

Angela IKONOMOSKA

UDK: 373.3:[004.9:51  
Original research paper

## THE ROLE OF ICT IN THE TEACHING AND LEARNING OF MATHEMATICS IN ELEMENTARY EDUCATION

### **Abstract**

*Technology is an essential aspect of everyday life, thus the growth and integration of information and communication technology (ICT) in learning and teaching is expected. Beginning with the origins of technology based on mathematics as a science, we narrow our focus in this scholarly study on the use of ICT in the teaching and learning of mathematics in elementary education. We focused on studying the impact of ICT on the teaching and learning process, as well as the usage of ICT tools in the development of knowledge in mathematics. The goal of this systematic analysis is to show the benefits of integrating ICT into mathematics teaching and learning, as well as the constraints and challenges that elementary school teachers and students encounter.*

*Our comprehensive analysis of pertinent theoretical and empirical findings led us to the general conclusion that teacher proficiency with the new technology plays a major role in the integration of ICT. The positive impact of ICT on mathematics teaching and learning is undeniable, because technology reduces logistics in the planning and implementation of instruction, increases interaction in the classroom, and encourages mathematics learning through the visualization of abstract concepts and processes, while also allowing for independent study.*

**Keywords:** *ICT, teaching process, learning process, mathematics, elementary education.*

## Introduction

Consulting domestic or foreign literature, we often come across texts that write about the relationship between technology and science, not emphasizing the relationship between technology and mathematics. Modern technology would be unthinkable without mathematics. It is safe to assume that the relationship is reciprocal (Hansson, 2019) because technology also needs mathematics for its faster and more modern development. From a practical standpoint, mathematics is a human activity that has existed since the beginning of written history. Through abstraction and logical reasoning, mathematics once evolved from counting, calculating, measuring, and the systematic study of the forms and movements of physical objects (Joshi, 2017). Based on mathematics as a science, we now study the development of technology through numerous basic concepts and algorithms. As a consequence, computer science employs various mathematical logic and number theory to construct data structures and computer algorithms.

Defining ICT as a combination of devices and technological resources, that are used to manipulate and correlate information (Kaware and Sain, 2015), we mean the wide application and influence of ICT in the educational process. In other words, ICT has become an integral part of education, revolutionizing the way mathematics is taught and learned (Duan et al., 2020). The digital era in which we live today requires appropriate pedagogical changes that are “in step” with the latest technical-technological trends and demands. In this context, the importance of carefully integrating technology into school curricula is highlighted to achieve the desired learning outcomes. Today, mathematics is used all over the world, finding its application in a large number of fields: natural sciences, medicine, engineering, social sciences, and others.

Mathematics as a scientific discipline is integrated into elementary education as a compulsory subject, starting from the first educational cycle. The subject of mathematics is one of the most represented teaching subjects in the curriculum according to the lesson fund. Considering that every individual acquires his basic habits, knowledge, and skills during elementary education, it can be said that school institutions are the right place to develop key ICT skills and mathematical knowledge. Integrating ICT tools into the mathematics curriculum aims to improve student engagement, conceptual understanding, and overall academic achievement in mathematics by transforming existing teaching and learning processes. Taking mathematics as a basic segment of any technology, in the following text, the role of ICT will be considered through the prism of teaching and learning mathematics in elementary education.

## The impact of ICT on the teaching and learning processes

Globalization and technological changes have created a new direction for the development of the economy, led by technology through its databases

and knowledge. As a result, the development and potential of ICT have become a vital issue, which should fulfill the educated needs (Chao, 2015). Relying on technology, society becomes more and more advanced, and thus the integration of technology in the classroom becomes inevitable (Sokku and Anwar, 2019). Expectations are high, beginning with the fact that ICT is a tool that facilitates learning and promises new solutions to existing teaching and learning challenges (Oduma and Ile, 2014). Linking the use of ICT in a mathematical setting, it is indisputable that learning new information and facts, together with honing our skills, makes it possible for us to arrive at new mathematical truths more quickly and effectively. ICT not only supports traditional teaching methods but also encourages interactive learning, through inquiry. Under the influence of ICT, pedagogy is changing, responding to new educational trends and societal needs. According to the results obtained from the review of studies aimed at the pedagogical model of teaching with ICT in the period from 2008 to 2018 by Hardman (Hardman, 2019), the positive impact of ICT in the teaching of mathematics in elementary education is highlighted under the condition of using constructivist pedagogy.

The actual integration of ICT in the classroom appears to be more difficult than first assumed. Difficulties in implementing ICT are often pointed out, starting from the need for the development of specific software and other ICT tools that can be included in the teaching and learning process, not leaving out the game as a paradoxical traditional and spontaneous activity, up to the need for professional training of teaching staff and the development of digital competencies among students during elementary education. Several frameworks, self-assessment tools, and training programs have been produced and continue to be developed at the international and national levels to aid in the process of upgrading teachers' competencies. Through the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu), teachers are enabled to determine their level of competence in the digital area (one of the six areas) and thereby determine their individual need for additional training (Redecker, 2017). On the other hand, analyzing the framework of separate competences developed by the European Commission and the key competences for lifelong learning from the European reference framework, we realize that the importance of the area of digital literacy is also highlighted in the national standards for elementary education. This field focuses on the active integration and implementation of technology in modern society. The competencies that students need to gain during elementary education refer to the correct, ethical, and safe use of ICT, skillful and effective usage to solve problem situations, new ideas, communication and collaboration inside and outside the school, creating digital content, and so on (Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование, 2021).

The impact of ICT on the teaching process is expressed through the role of the teacher in the classroom. Before the implementation of ICT in the teaching process, teachers had the dominant role as distributors of knowledge, infor-

mation, and facts. The teacher's role gradually shifts to that of a guide/mentor, coordinating the learning and knowledge acquisition process through instructions on how to use the necessary ICT tools. ICT allows the teaching process to become more rational, reducing the necessary logistics of work. In practice, the use of ICT in mathematics usually refers to the interaction between the student, the computer, and the knowledge, which explains the disparity between potential and actual integration. Since the very beginning of the integration of ICT in schools, several researchers have analyzed the factors influencing the acceptance and use of ICT by teachers in schools (Capan, 2012; Dudeney, 2007; Virkus, 2008; Zhang, 2013). They show that the main barrier to the integration of ICT were the teachers because they are the same persons who lead the teaching process in the classroom. In other words, the integration of ICT depends to the greatest extent on personal factors, defined as self-perception. According to students' positive attitudes and high expectations of ICT integration in the educational process, the key barriers to ICT integration in schools are confidence, competence, and teacher attitudes, which reduce the percentage of ICT application (Chien, Wu and Hsu, 2014). Based on the attached research, we see that the role of teachers in the process of integrating ICT into teaching is becoming more and more important, especially when it comes to the use of ICT in pedagogy and the achievement of new educational goals. Teachers are required to create creative, interactive, and fun learning (Beaver et al., 2015). We found that the successful integration of ICT in the teaching of all subjects (in our case, the teaching of mathematics) depends to a considerable extent on the professional development of teachers and their digital (ICT) competencies.

To be able to develop the integrated approach of ICT in teaching, in the domain of acquiring mathematical knowledge, it is necessary that ICT moves from an additional activity to a basis for developing the concepts and connections of the mathematics curriculum, rather than isolating itself from other curricula. Here is the request to adjust the curricula, according to the new transformational trend (Vanden Eng et al., 2015) and continuous monitoring of positive practices. The system of planning and creating the curricula needs to direct its attention to specifying the formative changes and the implicit forecasting of the changes. Any planned activity must have clear and concise goals so that students can further focus on specific mathematical goals.

On the other hand, we consider the impact of ICT through the learning process, that is, the students. Students can explore and grasp mathematical concepts through a range of mathematical exercises and real-world applications, which makes learning more meaningful and relevant (Tachie, 2019; Valverde-Berrocso, Acevedo-Borrega, and Cerezo-Pizarro, 2022). In the learning process, a wide range of resources and technological tools are offered, adapted to the individual needs and abilities of students (Razali, 2019; Tomljenović and Zovko, 2016), supporting the process of independent learning and progress at their own pace. Using ICT for calculations, drawing graphs, and solving complicated mathematical problems improves the quality of content learning and

develops critical thinking (Das, 2019). The capability of ICT is much more than performing number operations, creating graphs, and similar functions. Linking ICT knowledge, mathematical concepts, and processes leads to metacognitive knowledge about one's speed and accuracy with numerical techniques and routines. Developing the ability to use ICT directs students to think at a higher level so that they can effectively apply the appropriate ICT tools. In this way, students begin to gradually develop their problem-solving skills, through logical and analytical thinking. Students are frequently assigned mathematical problems that include a huge amount of data and requirements for solving the problem situation. Through the way students solve, the skills to combine mathematical knowledge with ICT can be easily recognized. In the solving process, students first consider the type of calculation they will use, provide an estimate of the answer, select work methods, and arrive at the correct calculation using a traditional method (pen and paper), a calculator, or an electronic document in which the data are arranged in rows and columns of a table (for example: an Excel table in which the data can be easily manipulated and ready-made formulas can be used).

