma dėl objektyvių, nuo tyrėjo valios nepriklausančių aplinkybių. Alternatyvūs imčių sudarymo metodai plačiai aprašyti specialioje metodologinėje literatūroje (Merkys, 1995; Kardelis, 1997, 2002; VanVoorhis, Morgan, 2006 ir kt.). Imties atrinkimo pagrindas – teorinis. Atsižvelgus į anketų klausimų ir teiginių kryptis, anketų kokybės tikrinimo sociologinių požymių atžvilgiu imtys yra pakankamai reprezentatyvios (Krauth, 1995; Kiseliuva, Kiseliovas, 2004).

Atliekant apklausą, mokytojams buvo pristatytas tyrimo tikslas, rezultatų sklaidos būdai bei garantuojamas anonimiškumas. Nurodoma informacija apie tyrėją: vardas, pavardė, kontaktinė informacija. Pateiktos trumpos instrukcijos apie anketų pildymą. Atliekant testavimą su mokiniais, buvo prašoma tėvų, mokinio ir mokytojo sutikimų dalyvauti tyrime.

Anketavimo ir testavimo rezultatai buvo koduojami taikant standartizuotas kodavimo instrukcijas, sudarant kompiuterinę testavimo



duomenų matricą. Duomenų kodavimo ir perkėlimo procedūrų patikimumui įvertinti pakartotinai perkoduota ir suvesta 5% atsitiktinai atrinktų anketų. Kodavimo klaidų skaičius neviršijo 0,18%.

Skaičiavimai atlikti taikant specializuotus statistinių kompiuterinių programų paketus PAULA (Bitinas, 1998), SPSS (Bühl, Zöfel, 1996), lentelės ir grafikai sukurti naudojantis bendrosiomis rengyklėmis.

5 lentelė

### Empirinio tyrimo charakteristika

Tikslai	Imtis	Metodai	Statistiniai metodai
<b>I etapas (2005 m.) Pradinis VMO vertinimas</b>			
Kadangi pirminiai VMO variantai buvo rengti remiantis teoriniu pagrindu, šio etapo tikslas buvo išsiaiškinti atskirų VMO elementų kūrimo ir tobulinimo kryptis, temas, mokytojų pageidavimus, pasiūlymus bei VMO taikymo galimybes, ypatybes, pagrįsti jų tikslingumą bei reikšmingumą	Apklausta 100 įvairaus amžiaus, kvalifikacijos bei skirtingo pedagoginio darbo patirties tu-rinčių mokytojų	Anketavimas	Taikyti Spirmeno (Spearman) ranginės koreliacijos koeficientas, chi kvadrato (Chi-Square) požymių nepriklausomumo kriterijus (Čekanavičius ir kt., 2002). Naudoti šie statistinių kriterijų reikšmingumo lygmenys (Bitinas, 1998):
<b>II etapas (2005 m.) Ekspertinis VMO vertinimas</b>			
Siekta išsiaiškinti pedagogų nuomonę apie pedagoginiame eksperimente rengiamus taikyti VMO. Mokytojai turėjo galimybę praktiškai susipažinti su VMO, pabandyti taikyti juos savo pamokose	VMO vertino (ekspertavo) 37 pradinės ir pagrindinės mokyklos matematikos mokytojai (19 pradinės ir 18 pagrindinės mokyklos matematikos mokytojų)	Anketavimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>p &gt; 0,05</math> – skirtumas statistiškai nereikšmingas;</li> <li>• <math>p &lt; 0,05</math> – skirtumas statistiškai reikšmingas;</li> <li>• <math>p &lt; 0,01</math> – skirtumas esminis;</li> <li>• <math>p &lt; 0,001</math> – skirtumas labai ryškus</li> </ul>

