



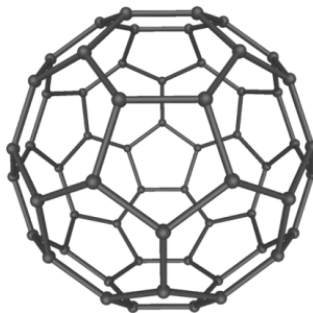
**Trnava University in Trnava**  
**Faculty of Education**



# **New Methods and Technologies in Education and Practice**

## **XXX<sup>TH</sup> DIDMATTECH 2017**

**1<sup>st</sup> part**



**2017**

**Editors:** prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.,  
Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

**Graphic editors:** Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.,  
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

**Reviewers:**

prof. PaedDr. Alena Hašková, CSc., Ing. Miluše Hluchníková, CSc.,  
Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD., doc. PhD. Miroslav Chráska, PhD.,  
dr. Zoltán Illés, Ph.D., Ing. Jana Jurinová, PhD.,  
prof. dr hab. inż. Grzegorz Kiedrowicz, doc. Sándor Király, PhD.,  
dr. habil. Attila Kiss, CSc., prof. Ing. Irena Kováčová, CSc.,  
doc. PaedDr. Lilla Koreňová, PhD., doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.,  
doc. PaedDr. Martina Maněnová, Ph.D., prof. Dr. Ing. Imrich Okenka, CSc.,  
doc. dr. Gáborné Pap, PhD., doc. RNDr. Edita Partová, CSc.,  
prof. PaedDr. Jozef Pavelka, CSc., prof. RNDr. František Petrovič, PhD.,  
Ing. Ildikó Pšenáková, PhD., doc. inż. Elżbieta Sałata, Ph.D.,  
Ing. Lukáš Smolárik, PhD., prof. Ing. Ján Stoffa, DrSc.,  
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Mgr. Tibor Szabó, PhD.,  
Dr. H. c. doc. PaedDr. Vladimír Šebeň, CSc., Ing. Milan Štrbo, PhD.,  
Ing. Ondrej Takáč, PhD., Ing. Miroslav Vala, CSc.,  
prof. Ing. Ladislav Várkony, PhD., doc. PaedDr. Katarína Žilková, PhD.

© Editors and contributors

The authors are responsible for the content of the articles.

The articles did not pass editorial or language correction.

No part of this publication may be reproduced, stored, in retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

**Supported by KEGA grant 003UMB-4/2017: Implementation of Blended Learning into Preparation of Future Mathematics Teachers.**

**ISBN 978-80-568-0029-4**

**EAN 9788056800294**

## **Trnava University in Trnava**

Eötvös Loránd University, Budapest

Department of Physics, Mathematics and Techniques, Faculty of Humanities and  
Natural Sciences, University of Prešov

Faculty of Pedagogy, University of Rzeszów

Eszterházy Károly University of Applied Sciences, Eger

Kazimierz Pułaski University of Technology and Humanities in Radom

Faculty of Education, Palacký University Olomouc

Pedagogical University of Cracow

## **International Scientific and Professional Conference**

# **XXX<sup>TH</sup> DIDMATTECH 2017**

organized under the auspices of  
the president of Slovak Republic,

**Mr. Andrej Kiska,**

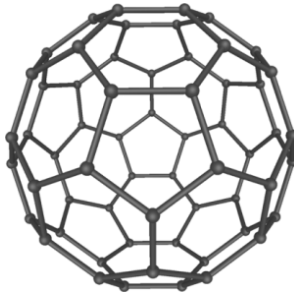
the Ministry of Education, Science, Research  
and Sports of the Slovak Republic

**Mr. Peter Plavčan,**

the rector of Trnava University,  
**prof. doc. JUDr. Marek Šmid, PhD.,**

and

the dean of Faculty of Education of Trnava University,  
**prof. PaedDr. René Bílik, CSc.**



Trnava, 22<sup>nd</sup>-23<sup>rd</sup> June 2017

## **Scientific guarantor of the conference**

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

## **The international programme committee of the conference**

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Trnava University in Trnava, SK, chairman

prof. Ing. Ján Stoffa, DrSc., prof. em., Palacký University Olomouc, CZ, honorary chairman

prof. Mgr. Ing. Ondrej Baráth, CSc., Nitra, SK

prof. dr hab. inż. Henryk Bednarczyk, Institute of Sustainable Technologies, Radom, PL

prof. dr. András Benczúr, DrSc., Eötvös Loránd University, Budapest, HU

doc. Ing. Jana Burgerová, PhD., University of Prešov, SK

prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc., University of Hradec Králové, CZ

m. prof. Ing. Igor Černák, PhD., Catholic University in Ružomberok, SK

prof. dr hab. Waldemar Furmanek, University of Rzeszów, PL

prof. dr. Zoltán Horváth, PhD., Eötvös Loránd University, Budapest, HU

doc. PhDr. Miroslav Chráska, Ph.D., Palacký University Olomouc, CZ

dr hab. inż. Kazimierz Jaracz, prof. UP, Pedagogical University of Cracow, PL

prof. dr hab. inż. Grzegorz Kiedrowicz, Kazimierz Pułaski University of Technology and Humanities in Radom, PL