From all this, we realize that, actually, in the ICT integration process, personal, pedagogical, school, and technological factors have the greatest influence.

In the study of Ghavifekr and Rosdy (2015), it is pointed out that technology-based teaching and learning is more effective compared to the traditional classroom. The inclusion of ICT in mathematics teaching allows teachers to engage students in teaching interactively and dynamically. The integration of ICT, in itself, allows teachers and students to adopt innovative approaches to learning, which are considered to prepare students for future success (Al-Ansi, Garad and Al-Ansi, 2021). The goal is to stimulate the development of students in the era of modernization through the use of technological achievements for the acquisition of higher-quality and more permanent knowledge. We confirm this by the fact that today's teaching and learning process is more inclined towards innovation activities with the help of sophisticated technology. Technology is expected to enable the new generations to more easily realize their potential, interest and talent (Sugiyanto, Kartowagiran, and Jailani, 2015). In other words, ICT plays a key role in the overall modernization of education through the transformation of the traditional classroom into a dynamic and interactive learning environment. The main goal of educational policies and reforms in each country is to develop its education sector following international standards (Tlepbergen, Akzhigitova, and Zabrodskaia, 2022). Hence, the main goal of competent institutions for creating educational policies is to provide means for improving the use of advanced technologies in the teaching and learning process in school institutions.

### **Application of ICT tools for acquiring mathematical knowledge**

Familiarity with mathematics as a science, its basic principles and concepts, mathematical operations, solving simple and complex mathematical problems, etc., begins during the first and second educational cycles of elementary education. The process of acquiring mathematical knowledge is based on the basic didactic principle - from simple to complex, starting with the simplest mathematical concepts and operations, making them more complicated according to the age and developmental abilities of the students. Mathematics is one of the subjects that receives the most attention during elementary school, for the sake of the proportional cognitive development of students and, thus, the development of logical and analytical thinking. It is well known that students acquire permanent knowledge through interactive-visual learning, and the use of ICT tools makes this possible with a single click from a computer, tablet, mobile phone, and so on. We are witnessing new life trends, where the traditional game is increasingly being replaced by the computer game. Computer games are increasingly used in schools to achieve certain goals, which enable students to learn in a fun way. Computer games can only be utilized in schools if they suitable the needs of teaching and learning and the basic prerequisites for their application are met, such as proper equipment, educational software, and prepared teaching staff (Делчева-Диздаревик, 2020). Along with the advantages offered by the technology, there is always the concern of negative effects. Learning through the use of technological equipment must be supervised because it is obvious that almost everything is good only when used positively.

In this section, we will elaborate in more detail on the application of ICT tools in the process of acquiring mathematical knowledge, and we will give a brief overview of several studies conducted in the last few years that, in different aspects, study the application of ICT in the process of learning mathematics in elementary education.

**Table 1:** Overview of research

Reference	Research interest	Conclusions
(Gamit, 2023)	Perceptions of the integration of ICT in teaching and learning, with a focus on mathematics (forming a foundation for understanding numbers)	Positive results of the integration of ICT: improvement of the quality of teaching, increased motivation to learn and help in acquiring new skills and competences
(Gutiérrez Zuluaga, Aristizabal Zapata and Rincón Penagos, 2020)	Educational software	Emphasis on visualization, because it is the most important in the process of acquiring knowledge and memorizing it
(Lara Nieto-Márquez et al., 2020a)	Smart platform – Smile and Learn, with more than 4500 educational activities for children/students aged 3 to 12 years	Further development of activities offered by the platform, expanding the spectrum of activities through the integration of different fields with the help of a game
(Contreras García et al., 2019)	Using resources that demonstrate randomness and the use of probability. Suggestion of the most commonly used virtual tools that can be used in the formal teaching of probability	Deepening the knowledge of concepts with the help of virtual tools, showing the relevance of properties and procedures, as well as overcoming difficulties in this process
(Zaranis, 2018)	Directed learning with the help of ICT in the acquisition of knowledge in the field of geometry	An interactive process that has a positive influence and effect on learning and acquiring knowledge, due to the pictorial and dynamic display of geometric mathematical concepts

As can be seen, the application and impact of ICT tools for the acquisition of mathematical knowledge is a well-researched field with important theoretical and practical outcomes, owing to the problem's scope and ongoing change. The ICT tools that are applied during the teaching and learning of mathematics as a compulsory subject in elementary schools can be divided as follows:

- **Interactive smart board** - In the classroom, during the teaching process, it is almost inevitable to apply the so-called interactive smart boards, which allow teachers to include multimedia elements on certain topics during the realization of the objectives (videos, simulations, and interactive games), presentations, as well as annotations and manipulation of the contents in real time. The school environment becomes much more interesting and active for students because greater flexibility in the teaching and learning



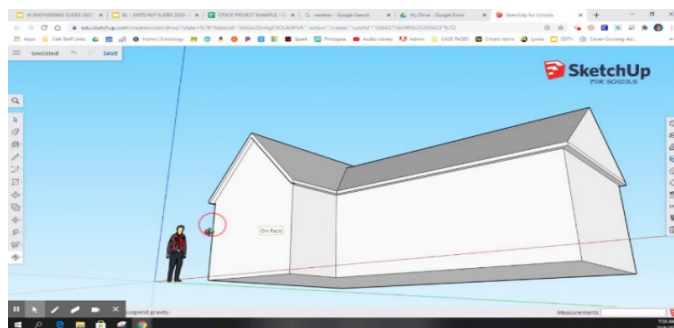
process is enabled. Using interactive smart boards keeps students' attention and improves their understanding of math concepts.

- **Online platforms** – They reached their “popularity” with the beginning of the pandemic caused by the coronavirus. The platforms offer a wide range of resources and can include: interactive content, tasks to practice knowledge, quizzes, forums, questionnaires, verification tests and so on. In the review of the used literature, we noticed the positive influence of online platforms in the process of learning and acquiring new knowledge of elementary school students (Kliziene et al., 2021; Lara Nieto-Márquez et al., 2020b; Marbán et al., 2021).
- **Education software** – They represent a set of various ready-made computer programs, which help guide learning and meet teaching needs (Стојановска, 2012). There are some educational software that can support, enhance, and make interesting the teaching and learning of mathematics in the classical classroom. Based on previous knowledge and our monitoring of educational trends, we will review the most often used software in the teaching and learning of mathematics in elementary school: SketchUp, GeoGebra, and Microsoft Mathematics.

## 1. SketchUp

We find the beginnings of SketchUp since 2006 under the name Google SketchUp - three-dimensional (3D) software designed by Google to enable the display of items and, in general, the total display of cities on their satellite maps (Liveri, Xanthacou and Kaila, 2012). SketchUp can be used for modeling simple 3D shapes to creating complex 3D objects. This program can encourage and stimulate students' creativity and curiosity, thereby awakening their interest in design. This program's application in mathematics teaching can be invaluable to geometry topics and contents. In mathematics curricula, geometry as a subject begins to be studied in the first grade. The practical experiences of the teachers so far show that the students initially have difficulties in distinguishing the shapes, due to the imaginative visualization of some 3D shapes. SketchUp can facilitate the work of teachers and increase the effectiveness and efficiency of mastering the intended content in the geometry section. The functions offered by this program can be reviewed and applied in more detail by downloading it at the link: <https://www.sketchup.com/en>.

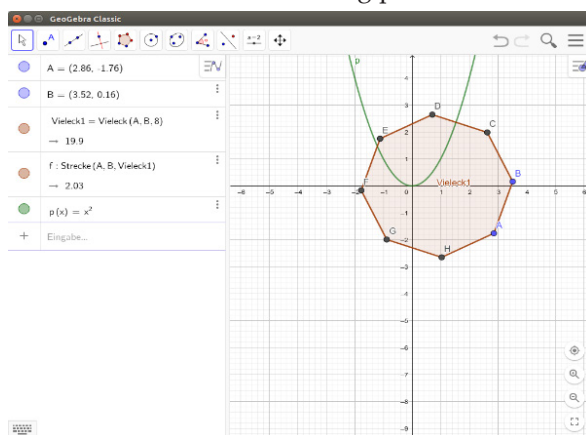




**Figure 1:** Example of SketchUp application in school – creating a house

## 2. GeoGebra

GeoGebra is a dynamic math software/interactive application that has the ability to bring together topics from the math curriculum (geometry, algebra, statistics, as well as working with data through graphical and tabular display). It is suitable for the teaching and learning of mathematics in elementary education, up to higher university education. Unlike SketchUp (a program oriented towards 3D design), GeoGebra is distinguished by the visualization of mathematical concepts. A number of educational software applications have been created for geometric constructions and solving analytical and algebraic problems, but this is one of the best computer applications for visualizing mathematical concepts and illusions (Majerek, 2014). GeoGebra can be downloaded from the official website: <https://www.geogebra.org/>, which allows easy and quick involvement of students in the learning process.