III etapas (2008 m.) VMO taikymo veiksmingumo vertinimas			
Siekta įvertinti VMO veiksmingumą aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimams bei empiriškai pagrįsti pagrindinius virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V klasėse, sudarymo principus	Išskiriant homogeniškas klases dalyvavo 839 mokiniai, iš jų 98 mokiniai ir 6 mokytojai (46 mokiniai kontrolinės ir 52 ekspertinės klasės) dalyvavo pedagoginiame eksperimente	Testavimas (mokiniams) Diskusija (mokytojams)	Homogeniškomis klasėmis išskirti taikyti ANOVA ir DUNKAN metodai. Skirstinių normalumui tarp kontrolinių ir eksperimentinių klasių nustatyti taikytas Kolmogorovo–Smirnovo kriterijus. Tiriamųjų rezultatams išskirti, taikyti ANOVA ir DUNKAN metodai

*Atliekant pradinį VMO<sup>2</sup> vertinimą*, anketavimas vykdytas 2005 m. balandžio mėn. Mokytojams buvo pristatyti keli VMO, skirti aritmetinių vaizdinių formavimui. Po to buvo pateikta 18 punktų uždaro tipo anketa. Demografinis blokas apima 9 punktus (respondentų amžius; išsilavinimas; lytis; baigta mokykla; pedagoginio darbo stažas; kvalifikacinė kategorija; darbo vieta; mokykla, kurioje dirba ir klasė, su kuria dirba). Antrojo bloko klausimais stengtasi išsiaiškinti, ar mokytojai jau susipažinę su VMO esme, kitomis virtualiomis mokymo(si) priemonėmis ir kokią nuomonę jie susidarė apie šios rūšies priemones. Trečioji anketos dalis skirta mokytojų nuomonei apie pateiktą VMO nustatyti. Šios dalies klausimais siekta išsiaiškinti VMO trūkumus ir privalumus.

II etape, *atliekant VMO ekspertinį vertinimą*, keliuose miesto ir rajono mokyklose matematikos pamokose buvo taikomi VMO, siekiant

<sup>2</sup> Anketoje VMO įvardijamas, kaip įgarsinta dinaminio vaizdumo priemonė (ĮDVP), kad tiriamieji tiksliau suvoktų objektą.

išsiaiškinti pasitaikančius nesklandumus, atliekant įvairius koregavimus. Tuo tikslu vykdytas anketavimas.

II ir III etapų metu išskirti pagrindiniai VMO aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimams ugdyti(s) bei formuoti(s) aritmetinius vaizdinius sudarymo principai.

*VMO taikymo veiksmingumui įvertinti bei pagrindiniams virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V klasėse, sudarymo principams pagrįsti* 2008 m. sausio–balandžio mėnesiais atliktas pedagoginis eksperimentas. Remiantis TIMSS pradinės matematikos testais (TIMSS 1995, TIMSS 2003), buvo parengtas matematinių gebėjimų testas. Sausio mėn. įvairiose Lietuvos mokyklose testuoti 839<sup>3</sup> ketvirtokai. Testo rezultatai leido išskirti homogeniškų klasių grupes. Su viena tokia grupe (eksperimentinėje grupėje buvo 52 mokiniai iš dviejų miesto ir vienos rajono mokyklos; kontrolinėje grupėje – 46 mokiniai iš dviejų miesto ir vienos rajono mokyklos) vasario–balandžio mėnesiais atliktas VMO taikymo poveikio mokinių aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimams vertinimas. Pedagoginiame eksperimente taikyto testo užduočių klasifikacija tematikos turinio aspektu atitinka Bendrųjų programų ir išsilavinimo standartų (2003) reikalavimus. Testo užduočių turinys ir forma pasirinkti orientuojantis į IV–V klasės matematikos vadovėliuose bei mokytojų dažniausiai naudojamoje papildomoje matematikos didaktinėje medžiagoje pateiktų užduočių tipus.

Analizuojant pedagoginio eksperimento testų rezultatus, diskusijų su eksperimente dalyvavusiais mokytojais metu siekta empiriškai pagrįsti pagrindinius VMO, skirtų mokyti aritmetikos veiksmų IV–V

---

3 Remiantis Lietuvos Švietimo ir mokslo ministerijos duomenimis (2010), 2008 m. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos IV klasėse vidutiniškai mokėsi 30 000 mokinių. Imties tūris paskaičiuotas pagal K. Kardelio (2002) pateiktas lenteles ir formules, kur  $N$  – generalinė aibė,  $\Delta$  – paklaidos dydis (5 proc.),  $n$  – imtis:  $n = 1 / (\Delta^2 + 1/N)$ . Remiantis šiais skaičiavimais, imties dydis turėtų būti apie 395 mokinius.

klasėse, sudarymo principus, išsiaiškinti VMO taikymo poveikį; analizuota ir apibendrinta mokytojų įgyta patirtis, dalykiniai ir metodiniai pastebėjimai. Išskirti taikymo efektyvumą lemiantys veiksniai. Diskusijų turinys įrašytas diktofonu. Vėliau sakiniai tekstai buvo pakeisti rašytiniais variantais, kad būtų galima tinkamai cituoti darbe.

**Trečiajame skyriuje „Virtualių mokymo(si) objektų taikymo IV–V klasėse ugdant aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimus empirinis tyrimas“** pristatyti empirinio tyrimo rezultatai bei jų analizė.

**1 poskyryje „VMO realizavimo pradinis vertinimas“** pristatyti mokytojų apklausos apie pirminius (sukurtus remiantis teorinėmis prielaidomis) VMO, numatomus taikyti pedagoginiame eksperimente, rezultatai. Atsižvelgiant į juos, VMO buvo patobulinti ir pateikti ekspertiniam įvertinimui.

**2 poskyryje „VMO ekspertinis įvertinimas“** pateikiami apklausos rezultatai, kurie parodė, kad parengtieji VMO iš esmės atitinka mokytojų poreikius, kurių pagrindas, be abejo, – vaikų poreikiai bei galiybės. Apklausoje dalyvavusių pedagogų išsakyti pagrindiniai VMO taikymo, mokant aritmetikos, privalumai bei trūkumai pateikti 7 ir 8 lentelėse.

7 lentelė

Respondentų įvardytų galimų privalumų, vartojant pateiktą VMO, vertinimo skirstinys %

	Atsakymų formuluotės	Visiškai sutinku	Sutinku	Nežinau	Nesutinku	Visiškai nesutinku
1.	Palengvina temos suvokimą	72,97	27,03	–	–	–
2.	Tenkina vaiko norą eksperimentuoti	51,35	40,54	8,11	–	–
3.	Ugdo mokinių skaičiavimo gebėjimus	54,05	45,95	–	–	–

7 lentelės tęsinys

4.	Ugdo algoritminį, loginį, kritinį mąstymą	43,24	51,35	2,70	2,70	–
5.	Padedą įveikti matematikos baime	59,46	27,03	10,81	2,70	–
6.	Geriau atskleidžia dalyko esmę, nei statinės priemonės	56,76	37,84	2,70	–	2,70
7.	Tinka mokinių savarankiškam darbui	29,73	56,76	5,41	8,11	–
8.	Skatina kūrybiškumą	27,03	45,95	18,92	8,11	–
9.	Skatina mokinių domėjimąsi matematika	51,35	48,65	–	–	–
10.	Padedą formuoti vaizdinius	64,86	35,14	–	–	–
11.	Ugdo mokinių informacinius gebėjimus	54,05	45,95	–	–	–
12.	Priemonę geriau vartoti popamokinėje veikloje	2,70	24,32	24,32	43,24	5,41

8 lentelė

**Respondentų įvardytų galimų trukdžių, vartojant pateiktą VMO, vertinimo skirstinys %**

	Atsakymų turinys	Visiškai sutinku	Sutin-ku	Neži-nau	Nesu-tinku	Visiškai nesutinku
1.	Mokyklos vadovų abejingumas ir nenoras padėti	13,51	5,41	24,32	32,43	24,32
2.	Įrangos trūkumas	54,05	35,14	–	8,11	2,70
3.	Vartojant priemonę sugaištama daug pamokos laiko	–	10,81	18,92	51,35	18,92
4.	Sugaištama daug laiko ruošiantis pamokai	–	2,70	16,22	59,46	21,62
5.	Darbas su šia priemone blaško mokinių dėmesį	–	2,70	10,81	64,86	21,62
6.	Norint vartoti priemonę, reikia gerų darbo kompiuteriu įgūdžių	13,51	54,05	2,70	27,03	2,70

Remiantis ekspertinio VMO vertinimo rezultatais buvo paruošti VMO taikyti pedagoginiame eksperimente.