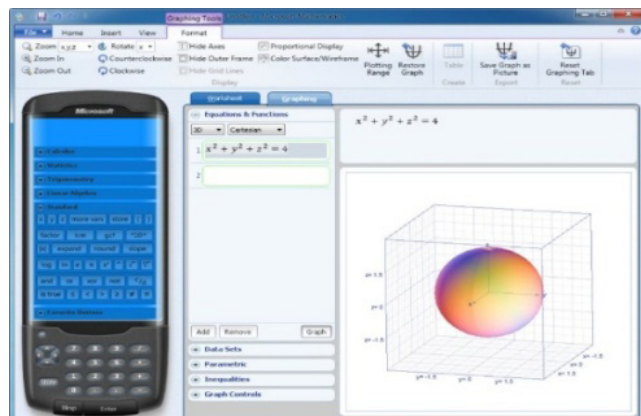
**Figure 2:** Example of application of GeoGebra in school – recording of coordinates

Yohannes and Chen (2021) conducted a review of papers from the Web of Science database from 2010 to 2020. Most studies have focused on topics related to geometry and analysis, investigating students' learning performance, their higher-order thinking, and their attitudes, opinions, and perceptions. The review of the studies shows that learning mathematics is based on strategies that include activities and tasks for the implementation of GeoGebra.

### 3. Microsoft Mathematics

Microsoft Mathematics is used to solve problems in the fields of linear algebra, statistics and trigonometry. It is a free software of Microsoft Corporation. It operates based on mathematical expressions and employs an asymbolic computer system. In the study of Oktaviyanti and Supriani, we discovered favorable opinions regarding the usage of Microsoft Mathematics (Oktaviyanti and Supriani, 2015). It is shown that this software includes the new motivation of students to actively participate in the process of inclusion, enriching it, as well as better understanding of the material being learned. This ICT tool can be downloaded from the following link: <https://microsoft-mathematics.en.up-todown.com/windows>.

Microsoft Mathematics can be used to illustrate mathematical concepts, just like the previously stated SketchUp and GeoGebra applications. The only difference is that Microsoft Mathematics can measure the area under curves and has higher graphical representations of algebra and calculus. Microsoft Mathematics, in summary, can be described as mathematically sophisticated software due to its ability to depict a wide range of abstract and symbolic representations. This indicates to us that this software is suitable for use later, that is, in the second educational cycle of elementary education, because prior knowledge and representations of mathematical concepts are needed.



**Figure 3:** Example of application of Microsoft Mathematics in school – equations and functions

## Conclusion

Based on a synthesis of the literature read, we have concluded that the use of ICT in the teaching and learning of mathematics in elementary education has a positive impact on the acquisition of students' mathematical knowledge. According to our findings, an interactive and more flexible approach to knowledge acquisition enhances interest and motivation to learn mathematics, improves current performance, and supports constructivist learning and critical thinking. The use of ICT tools, such as SketchUp, GeoGebra, and Microsoft Mathematics, enables the visualization of mathematical concepts and problem situations so that the acquired knowledge can become permanent and applicable.

In contrast to the positive experiences that prevail among students in the learning process, we noticed that teachers in the process of ICT integration in the teaching process face certain limitations and challenges, such as changing the functions performed by the teacher in the planning process and realization of teaching, insufficient training for working with ICT tools, and inadequacy of the curriculum.

In order to improve the further integration of ICT in the teaching and learning of mathematics in elementary schools, we will highlight several recommendations that can serve as a good basis for future theoretical and practical research on this extensive issue:

- Enrichment of initial education through non-formal and informational education, because the time we live in, with all its dynamism, rapid changes, and technical-technological challenges, expresses the need for other types of education apart from the formal one. The person needs to acquire new knowledge, skills, and techniques, which will enable self-improvement for better career development as well as meeting needs in everyday life.
- Placing an emphasis on the professional development of teachers, allowing them internal and external trainings (according to individual needs) to improve ICT competencies. ICT, i.e., digital competences, belong to the group of specific competences that are acquired by the teaching staff and have a great influence on the competences that students need to acquire during elementary education. Focusing specifically on the problem that has been elaborated in this scientific paper, we actually want to highlight the need for a coordinated and parallel development of digital competence and competence for mathematical sciences, technology, and engineering, which are included in the eight key competences for lifelong learning. The development of these competencies among teachers contributes to a large extent to helping elementary education students acquire the transversal competencies related to certain subject areas (digital literacy; mathematics and natural sciences; technique, technology, and entrepreneurship) contained in the National Standards for elementary education.
- Adaptation and improvement of the mathematics curriculum.

- Using new teaching methods, tools, and techniques according to new educational trends, as well as creating a larger number of digital learning materials, educational software, and online platforms.
- Equipping all schools with modern computer equipment and tools.

## BIBLIOGRAPHY:

- Al-Ansi, A.M., Garad, A. and Al-Ansi, A. (2021). ICT-Based Learning During Covid-19 Outbreak: Advantages, Opportunities and Challenges. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, 2(1), pp.10–26. doi:<https://doi.org/10.30870/gpi.v2i1.10176>.
- Beaver, J., Hallar, B., Lucas, W. and Englander, K. (2015). *BLENDED LEARNING Lessons from Best Practice Sites and the Philadelphia Context PERC Research Brief*. [online] Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570360.pdf>.
- Capan, S.A. (2012). Teacher Attitudes towards Computer Use in EFL Classrooms. *Frontiers of Language and Teaching*, [online] 3, pp.248–254. Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3039714>.
- Chao, G.M. (2015). Impact of Teacher Training on Information Communication Technology Integration in Public Secondary Schools in Mombasa County. *Human Resource Management Research*, [online] 5(4), pp.77–94. Available at: <http://article.sapub.org/10.5923.j.hrmr.20150504.01.html>.
- Chien, S.P., Wu, H.K. and Hsu, Y.S. (2014). An investigation of teachers' beliefs and their use of technology-based assessments. *Computers in Human Behavior*, 31, pp.198–210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.037>.
- Contreras García, J.M., Ruiz, K., Ruz Ángel, F. and Molina Portillo, E. (2019). Recursos virtuales para trabajar la probabilidad en Educación Primaria. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 5(1), pp.72–80. doi:<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i1.5240>.
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, [online] 7(4), pp.19–28. Available at: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1245150>.
- Делчева-Диздаревик, Ј. (2020). *Дидактика на јазично подрачје*. Скопје: Арс Ламина.
- Duan, C., Guo, D., Xie, J. and Zhang, J. (2020). The Impact of ICT Advances on Education: a Case Study. In: *Information System and Computer Engineering (CISCE)*. International Conference on Communications. pp.68–73. doi:<https://doi.org/10.1109/CISCE50729.2020.00020>.
- Dudeney, G. (2007). *The Internet and the Language Classroom: A Practical Guide for Teachers*. [online] Google Books. Cambridge University Press. Available at: [https://www.google.mk/books/edition/The\\_Internet\\_and\\_the\\_Language\\_Classroom/WGGGLt9ne7EC?hl=en&gbpv=1](https://www.google.mk/books/edition/The_Internet_and_the_Language_Classroom/WGGGLt9ne7EC?hl=en&gbpv=1).

- Gamit, A.M. (2023). ICT Integration in Elementary School for Mathematics Subject. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, [online] 22(2). Available at: <https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/6978>.
- Ghavifekr, S. and Rosdy, W.A.W. (2015). Teaching and Learning with Technology: Effectiveness of ICT Integration in Schools. *International Journal of Research in Education and Science*, [online] 1(2), pp.175–191. doi:<https://doi.org/10.21890/ijres.23596>.
- Gutiérrez Zuluaga, H., Aristizabal Zapata, J.H. and Rincón Penagos, J.A. (2020). Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemáticas en el nivel de básica primaria apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por TIC. *Sophia*, 16(1), pp.120–132. doi:<https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.975>.
- Hansson, S.O. (2019). Technology and Mathematics. *Philosophy & Technology*, 33(1), pp.117–139. doi:<https://doi.org/10.1007/s13347-019-00348-9>.
- Hardman, J. (2019). Towards a pedagogical model of teaching with ICTs for mathematics attainment in primary school: A review of studies 2008–2018. *Heliyon*, [online] 5(5). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01726>.
- Joshi, D.R. (2017). Influence of ICT in Mathematics Teaching. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, [online] 3(1), pp.7–11. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/335207180\\_Influence\\_of\\_ICT\\_in\\_Mathematics\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/335207180_Influence_of_ICT_in_Mathematics_Teaching).
- Kaware, S.S. and Sain, S.K. (2015). *ICT Application in Education: An Overview*. [online] 2, pp. 25-32. [www.scirp.org](http://www.scirp.org). Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1821412>.
- Kliziene, I., Taujanskiene, G., Augustiniene, A., Simonaitiene, B. and Cibulskas, G. (2021). The Impact of the Virtual Learning Platform EDUKA on the Academic Performance of Primary School Children. *Sustainability*, 13(4). doi:<https://doi.org/10.3390/su13042268>.
- Lara Nieto-Márquez, N., Baldominos, A., Cardeña Martínez, A. and Pérez Nieto, M.Á. (2020). An Exploratory Analysis of the Implementation and Use of an Intelligent Platform for Learning in Primary Education. *Applied Sciences*, 10(3). doi:<https://doi.org/10.3390/app10030983>.
- Liveri, A., Xanthacou, Y. and Kaila, M. (2012). The Google Sketch Up Software as a Tool to Promote Creativity in Education in Greece. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, pp.1110–1117. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.040>.