**3 poskyryje „VMO taikymo poveikio įvertinimas“** pristatomi pedagoginio eksperimento organizavimo etapai bei rezultatai ir jų analizė. Pristatomas VMO taikymo mokant aritmetikos veiksmų IV–V klasėje planas.

**Eksperimentinių ir kontrolinių klasių atranka.** Siekiant, kad eksperimente dalyvautų mokiniai, turintys maždaug vienodus matematinius gebėjimus, 839 mokiniams buvo pateiktas matematikos pasiekimų testas, pagal kurio rezultatus buvo atrinktos 6 homogeniškos klasės (98 mokiniai).

Pateikiamos užduočių, sudarančių matematikos pasiekimų testą diagnostinės kokybės skaitinės charakteristikos: sunkumo indeksas, standartinis nuokrypis, koreliacijos su testu koeficientas, ryšio su hipotetiniais matematikos pasiekimais įvertis  $r_i$ .

**Pedagoginis eksperimentas.** Remiantis Bendrosiose programose (2008) nubrėžta mokymo(si) turinio apimtimi, pagal veiklos sritis įvardytais pasiekimais bei gebėjimų apibrėžtimis, eksperimento metu numatyta įvertinti mokymo procese taikytų VMO įtaką šiems aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimams efektyvinti:

1. Atlikti veiksmus su natūraliaisiais skaičiais, pasirenkant tinkamą veiksmą ir skaičiavimo būdą, taikant tinkamus aritmetikos veiksmų komponentų pavadinimus.
2. Apskaičiuoti paprastų skaitinių reiškinių ar dydžių skaitines reikšmes.
3. Lyginti vienodo tipo skaičius, įrašant tarp jų simbolius – daugiau, mažiau, lygu.
4. Į paprasčiausią lygtį įrašyti skaičių ir patikrinti, ar gautoji lygybė yra teisinga.

5. Nurodyti / nustatyti natūraliuosius skaičius, esančius arčiausiai duotojo skaičiaus, ar sutvarkyti nurodyta kryptimi duotą skaičių seką.
6. Atlikti skaičių dalių radimo užduotis.

Išvardytiems gebėjimams įvertinti, kai mokoma(si) tradiciniu būdu ir taikant VMO, buvo taikytas testas. Testo reliabilumą (patikimumą) užtikrina į dvi dalis suskaidytos užduočių aibės aukštas tapatumas – dideli tiesinės koreliacijos su Spearman – Brown pataisa ir Gutmano koreliacijos koeficientai: Crombach Alpha = 0,90, Spearman – Brown = 0,45, Guttman Split-half = 0,43. Atlikto tyrimo duomenys rodo aukštą testo vidinę konsistenciją bei matavimo prietaiso (testo) reliabilumą (patikimumą).

Po pedagoginio eksperimento nustatytas ryškus matematinių skaičiavimų pasiekimų statistinis skirtumas tarp kontrolinių ir eksperimentinių klasių. Eksperimentinių klasių mokinių skaičiavimo rezultatai aukštesni. Geriausi skaičiavimo pasiekimai eksperimentinėse klasėse iš „Skaičių sekos“ (14,62%), o kontrolinėse klasėse iš „Lygybių ir nelygybių“ (4,56%) sričių. Mažiausi – eksperimentinėse klasėse (9,07%) iš „Aritmetikos veiksmų komponentų nustatymo“ srities, o kontrolinėse klasėse iš „Aritmetikos veiksmų komponentų nustatymo“ srities fiksuotas – 1,27% pablogėjimas.