- Majerek, D. (2014). Application of GeoGebra for teaching mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8, pp.51–54. doi:<https://doi.org/10.12913/22998624/567>.
- Marbán, J.M., Radwan, E., Radwan, A. and Radwan, W. (2021). Primary and Secondary Students' Usage of Digital Platforms for Mathematics Learning during the COVID-19 Outbreak: The Case of the Gaza Strip. *Mathematics*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.3390/math9020110>.
- Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование. (2021). Министерство за образование и наука и Биро за развој на образованието. <https://www.bro.gov.mk/wp-content/uploads/2023/02/Nacionalni-%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%94%D0%98-%D1%83%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8.pdf>.
- Oduma, C.A. and Ile, C.M. (2014). ICT Education for Teachers and ICT Supported Instruction: Problems and Prospects in the Nigerian Education System. *African Research Review*, 8(2), pp.199–216. doi:<https://doi.org/10.4314/afrrrev.v8i2.12>.
- Oktaviyanthi, R. and Supriani, Y. (2015). Utilizing Microsoft Mathematics in Teaching and Learning Calculus. *Journal on Mathematics Education*, 6(1), pp.63–76. doi:<https://doi.org/10.22342/jme.6.1.1902.63-76>.
- Razali, H.A.M. (2019). Pedagogy 21 Century from Perspective Information and Communication Technology (ICT): The Application in Learning. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 3(1), pp.56–62. doi:<https://doi.org/10.20961/ijsascs.v3i1.32480>.
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. *RePEc: Research Papers in Economics*. doi:<https://doi.org/10.2760/178382>.
- Стојановска, В. (2012). Наставни медиуми. Скопје: Соларис Принт.
- Sugiyanto, S., Kartowagiran, B. and Jailani, J. (2015). PENGEMBANGAN MODEL EVALUASI PROSES PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SMP BERDASARKAN KURIKULUM 2013. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19(1), pp.82–95. doi:<https://doi.org/10.21831/pep.v19i1.4558>.
- Tachie, S.A. (2019). Challenges and opportunities regarding usage of computers in the teaching and learning of Mathematics. *South African Journal of Education*, 39(2), pp.1–10. doi:<https://doi.org/10.15700/saje.v39ns2a1690>.
- Tlepbergen, D., Akzhigitova, A. and Zabrodskaia, A. (2022). Language-in-Education Policy of Kazakhstan: Post-Pandemic Technology Enhances Language Learning. *Education Sciences*, 12(5). doi:<https://doi.org/10.3390/educsci12050311>.



- Tomljenović, K. and Zovko, V. (2016). The Use of ICT in Teaching Mathematics - A Comparative Analysis of the Success of 7th Grade Primary School Students . *Croatian Journal of Education - Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 18. doi:<https://doi.org/10.15516/cje.v18i0.2177>.
- Valverde-Berrocso, J., Acevedo-Borrega, J. and Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 7. doi:<https://doi.org/10.3389/feduc.2022.916502>.
- Vanden Eng, J.L., Chan, A., Abílio, A.P., Wolkon, A., Ponce de Leon, G., Gimnig, J. and Morgan, J. (2015). Bed Net Durability Assessments: Exploring a Composite Measure of Net Damage. *PLOS ONE*, 10(6). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128499>.
- Virkus, S. (2008). Use of Web 2.0 technologies in LIS education: experiences at Tallinn University, Estonia. *Program: Electronic library and information systems*, 42(3), pp.262–274. doi:<https://doi.org/10.1108/00330330810892677>.
- Yohannes, A. and Chen, H.-L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, pp.5682–5697. doi:<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>.
- Zaranis, N. (2018). Comparing the Effectiveness of Using ICT for Teaching Geometrical Shapes in Kindergarten and the First Grade. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 13(1), pp.50–63. doi:<https://doi.org/10.4018/ijwltt.2018010104>.
- Zhang, C. (2013). A Study of Internet Use in EFL Teaching and Learning in Northwest China. *Asian Social Science*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.5539/ass.v9n2p48>.

*Ангела ИКОНОМОСКА***УДК: 373.3:[004.9:51]**  
Изворен научен труд

## **УЛОГАТА НА ИКТ ВО НАСТАВАТА И УЧЕЊЕТО НА МАТЕМАТИКА ВО ОСНОВНОТО ОБРАЗОВАНИЕ**

### ***Кратка содржина:***

Примената на технологијата е составен дел од секојдневниот живот, оттука развојот и интеграцијата на информациско-комуникациската технологија (ИКТ) во учењето и наставата се очекувани. Тргнувајќи од почетоците на технологијата кои се темелат на математиката како наука, фокусот на интерес во овој научен труд го насочуваме конкретно кон употребата на ИКТ во наставата и учењето на математика во основното образование. Акцент ставивме на согледување на влијанието на ИКТ врз наставниот процес и процесот на учење, како и на примената на ИКТ-алатките во стекнувањето математички знаења. Целта на оваа систематска анализа е прикажување на придобивките од интеграцијата на ИКТ во наставата и учењето на математиката, но и ограничувањата и предизвиците со кои се соочуваат наставниците и учениците во основното образование.

Врз основа на обемниот преглед на релевантни теоретски и практични резултати, севкупно сумиравме дека интеграцијата на ИКТ во голем степен зависи од компетентноста на наставниците за користење на новата технологија. Позитивното влијание на ИКТ во наставата и учењето по математика е неспорно, затоа што технологијата ја намалува логистиката во процесот на планирање и реализирање на наставата, ја зголемува интеракцијата во училиница и го поттикнува учењето на математиката преку визуализација на апстрактните поими и процеси, не изоставајќи ја можноста за самостојно учење.

**Клучни зборови:** ИКТ, наставен процес, процес на учење, математика, основно образование.

## Вовед

Консултирајќи домашна или странска литература, често се среќаваме со текстови во кои се пишува за односот помеѓу технологијата и науката, не ставајќи акцент на врската помеѓу технологијата и математиката. Модерната технологија би била незамислива без математиката. Слободно може да се каже дека односот е реципрочен (Hansson, 2019), затоа што технологијата ѝ овозможува на математиката побрз и посовремен развој. Гледано од практичен аспект, математиката претставува човекова активност, која датира од постоењето на првите пишани записи. Преку апстракција и логичко расудување, математиката своевремено еволуирала од броење, пресметување, мерење и систематичко проучување на формите и движењата на физичките објекти (Joshi, 2017). Врз основа на математиката како наука, денес го следиме развојот на технологијата заснован на различни основни принципи и алгоритми. Следствено на тоа, компјутерската наука користи различна математичка логика и теорија на броеви за да може да развие структури на податоци и компјутерски алгоритми.

Дефинирајќи ја ИКТ како комбинација на уреди и технолошки ресурси, кои се користат за манипулирање и корелација со информации (Kawane and Sain, 2015), ја подразбираме широката примена и влијание на ИКТ во воспитно-образовниот процес. Со други зборови, ИКТ стана составен дел од образованието, револуционизирајќи го начинот на кој математиката се предава и учи (Duan et al., 2020). Дигиталната ера во која ние денес живееме, бара соодветни педагошки промени кои се во „чекор“ со најновите техничко-технолошки трендови и побарувања. Во контекст на ова се нагласува потребата од внимателно интегрирање на технологијата во наставната програма во училиштата, за постигнување на очекуваните резултати од учење.

Математиката како научна дисциплина е интегрирана во основното образование како задолжителен наставен предмет, започнувајќи од првиот образовен циклус. Предметот математика е еден од најзастапените наставни предмети во наставниот план според фондот на часови. Имајќи предвид дека секоја индивидуа своите базични навики, знаења и вештини ги стекнува за време на основното образование, може да се каже дека токму училишните институции се соодветно место за развивање на клучните ИКТ-вештини и математички знаења. Интегрирањето на ИКТ-алатките во наставниот предмет математика има за цел да ја подобри ангажираноста на учениците, разбирањето на математичките концепти, како и севкупните академски перформанси во математиката, трансформирајќи ги досегашните практики во наставата и учењето. Земајќи ја математиката како основен сегмент на секоја технологија, во понатамошниот текст улогата на ИКТ ќе биде разгледувана низ призма на наставата и учењето на математиката во основното образование.

## Влијанието на ИКТ во наставниот процес и процесот на учење

Глобализацијата и технолошките промени создадоа нова насока за развој на економијата, предводена од технологијата, преку нејзините бази на податоци и знаења. Оттука, самиот развој и потенцијал на ИКТ стана витално прашање, кое треба да ги исполни образованите потреби (Chao, 2015). Потпирајќи се на технологијата, општеството станува сè понапредно, а со тоа и интеграцијата на технологијата во училишта станува неизбежна (Sokku and Anwar, 2019). Очекувањата се големи, тргнувајќи од тоа дека ИКТ е алатка која го поддржува процесот на учење и ветува нови решенија за постоечките предизвици во наставата и учењето (Oduma and Ile, 2014). Поврзувајќи ја примената на ИКТ во математички контекст, неспорно е стекнувањето на знаења и факти, како и развивањето на вештини кои ни овозможуваат поефикасно и поефективно доаѓање до нови математички вистини. ИКТ не само што ги поддржува традиционалните наставни методи, туку и го поттикнува интерактивното учење, преку истражување. Под влијание на ИКТ се менува и педагогијата, прилагодувајќи се на новите воспитно-образовни трендови и потреби на општеството. Според добиените резултати од прегледот на студии насочени кон педагошкиот модел на наставата со ИКТ во временски период од 2008 до 2018 година на Хардман (Hardman, 2019), се истакнува позитивното влијание на ИКТ во наставата по математика во основното образование, под услов на користење конструктивистичка педагогија.

Вистинската интеграција на ИКТ во училишта се чини дека е потешка од првичните претпоставки. Често се укажува на тешкотиите при имплементација на ИКТ, тргнувајќи од потребата за развој на специфичен софтвер и други ИКТ-алатки кои можат да се вклучат во процесот на наставата и учењето, не изоставајќи ја играта како парадоксална традиционална и спонтанa активност, па сè до потребата за стручна обука на наставниот кадар и развивање дигитални компетенции кај учениците во текот на основното образование. За таа цел на меѓународно и на национално ниво се развиени и се развиваат голем број на рамки, алатки за самооценување и програми за обука, кои помагаат во процесот за надоградување на компетенциите на наставниците. Преку Европската рамка за дигитални компетенции на наставниците (Digital Competence Framework for Educators – DigCompEdu), на наставниците им се овозможува да го утврдат своето ниво на компетентност во дигиталната област (една од шесте области) и со тоа да ја утврдат својата индивидуална потреба за доквалификација (Redecker, 2017). Од друга страна, анализирајќи ја рамката на одделни компетенции кои се развиени од страна на Европската комисија и клучните компетенции за доживотно учење од Европската референтна рамка, согледуваме дека во националните стандарди за основно образование исто така се истакнува важноста на подрачјето за дигитална писменост. Ова подрачје алудира токму на активното вклучување и примена на технологијата во современото општество. Компетенциите со

кои е потребно да се стекнат учениците во текот на основното образование се однесуваат на правилно, етичко и безбедно користење на ИКТ, умешно и ефективно користење за решавање на проблемски ситуации, нови идеи, комуникација и соработка во и надвор од училиштето, создавање дигитални содржини и слично (Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование, 2021).

Влијанието на ИКТ врз наставниот процес е изразено преку улогата на наставникот во училищата. Пред имплементацијата на ИКТ во наставниот процес, наставниците ја имаат доминантната улога, како дистрибутери на знаења, информации и факти. Постепено улогата на наставникот се трансформира во насочувач/ментор кој го координира процесот на учење и стекнување знаења, преку упатства за користење на потребните ИКТ-алатки. ИКТ овозможува наставниот процес да стане порационален, намалувајќи ја потребната логистика на работа. Најчесто во практиката, примената на ИКТ во математиката е ограничена на интеракција помеѓу ученикот, компјутерот и знаењето, со што се објаснува несовпаѓањето помеѓу потенцијалната и реалната интеграција. Од самите почетоци на интеграцијата на ИКТ во училиштата, голем број на истражувачи ги анализирале факторите кои влијаат на прифаќањето и употребата на ИКТ од страна на наставниците во училиштата (Carap, 2012; Dudeney, 2007; Virkus, 2008; Zhang, 2013). Во нив се покажува дека главната бариера во интегрирањето на ИКТ биле наставниците, од причина што тие се истите личности кои го водат процесот на настава во училища. Со други зборови, интеграцијата на ИКТ во најголем степен зависи од личните фактори, дефинирани како самоперцепција. Согласно со позитивните ставови и високите очекувања на учениците од интеграцијата на ИКТ во воспитно-образовниот процес, се истакнуваат и клучните бариери во процесот на интеграција на ИКТ во училиштата: доверба, компетентност и ставови на наставниците кои го намалуваат процентот на примена на ИКТ (Chien, Wu and Hsu, 2014). Врз основа на приложените истражувања согледуваме дека улогата на наставниците во процесот на интеграција на ИКТ во наставата станува сè поважна, особено кога станува збор за користењето на ИКТ во педагогијата и остварувањето на нови воспитно-образовни цели. Од наставниците се бара креирање на креативно, интерактивно и забавно учење (Beaver et al., 2015). Утврдуваме дека успешната интеграција на ИКТ во наставата по сите наставни предмети (во нашиот случај во наставата по математика), во голем степен зависи од професионалниот развој на наставниците и од нивните дигитални (ИКТ) компетенции.

За да може да се развие интегрираниот пристап на ИКТ во наставата, во доменот на стекнување математички знаења, потребно е ИКТ од дополнителна активност да премине во основа за развивање на концептите и врските на наставната програма по математика, не изолирајќи се од наставните програми по другите наставни предмети. Тука се упатува барањето за прилагодување на наставните програми, согласно со новиот

трансформациски тренд (Vanden Eng et al., 2015) и континуирано следење на позитивните практики. Системот на планирање и креирање на наставните програми е потребно да го насочи своето вниманието кон прецизирање на формативните промени и кон имплицитното прогнозирање на промените. Секоја предвидена активност е неопходно да има јасни и недвосмислени цели, за да можат учениците понатаму да се фокусираат кон специфичните математички цели.

Од друга страна, пак влијанието на ИКТ го разгледуваме преку процесот на учење, односно преку учениците. Учениците имаат можност да ги истражат и разберат математичките концепти преку различни математички активности и апликации поврзани со реалниот живот, правејќи го учењето позначајно и порелевантно (Tachie, 2019; Valverde-Berrocoso, Acevedo-Borrega and Cerezo-Pizarro, 2022). Во процесот на учење се нуди широк спектар на ресурси и технолошки алатки, приспособени на индивидуалните потреби и способности на учениците (Razali, 2019; Tomljenović and Zovko, 2016), поддржувајќи го процесот на самостојно учење и напредок со сопствено темпо. Користењето на ИКТ за сметање, цртање графикони и решавање на сложени математички проблеми, го подобрува квалитетот на изучување на содржините и го развива критичкото размислување (Das, 2019). Способноста на ИКТ е многу поголема од извршување на операции со броеви, креирање на графикони и слични функции. Поврзувањето на знаењето за ИКТ, математичките концепти и процеси, води до метакогнитивно знаење за сопствената брзина и точност со нумерички техники и рутини. Развивањето на способноста за користење на ИКТ ги насочува учениците да размислуваат на повисок степен, за да можат ефективно да ги применат соодветните ИКТ-алатки. На овој начин кај учениците започнуваат постепено да се развиваат вештините за решавање на проблеми, преку логичко и аналитичко размислување. Често на учениците им се задаваат математички проблеми во кои се содржани поголем број на податоци и барања за решавање на проблемската ситуација. Преку начинот на кој учениците решаваат, лесно може да се препознаат вештините за комбинирање на математичките знаења со ИКТ. Во процесот на решавање, учениците најпрво започнуваат со размислување на видот на пресметката која ќе ја користат, даваат проценка на одговорот, избираат методи на работа и доаѓаат до точната пресметка користејќи традиционален начин (пенкало и хартија), калкулатор или електронски документ во кој податоците се распоредени во редови и колони на табела (на пример: ексел-табела во која може лесно да се манипулира со податоците и да се користат готови формули).