## IŠVADOS

1. Bendrųjų programų (2008) ir matematikos vadovėlių<sup>4</sup> IV–V klasėms analizė atskleidė, kad svarbiausias *aritmetikos veiksmų* mokymo(si) pradinėje ir pagrindinėje mokykloje tikslas – suteikti mokiniams žinių apie skaičius bei matus, formuoti, gilinti ir plėsti praktinius gebėjimus, teorines žinias taikyti gyvenime. Kartu siekiama ir kitų tikslų: ugdyti loginį, kritinį, kūrybinį mąstymą, vystyti mokėjimą kelti ir skaidyti klausimus, gebėjimą nuosekliai samprotauti, nuovoką, kaip iš kelių galimų problemos sprendimo variantų pasirinkti tinkamiausią.
2. Atlikta mokslinės literatūros analizė leidžia teigti, kad, Lietuvoje kuriamos palankios sąlygos virtualiesiems mokymo(si) objektams taikyti IV–V klasėse, mokant aritmetikos veiksmų:
  - telkiami žmogiškieji išteklių: mokytojai supranta kompiuterinio raštingumo svarbą šiuolaikinės mokyklos kontekste, rūpinasi šių gebėjimų gilinimu ir tobulinimu, siekia juos realizuoti pamokose;
  - pradinių klasių ir V klasėse dirbantys matematikos mokytojai supranta matematinio raštingumo svarbą mokinio asmenybei formuoti (mokoma loginės kultūros pagrindu; lavinama vaizduotė; formuojamos teorinės nuostatos, kurios siejamos su pastangomis, ieškojimais, bendradarbiavimu, sąžiningumu ir atkaklumu). Todėl mokytojai suinteresuoti matematikos, įskaitant ir aritmetiką, mokymo(si)

---

<sup>4</sup> Cibulskaitė N., Stričkienė M. (2001). Matematika ir pasaulis: vadovėlis 5 klasei.

Kiseliuva D., Kiseliovas A. (2000). Matematikos pasaulyje. Vadovėlis ketvirtai klasei. Pirmoji knyga.

Kiseliuva D., Kiseliovas A. (2000). Matematikos pasaulyje. Vadovėlis ketvirtai klasei. Antroji knyga.



rezultatų gerinimu, taikant virtualiuosius mokymo(si) objektus;

- mokyklos pagal galimybes apsirūpinusios priemonėmis (materialieji ištekliai) virtualiesiems mokymo(si) objektams naudoti mokymo(si) procese. Tačiau stokojama virtualių mokymo(si) objektų, skatinančių aritmetinių vaizdinių formavimą(si).
3. Remiantis disertaciniame darbe atskleistomis teorinėmis prielaidomis bei empirinio tyrimo I ir II etapo rezultatų analize, galima išskirti šiuos VMO, skirtų aritmetikos veiksmų atlikimo gebėjimams ugdyti(s), sudarymo principus:
- *prieinamumas* – VMO turi būti parengti taip, kad bet kuris vartotojas (mokytojas ar mokinys) juos galėtų laisvai naudoti be ypatingų darbo kompiuteriu įgūdžių, animacijos turi būti paprastos ir suprantamos;
  - *perimamumas* – formuojant mokinių gebėjimus V klasėje remiamasi anksčiau, IV klasėje įgyta jų mokymo(si) patirtimi;
  - *nuoseklumas* – informacija pateikiama pradedant paprastai ir lengvai suprantamais pavyzdžiais, nuosekliai einant prie sunkesnių, reikalaujančių daugiau žinių bei tvirtų gebėjimų;
  - *vaizdumas* – aiškus, konkretus medžiagos demonstravimas, padedantis formuoti(s) reikiamus vaizdinius, palengvinantis medžiagos aiškinimą, įsisavinimą ir panaudojimą matematinėje veikloje;
  - *dinamiškumas* – laiko faktoriaus reikšmė ir įtaka mokymo(si) procese; analizuojant kiekvieną VMO užduotį, turi būti galimybė reikiamoje vietoje ją sustabdyti, peržiūrėti iš naujo, priklausomai nuo aplinkybių įjungti ar išjungti garsą;
  - *emocionalumas* – patrauklūs, įdomūs mokomosios veiklos pasireiškimai, darantys emocinį poveikį mokiniams, gali

būti viena iš priežasčių savarankiškos paskatos „asmeniškai dalyvauti“ animacijoje arba stebėti ir analizuoti jos eigą. Didaktinė šio teiginio prasmė – animacijos įdomumas ir emocionalumas žymiai sustiprina pažintinį susidomėjimą mokymusi ir dalyvavimą jame.