Од сето ова, согледуваме дека всушност во процесот на интеграција на ИКТ, најголемо влијание имаат личните, педагошките, училишните и технолошките фактори.

Во студијата на Гавифекр и Роди (Ghavifekr and Rosdy, 2015), се истакнува дека наставата и учењето базирани на технологија се

поефективни во споредба со традиционалната училница. Вклучувањето на ИКТ во наставата по математика им овозможува на наставниците на интерактивен и на динамичен начин да ги вклучат учениците во наставата. Интеграцијата на ИКТ, сама по себе им овозможува на наставниците и на учениците прифаќање на иновативните пристапи за учење, за кои се смета дека ги подготвуваат учениците за иден успех (Al-Ansi, Garad and Al-Ansi, 2021). Целта е да се стимулира развојот на учениците во ерата на модернизација, преку искористување на технолошките достигнувања за стекнување на поквалитетни и потрајни знаења. Ова го потврдуваме со тоа што денешниот процес на наставата и учењето е насочен кон активности за внесување иновации со помош на софистицирана технологија. Се очекува технологијата да им овозможи на новите генерации полесно да го осознаат својот потенцијал, интерес и талент (Sugiyanto, Kartowagiran and Jailani, 2015). Со други зборови, ИКТ игра клучна улога во севкупната модернизација на образованието, преку трансформација на традиционалната училница во динамична и интерактивна средина за учење. Главна цел на образовните политики и реформи во секоја земја е да го развие својот образовен сектор во согласност со меѓународните стандарди (Tlepbergen, Akzhigitova and Zabrodskaia, 2022). Оттука и главна цел на надлежните институции за креирање на образовни политики е да обезбедат средства за подобрување на примената на напредни технологии во процесот на настава и учење во училишните институции.

### **Примена на ИКТ-алатки за стекнување математички знаења**

Запознавањето со математиката како наука, нејзините основни принципи и концепти, математички операции, решавање на едноставни и сложени математички проблеми и слично, започнува во текот на првиот и вториот образовен циклус на основното образование. Процесот на стекнување математички знаења е заснован на основниот дидактички принцип – од едноставно кон сложено, така што се започнува од наједноставните математички поими и операции, усложнувајќи ги истите согласно со возрастните и со развојните способности на учениците. Предметот математика е еден од предметите на кои се става најголем акцент во текот на основното образование, заради пропорционален когнитивен развој на учениците, а со тоа и развој на логичкото и аналитичкото размислување. Веќе е познато дека трајните знаења кај учениците се стекнуваат токму преку интерактивно-визуелно учење, а примената на ИКТ-алатките го овозможува токму тоа, достапно само на еден клик преку компјутер, таблет, мобилен телефон и слично. Сведоци сме на новите животни трендови, каде традиционалната игра, сè повеќе се заменува со компјутерската игра. Во училиштата за реализирање на одредени цели сè почесто се користат компјутерските игри, со кои им се овозможува на учениците да учат на поинтересен начин. Компјутерските игри во училиште можат да се



користат само доколку ги задоволуваат потребите на наставата и учењето и се исполнети основните услови за нивна примена - соодветна опрема, образовен софтвер и подготвен наставен кадар (Делчева-Диздаревиќ, 2020). Заедно со предностите кои ги нуди технологијата, во секој случај присутна е и загриженоста од негативни ефекти. Учењето со помош на технички уреди мора да биде под надзор, затоа што во суштина сè е добро само ако се користи на позитивен начин.

Во овој дел подетално ќе елаборираме за примената на ИКТ-алатките во процесот на стекнување математички знаења и ќе направиме краток преглед на неколку спроведени истражувања во последниве неколку години, кои од различни аспекти ја проучуваат примената на ИКТ во процесот на учење на математиката во основното образование.

**Табела 1: Преглед на истражувања**

Референца	Истражувачки интерес	Заклучоци
(Gamit, 2023)	Перцепции за интеграција на ИКТ во наставата и учењето, со фокус на математиката (формирање основа за разбирање на броевите)	Позитивни резултати од интеграцијата на ИКТ: подобрување на квалитетот на наставата, зголемена мотивација за учење и помош при стекнување со нови вештини и компетенции
(Gutiérrez Zuluaga, Aristizabal Zapata and Rincón Penagos, 2020)	Образовен софтвер	Ставање акцент на визуализацијата, затоа што истата е најзначајна во процесот на стекнување знаења и нивно меморирање
(Lara Nieto-Márquez et al., 2020a)	Паметна платформа – Насмевни се и научи (Smile and Learn), со повеќе од 4.500 едукативни активности за деца/ученици на возраст од 3 до 12 години	Понатамошен развој на активности кои ги нуди платформата, проширувајќи го спектарот на активности преку интеграција на различни полиња со помош на игра
(Contreras García et al., 2019)	Користење на ресурси кои покажуваат случајност и употреба на веројатност. Предлог на најкористени виртуелни алатки кои можат да се користат во формалното предавање на веројатноста	Продлабочување на знаењата за концептите со помош на виртуелните алатки, покажување на релевантност на својства и процедури, како и надминување на тешкотиите во овој процес
(Zaranis, 2018)	Насочено учење со помош на ИКТ во стекнување на знаења од областа на геометријата	Интерактивен процес кој има позитивно влијание и ефект врз учењето и стекнувањето знаења, заради сликовитиот и динамичен приказ на геометриските математички концепти

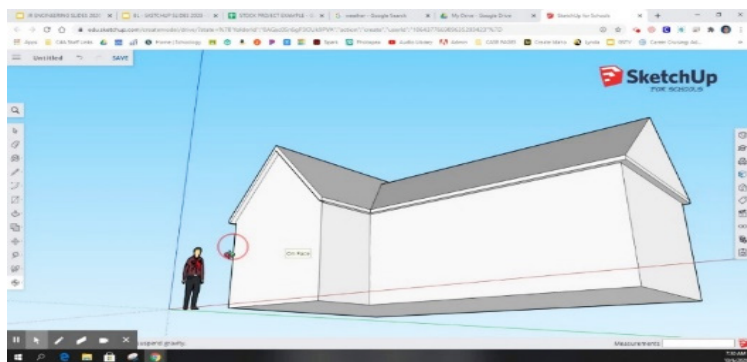
Како што може да забележиме, примената и влијанието на ИКТ-алатките за стекнување на математички знаења е област која е доста истражувана со релевантни теоретски и практични резултати, заради опсежноста и континуираните промени кои ни ги нуди самата проблематика. ИКТ-алатките кои се применуваат во текот на наставата и учењето на математиката како задолжителен предмет во основните училишта, можат да се поделат на следниот начин:

- **Интерактивна паметна табла (Interactive smart board)** - Во училиштата, во текот на наставниот процес, скоро и да е неизбежна примената на т.н. интерактивни паметни табли, кои им овозможуваат на наставниците да вклучат мултимедијални елементи на одредени теми при реализација на целите (видеа, симулации и интерактивни игри), презентации, како и приклучоци и манипулација со содржините во реално време. Училишната средина станува многу поинтересна и поактивна за учениците, затоа што се овозможува поголема флексибилност во наставата и во процесот на учење. Користењето на интерактивните паметни табли го задржува вниманието на учениците и го подобрува разбирањето на математичките концепти.
- **Онлајн платформи** – Својата „популарност“ ја достигнаа со почетокот на пандемијата предизвикана од корона-вирусот. Платформите нудат широк опсег на ресурси и можат да вклучуваат: интерактивни содржини, задачи за увежбување на знаењата, квизови, форуми, прашалници, тестови за проверка и слично. Во прегледот на користената литература, го воочивме позитивното влијание на онлајн платформите во процесот на учење и стекнување на нови знаења на учениците од основно образование (Kliziene et al., 2021; Lara Nieto-Márquez et al., 2020b; Marbán et al., 2021).
- **Образовни софтвери** – Претставуваат збир од различни готови компјутерски програми, кои го помагаат и насочуваат учењето и ги задоволуваат наставните потреби (Стојановска, 2012). Постојат голем број на образовни софтвери кои имаат можност да ги поддржат, унапредат и да ги направат интересни наставата и учењето на математиката во класичната училишница. Врз основа на досегашното сознание, базирано на следење на образовните трендови, во продолжение ќе направиме осврт на најкористените софтвери во наставата и учењето на математика во основното образование: SketchUp, GeoGebra и Microsoft Mathematics.