4. Atlikto pedagoginio eksperimento rezultatai patvirtino, kad virtualiųjų mokymo(si) objektų taikymas turi įtakos mokinių gebėjimams: visose matematinės veiklos srityse – eksperimento dalyvių pasiekimai buvo statistiškai reikšmingai aukštesni: didžiausi pokyčiai, lyginant su eksperimentine grupe, buvo skaičių sekos užrašymo (11,34%) ir skaičiaus dalies / dalių (10,70%) radimo temose, kiek mažesni – aritmetikos veiksmų atlikimo (9,07%) ir aritmetikos veiksmų komponentų nustatymo (9,07%) temose, o mažiausi pokyčiai užfiksuoti iš lygčių sprendimo (7,92%) bei lygybių ir nelygybių rašymo (6,18%) temų.
5. Mokinių pasiekimams įtakos turi ne tik pats VMO taikymo/ netaikymo faktas, bet ir mokytojo vidinė pozicija jų atžvilgiu, jo pedagoginės veiklos stilius, atsakomybė už mokymo kokybę. Virtualieji mokymo(si) objektai, orientuoti į aritmetinių vaizdinių formavimą ne tik padeda gilinti bei plėsti žinias, bet ir efektyvina mokinių gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus.

Disertacijos ginamieji teiginiai patvirtino:

1. Tinkamai suformuoti aritmetiniai vaizdiniai padeda mokiniams ugdyti(s) gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus. Lietuvos pradinės ir pagrindinės mokyklos edukacinėje aplinkoje yra pakankamai virtualiųjų mokymo(si) objektų, skirtų IV–V klasių mokiniams treniruotis be klaidų atlikti aritmetikos veiksmus, tačiau esama poreikio į virtualiąją aplinką perkelti

- ti ir tokias vaizdumo priemones, kurios padėtų mokiniams formuot(is) tinkamus aritmetinius vaizdinius.
2. Virtualieji mokymo(si) objektai, skatinantys aritmetinių vaizdinių formavimą(si), sudaromi remiantis klasikiniais didaktiniais principais: prieinamumo, perimamumo, nuoseklumo, vaizdumo, dinamiškumo, emocionalumo.
  3. Virtualieji mokymo(si) objektai, skirti aritmetinių vaizdinių formavimui(si), įgalina mokinius veiksmingiau ugdyti(s) gebėjimą atlikti aritmetikos veiksmus.

## REKOMENDACIJOS

1. *Pedagogus rengiančioms institucijoms.* Daugiau dėmesio skirti būsimų mokytojų kompiuteriniam raštingumui tobulinti bei didaktinių gebėjimų ugdymo procese integruoti IKT į įvairių dalykų mokymą puoselėjimui.
2. *Tęstinio profesinio mokymo(si) institucijoms.* Kvalifikacijos kėlimo programose numatyti kursų / temų mokytojų darbui su IKT bei VMO taikymui ugdymo procese tobulinti.
3. *Švietimo skyrių / mokyklų vadovams.* Daugiau dėmesio skirti mokytojų kompetencijoms naudoti IKT bei VMO ugdymo procese: ne visi pedagogai dalyvauja kompiuterinio raštingumo kursuose, labai mažas jų skaičius nuolatos tobulina savo informacinę ir technologinę kvalifikaciją.  
Itin svarbu kiekvienoje mokykloje suformuoti pakankamą techninės ir programinės įrangos bazę, leidžiančią sudaryti vienodas sąlygas visiems mokiniams gilinti savo kompiuterinį raštingumą bei ugdymo procese naudotis VMO.
4. *Švietimo ir mokslo ministerijos Mokslo ir technologijų departamentui.* Telkti Lietuvos mokslininkus ir mokytojus – prak-

tikus kurti VMO mokymo(si) procesui efektyvinti ir optimizuoti, skleisti šios srities gerą patirtį ir pan.

*Tolesnių mokslinių tyrimų kryptys:*

- VMA taikymo pradinėje mokykloje empirinis pagrindimas.
- IKT poveikis pedagogų darbo sąnaudoms ir kokybei.
- Mokymo(si) proceso efektyvinimas ir optimizavimas taikant VMO, skirtus vaizdinių formavimui.
- VMO taikymas mokinių ugdymui namuose organizuoti.

## TRUMPOS ŽINIOS APIE AUTORIŲ

**Orinta Šalkuvienė** 1995–1999 studijavo Šiaulių universitete ir įgijo pradinio ugdymo pedagogikos ir dailės specialybės bakalauro diplomą. Toliau tame pačiame universitete tęsė magistrantūros studijas ir 2001 m. įgijo socialinių mokslų (edukologijos) magistro diplomą. 2002–2011 metais doktorantūros studijos Lietuvos edukologijos universitete.

### **Orinta Šalkuvienė**

- nuo 1995 m. iliustruoja matematikos vadovėlius ir pratybų sąsiuvinius pradinėms klasėms „Matematikos pasaulyje“, „Matematika“;
- 1999–2002 m. dirbo Šiaulių Lieporių vidurinėje mokykloje pradinių klasių mokytoja;
- nuo 2002 m. dirba Šiaulių universiteto Edukologijos fakultete: iki 2006 m. Matematikos didaktikos katedros, nuo 2006 m. Ugdymo sistemų katedros asistentė; nuo 2008 m. iki šiol – Ugdymo sistemų katedros lektorė.

Moksliniai interesai: IKT integravimas į pradinio ugdymo sistemą, universitetinis pedagogų rengimas (IKT integracijos aspektu).

Adresas: Šiaulių universitetas, Edukologijos fakultetas, P. Višinskio g. 25-305, LT-76351, Šiauliai, Lietuva.

Tel. 8-699-12827, el. paštas: orinta.sal@gmail.com

## SHORT INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Between 1995 and 1999 **Orinta Šalkuvienė** studied at Šiauliai University and became a Bachelor of primary education pedagogy and art. Further she continued studying at the same university for a Master's degree and in 2001 acquired a diploma of a Master of Social Sciences (Education Studies). Between 2002 and 2011 doctoral studies at Lithuanian University of Educational Sciences.

### **Orinta Šalkuvienė**

- since 1995 has been illustrating mathematics textbooks and exercise books for primary classes „In the World of Mathematics“, „Mathematics“;
- between 1999 and 2002 worked as a primary class teacher in Šiauliai Lieporiai secondary school;
- since 2002 has worked at the Faculty of Education Studies of Šiauliai University:  
till 2006, junior lecturer of the Department of Didactics of Mathematics, from 2006, of the Department of Education Systems;  
from 2008 till now, lecturer of the Department of Education Systems.

Research interests: integration of ICT into the primary education system, university teacher training (in the aspect of integration of ICT).

Address: Šiauliai University, Faculty of Education Studies, P. Višinskio St. 25-305, LT-76351, Šiauliai, Lithuania.

Phone: 8-699-12827, e-mail: orinta.sal@gmail.com

**Orinta Šalkuvienė**  
**APPLICATION OF VIRTUAL TEACHING AND LEARNING OBJECTS,**  
**TEACHING ARITHMETIC OPERATIONS**  
**IN FORMS 4 AND 5**

Summary of Doctoral Dissertation  
Social Sciences, Education (07 S)

Maketavo *Laura Petrauskienė*

SL 605. 3,25 sp. l. Tir. 75 egz. Užsak. Nr. 11-067

Išleido ir spausdino Lietuvos edukologijos universiteto leidykla „Edukologija“

T. Ševčenkos g. 31, LT-03111 Vilnius

Tel. +370 5 233 3593, el. p. leidykla@vpu.lt

[www.leidykla.vpu.lt](http://www.leidykla.vpu.lt)