## 1. SketchUp

Почетоците на SketchUp ги наоѓаме уште од 2006 година под името Google SketchUp - тродимензионален (3D) софтвер создаден

од страна на Google за олеснување на прикажувањето на објектите и воопшто на целосниот приказ на градовите на нивните сателитски мапи (Liveri, Xanthacou and Kaila, 2012). SketchUp може да се користи од моделирање на едноставни 3Д форми, сè до создавање на комплексни 3Д објекти. Оваа програма може да ја поттикне и стимулира креативноста и љубопитноста на учениците, а со тоа да го разбуди и нивниот интерес за дизајнирање. Примената на оваа програма во наставата по математика може да биде бесценета за темите и содржините на геометријата. Во наставните програми по математика, геометријата како тема започнува да се изучува уште во прво одделение. Досегашните практични искуства на наставниците, покажуваат дека учениците на почетокот имаат тешкотии во разграничувањето на формите, заради имагинативното визуализирање на некои 3Д форми. SketchUp може да ја олесни работата на наставниците и да ги зголеми ефективността и ефикасноста во совладувањето на предвидените содржини во делот на на геометријата. Функциите кои ги нуди оваа програма подетално можат да се разгледаат и применат со нејзино преземање на линкот: <https://www.sketchup.com/en>.

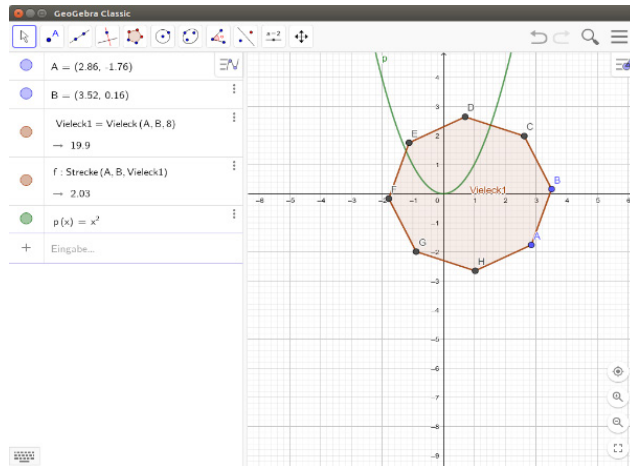


Слика 1: Пример за примена на SketchUp во училиште – креирање на кука

## 2. GeoGebra

GeoGebra е динамичен математички софтвер/интерактивна апликација, која има можност да ги спои темите од наставната програма по математика (геометрија, алгебра, статистика, како и работа со податоци преку графички и табеларен приказ). Погодна е за наставата и за учењето на математиката во основно образование, па сè до високо универзитетско образование. За разлика од SketchUp (програма ориентирана кон 3Д дизајнирање), GeoGebra се одликува по визуализација на математичките концепти. Создадени се голем број на образовни софтверски апликации за геометриски конструкции и за решавање на аналитички и алгебарски

проблеми, но оваа е една од најдобрите компјутерски апликации за визуализација на математички концепти и илузии (Majerek, 2014). GeoGebra може да се преземе од официјалната веб-страница: <https://www.geogebra.org/>, што овозможува лесно и брзо вклучување на учениците во процесот на учење.



**Слика 2:** Пример за примена на GeoGebra во училиште – бележење на координати

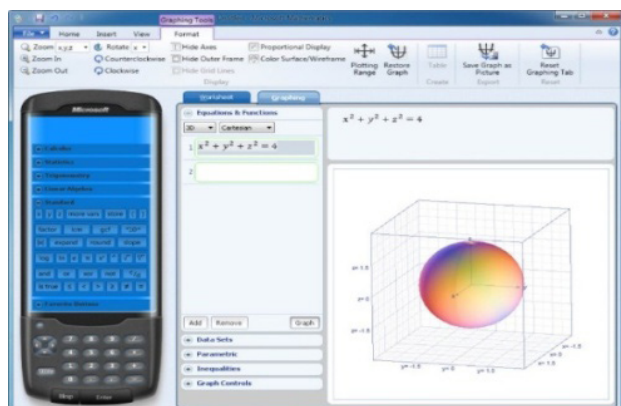
Во студијата на Јоханес и Чен (Yohannes and Chen, 2021), е направен преглед на трудови од базата на податоци на Web of Science од 2010 до 2020 година. Поголемиот дел од студиите се фокусирани на теми поврзани со геометрија и анализа, истражувајќи ги перформансите во учењето на учениците, нивното размислување на повисок степен, како и нивните ставови, мислења и перцепции. Од прегледот на студиите се покажува дека учењето по математика е засновано на стратегии кои вклучуваат активности и задачи за имплементација на GeoGebra.

### 3. Microsoft Mathematics

Microsoft Mathematics се применува при решавање проблеми од областа на линеарната алгебра, статистиката и тригонометријата. Тој е бесплатен софтвер на корпорацијата Microsoft. Работи врз основа на математички изрази и има асимболичен компјутерски систем. Позитивни ставови за примената на Microsoft Mathematics пронајдовме во истражувањето спроведено од страна на Октавијанти и Супријани (Oktaviyanthi and Supriani, 2015). Се покажува дека овој софтвер ја зголемува мотивацијата на учениците за активно вклучување во процесот на учење, како и подобро разбирање на материјалот кој се учи. Оваа ИКТ-

алатка може да се преземе од следниот линк: <https://microsoft-mathematics-en.uptodown.com/windows>.

Како и претходно споменатите софтвери SketchUp и GeoGebra, Microsoft Mathematics може да се применува за визуализација на математички концепти, со таа разлика што има опција за мерење на површината под кривите и повисоките графички прикази на алгебра и калкулус. Накратко, може да се каже дека Microsoft Mathematics е софтвер кој работи на повисоко математичко ниво, затоа што може да визуализира многу апстрактни и симболички претстави. Ова ни укажува на тоа дека овој софтвер е погоден за примена подоцна, односно во вториот образовен циклус на основното образование, затоа што потребни се претходни предзнаења и претстави за математичките концепти.



**Слика 3:** Пример за примена на Microsoft Mathematics во училиште – равенки и функции

## Заклучок

Врз основа на синтеза на прочитаната литература, дојдовме до податок дека употребата на ИКТ во наставата и учењето на математика во основното образование има позитивно влијание во доменот на стекнување математички знаења на учениците. Според нашите сознанија, интерактивниот и пофлексибилен начин за стекнување знаења го привлекува интересот и ја зголемува мотивацијата за учење математика, ги подобрува постоечките перформанси и го поддржува конструктивистичкото учење и критичкото размислување. Користењето на ИКТ-алатки, како SketchUp, GeoGebra и Microsoft Mathematics, овозможува визуализација на математичките концепти и проблемски ситуации, со што стекнатите знаења можат да преминат во трајни и примениви.

За разлика од позитивните искуства кои преовладуваат кај учениците во процесот на учење, забележавме дека наставниците во

процесот на интеграцијата на ИКТ во наставниот процес се соочуваат со одредени ограничувања и предизвици, од типот на: промена на функциите кои ги извршува наставникот во процесот на планирање и реализација на наставата, недоволна обученост за работа со ИКТ-алатки и неприлагоденост на курикулумот.

Сè со цел да ја подобриме понатамошната интеграција на ИКТ во наставата и учењето на математика во основните училишта, во продолжение ќе истакнеме неколку препораки кои можат да послужат како добра основа за идно теоретско и практично истражување на оваа опсежна проблематика:

- Збогатување на иницијалното образование преку неформално и информално образование, затоа што времето во кое живееме, со целата своја динамичност, брзи промени и техничко-технолошки предизвици, ја изразува потребата од други типови на образование, освен формалното. Личноста има потреба од стекнување на нови сознанија, вештини и техники, преку кои ќе овозможи себенадотрадување за подобар кариерен развој, како и задоволување на потребите во секојдневниот живот.
- Ставање акцент на професионалниот развој на наставниците, овозможувајќи им интерни и екстерни обуки (согласно со индивидуалните потреби) за подобрување на ИКТ-компетенциите. ИКТ, односно дигиталните компетенции спаѓаат во групата на специфични компетенции со кои се стекнува наставниот кадар и имаат големо влијание врз компетенциите со кои е потребно да се стекнат учениците во текот на основното образование. Фокусирајќи се конкретно на проблематика која е разработена во овој научен труд, всушност сакаме да ја истакнеме потребата од усогласено и паралелно развивање на дигиталната компетентност и компетентноста за математички науки, технологија и инженеринг, кои се вбројуваат во осумте клучни компетенции за доживотно учење. Развојот на овие компетенции кај наставниците во голем степен придонесува за учениците од основно образование да се стекнат со трансверзалните компетенции поврзани со определени предметни подрачја (дигитална писменост; математика и природни науки; техника, технологија и претприемништво), содржани во Националните стандарди за основно образование.
- Прилагодување и унапредување на математичкиот курикулум.
- Користење на нови наставни методи, средства и техники, согласно со новите образовни трендови, како и креирање на поголем број дигитални материјали за учење, образовни софтвери и онлајн платформи.
- Опременување на сите училишта со современа компјутерска опрема и алатки.

## БИБЛИОГРАФИЈА:

- Al-Ansi, A.M., Garad, A. and Al-Ansi, A. (2021). ICT-Based Learning During Covid-19 Outbreak: Advantages, Opportunities and Challenges. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, 2(1), pp.10–26. doi:<https://doi.org/10.30870/gpi.v2i1.10176>.
- Beaver, J., Hallar, B., Lucas, W. and Englander, K. (2015). *BLENDED LEARNING Lessons from Best Practice Sites and the Philadelphia Context PERC Research Brief*. [online] Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570360.pdf>.
- Capan, S.A. (2012). Teacher Attitudes towards Computer Use in EFL Classrooms. *Frontiers of Language and Teaching*, [online] 3, pp.248–254. Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3039714>.
- Chao, G.M. (2015). Impact of Teacher Training on Information Communication Technology Integration in Public Secondary Schools in Mombasa County. *Human Resource Management Research*, [online] 5(4), pp.77–94. Available at: <http://article.sapub.org/10.5923.j.hrmmr.20150504.01.html>.
- Chien, S.P., Wu, H.K. and Hsu, Y.S. (2014). An investigation of teachers' beliefs and their use of technology-based assessments. *Computers in Human Behavior*, 31, pp.198–210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.037>.
- Contreras García, J.M., Ruiz, K., Ruz Ángel, F. and Molina Portillo, E. (2019). Recursos virtuales para trabajar la probabilidad en Educación Primaria. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 5(1), pp.72–80. doi:<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i1.5240>.
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, [online] 7(4), pp.19–28. Available at: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1245150>.
- Делчева-Диздаревик, Ј. (2020). *Дидактика на јазично подрачје*. Скопје: Арс Ламина.
- Duan, C., Guo, D., Xie, J. and Zhang, J. (2020). The Impact of ICT Advances on Education: a Case Study. In: *Information System and Computer Engineering (CISCE)*. International Conference on Communications. pp.68–73. doi:<https://doi.org/10.1109/CISCE50729.2020.00020>.
- Dudeney, G. (2007). *The Internet and the Language Classroom: A Practical Guide for Teachers*. [online] Google Books. Cambridge University Press. Available at: [https://www.google.mk/books/edition/The\\_Internet\\_and\\_the\\_Language\\_Classroom/WGGGLt9ne7EC?hl=en&gbpv=1](https://www.google.mk/books/edition/The_Internet_and_the_Language_Classroom/WGGGLt9ne7EC?hl=en&gbpv=1).
- Gamit, A.M. (2023). ICT Integration in Elementary School for Mathematics



Subject. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, [online] 22(2). Available at: <https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/6978>.

- Ghavifekr, S. and Rosdy, W.A.W. (2015). Teaching and Learning with Technology: Effectiveness of ICT Integration in Schools. *International Journal of Research in Education and Science*, [online] 1(2), pp.175–191. doi:<https://doi.org/10.21890/ijres.23596>.
- Gutiérrez Zuluaga, H., Aristizabal Zapata, J.H. and Rincón Penagos, J.A. (2020). Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemáticas en el nivel de básica primaria apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por TIC. *Sophia*, 16(1), pp.120–132. doi:<https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.975>.
- Hansson, S.O. (2019). Technology and Mathematics. *Philosophy & Technology*, 33(1), pp.117–139. doi:<https://doi.org/10.1007/s13347-019-00348-9>.
- Hardman, J. (2019). Towards a pedagogical model of teaching with ICTs for mathematics attainment in primary school: A review of studies 2008–2018. *Heliyon*, [online] 5(5). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01726>.
- Joshi, D.R. (2017). Influence of ICT in Mathematics Teaching. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, [online] 3(1), pp.7–11. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/335207180\\_Influence\\_of\\_ICT\\_in\\_Mathematics\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/335207180_Influence_of_ICT_in_Mathematics_Teaching).
- Kaware, S.S. and Sain, S.K. (2015). *ICT Application in Education: An Overview*. [online] 2, pp. 25-32. [www.scirp.org](http://www.scirp.org). Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1821412>.
- Kliziene, I., Taujanskiene, G., Augustiniene, A., Simonaitiene, B. and Cibulskas, G. (2021). The Impact of the Virtual Learning Platform EDUKA on the Academic Performance of Primary School Children. *Sustainability*, 13(4). doi:<https://doi.org/10.3390/su13042268>.
- Lara Nieto-Márquez, N., Baldominos, A., Cardeña Martínez, A. and Pérez Nieto, M.Á. (2020). An Exploratory Analysis of the Implementation and Use of an Intelligent Platform for Learning in Primary Education. *Applied Sciences*, 10(3). doi:<https://doi.org/10.3390/app10030983>.
- Liveri, A., Xanthacou, Y. and Kaila, M. (2012). The Google Sketch Up Software as a Tool to Promote Creativity in Education in Greece. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, pp.1110–1117. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.040>.
- Majerek, D. (2014). Application of GeoGebra for teaching mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8, pp.51–54. doi:<https://doi.org/10.12913/22998624/567>.

- Marbán, J.M., Radwan, E., Radwan, A. and Radwan, W. (2021). Primary and Secondary Students' Usage of Digital Platforms for Mathematics Learning during the COVID-19 Outbreak: The Case of the Gaza Strip. *Mathematics*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.3390/math9020110>.
- Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование. (2021). Министерство за образование и наука и Биро за развој на образованието. <https://www.bro.gov.mk/wp-content/uploads/2023/02/Nacionalni-%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%94%D0%98-%D1%83%D1%81%D0%B2%D0%B5%D0%B5%D0%BD%D0%B8.pdf>.
- Oduma, C.A. and Ile, C.M. (2014). ICT Education for Teachers and ICT Supported Instruction: Problems and Prospects in the Nigerian Education System. *African Research Review*, 8(2), pp.199–216. doi:<https://doi.org/10.4314/afrrrev.v8i2.12>.
- Oktaviyanthi, R. and Supriani, Y. (2015). Utilizing Microsoft Mathematics in Teaching and Learning Calculus. *Journal on Mathematics Education*, 6(1), pp.63–76. doi:<https://doi.org/10.22342/jme.6.1.1902.63-76>.
- Razali, H.A.M. (2019). Pedagogy 21 Century from Perspective Information and Communication Technology (ICT): The Application in Learning. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 3(1), pp.56–62. doi:<https://doi.org/10.20961/ijscs.v3i1.32480>.
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. *RePEc: Research Papers in Economics*. doi:<https://doi.org/10.2760/178382>.
- Стојановска, В. (2012). Наставни медиуми. Скопје: Соларис Принт.
- Sugiyanto, S., Kartowagiran, B. and Jailani, J. (2015). PENGEMBANGAN MODEL EVALUASI PROSES PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SMP BERDASARKAN KURIKULUM 2013. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19(1), pp.82–95. doi:<https://doi.org/10.21831/pep.v19i1.4558>.
- Tachie, S.A. (2019). Challenges and opportunities regarding usage of computers in the teaching and learning of Mathematics. *South African Journal of Education*, 39(2), pp.1–10. doi:<https://doi.org/10.15700/saje.v39ns2a1690>.
- Tlepbergen, D., Akzhigitova, A. and Zabrodskaia, A. (2022). Language-in-Education Policy of Kazakhstan: Post-Pandemic Technology Enhances Language Learning. *Education Sciences*, 12(5). doi:<https://doi.org/10.3390/educsci12050311>.
- Tomljenović, K. and Zovko, V. (2016). The Use of ICT in Teaching Mathematics - A Comparative Analysis of the Success of 7th Grade Primary School Students . *Croatian Journal of Education - Hrvatski časopis za odgoj i*

*obrazovanje*, 18. doi:<https://doi.org/10.15516/cje.v18i0.2177>.

- Valverde-Berrocso, J., Acevedo-Borrega, J. and Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 7. doi:<https://doi.org/10.3389/educ.2022.916502>.
- Vanden Eng, J.L., Chan, A., Abílio, A.P., Wolkon, A., Ponce de Leon, G., Gimnig, J. and Morgan, J. (2015). Bed Net Durability Assessments: Exploring a Composite Measure of Net Damage. *PLOS ONE*, 10(6). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128499>.
- Virkus, S. (2008). Use of Web 2.0 technologies in LIS education: experiences at Tallinn University, Estonia. *Program: Electronic library and information systems*, 42(3), pp.262–274. doi:<https://doi.org/10.1108/00330330810892677>.
- Yohannes, A. and Chen, H.-L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, pp.5682–5697. doi:<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>.
- Zaranis, N. (2018). Comparing the Effectiveness of Using ICT for Teaching Geometrical Shapes in Kindergarten and the First Grade. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 13(1), pp.50–63. doi:<https://doi.org/10.4018/ijwltt.2018010104>.
- Zhang, C. (2013). A Study of Internet Use in EFL Teaching and Learning in Northwest China. *Asian Social Science*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.5539/ass.v9n2p48>.