doc. dr. Lajos Kis-Tóth, PhD., Eszterházy Károly University of Applied Sciences, Eger, HU

prof. dr. hab. Krzysztof Kraszewski, Pedagogical University of Cracow, PL

doc. PaedDr. Jiří Kropáč, CSc., Palacký University Olomouc, CZ

doc. RNDr. Vladimír Labaš, PhD. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, SK

doc. Ing. Martin Mišút, CSc., University of Economics in Bratislava, SK

prof. dr hab. Henryk Noga, Pedagogical University of Cracow, PL

prof. PaedDr. Jozef Pavelka, PhD., University of Prešov, SK

doc. dr. Zoltán Póor, PhD., Széchenyi István University, HU

doc. dr hab. inż. Elżbieta Sałata, Kazimierz Pułaski University of Technology and Humanities in Radom, PL

doc. Ing. Čestmír Seraffin, Dr. Ing-Paed. IGIP, Palacký University Olomouc, CZ

prof. Ing. Petr Skočovský, DrSc., University of Žilina, SK

doc. Ing. Igor Štubňa, CSc., Constantine the Philosopher University in Nitra, SK

prof. Ing. Ladislav Várkony, PhD., Institute of Technology in Dubnica nad Váhom, SK

prof. dr hab. Wojciech Walat, University of Rzeszów, PL

doc. dr. hab. László Zsakó, PhD., Eötvös Loránd University, Budapest, HU

# Content

<b>Introduction</b> .....	8
---------------------------	---

## **I Materials and Technologies**

1. Marek MÁNIK, Filip OBERT, Ján ONDRUŠKA, Igor ŠTUBŇA: Meranie tvrdosti Shoreho metódou (Measurement of Hardness by Shore Method) .....	10
2. Zita JENISOVÁ, Jana BRANIŠA: Spektrálna analýza jesenných listov s implementáciou školského meracieho systému (Spectral Analysis of Autumn Leaves Determined by School Measurement System).....	19
3. Miroslav MERENDA: Logistický reťazec a jeho funkčnosť v logistickom systéme (Logistics Chain and its Functionality in Logistic System) .....	28
4. Peter KOVÁČIK: Robot, Future Industrial Production and Education.....	34

## **II Algorithms, Programming and Application Creation**

5. Péter BERNÁT, László ZSAKÓ: Methods of Teaching Programming – Strategy .....	40
6. Péter SZLÁVI, Gábor TÖRLEY, László ZSAKÓ: Programming Theorems Have the Same Origin .....	52
7. Zsuzsanna SZALAYNÉ TAHY, Zoltan CZIRKOS: The two Worlds of Programming.....	59
8. Roman HORVÁTH: The Technical Solution of Pasquil – Part of the Future Interactive Textbook.....	68
9. Ladislav VÉGH: Creating Interactive JavaScript Animations for Demonstrating Algorithms on One-Dimensional Arrays.....	75

10. Artur BARTOSZEWSKI: Języki programowania i nowoczesne narzędzia do tworzenia aplikacji z perspektywy studenta, nauczyciela i pracodawcy (Programming Languages and Modern Application Development Tools from the Perspective of Student, Teacher and Employer) ..... 81
11. Veronika STOFFOVÁ, Ján KOŽLEJ: Didactic Computer Games ..... 89
12. Beata KUŽMIŃSKA-SOŁŚNIA, Katarzyna ZIĘBAKOWSKA-CECOT: Wdrożenie nauki programowania w edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej w Polsce (Implementation of Programming into Kindergarten and Primary Education in Poland) ..... 97

### **III New Technologies and ICT in Education**

13. Victoria H. BAKONYI, Jnr. Zoltán ILLÉS, Dr. Zoltán ILLÉS: Real-time Features in Modern Environments ..... 107
14. Peter BEISETZER, Jana BURGEROVÁ: Pracovní list ako kooperačný a komunikačný nástroj e-learningového kurzu (Worksheet as a Co-Operation and Communication tool for an E-Learning Course) ..... 114
15. Krisztina CZAKÓOVÁ, Márk CSÓKA: Raspberry Pi az oktatásban (Raspberry Pi in the Education) ..... 120
16. Anna ŠMERINGAIOVÁ, Slavko PAVLENKO: Implementation of CA – Technology in Teaching: Computer Aided Design ..... 126
17. Ladislav RUDOLF: Multimédium jako součást internetového prostředí s využitím v odborných předmětech (Multimedia as a Part of Internet Environment used in Vocational Subjects) ..... 135

### **IV Modern Teaching of Mathematics**

18. Dušan KOSTRUB, Eva SEVERINI: Critical Research of Teaching Mathematics – Action Research in Teaching – You don't Measure and don't Cut, leave it All to Students; You "Are Still on Your Way" ..... 141
19. Jana FIALOVÁ: Measuring of the Math Anxiety in Slovakia ..... 153
20. Milan POKORNÝ: Interactive Applications for Teaching Perimeter and Area of Plane Figures ..... 161

21. Ildikó PŠENÁKOVÁ, Igor BAGANJ, Tibor SZABÓ: Využívanie interaktívnych vzdelávacích materiálov vo vyučovaní matematiky (Using Interactive Educational Materials in Mathematics Teaching).....	167
22. Vladimír STREČKO: Netradičné nevlastné integrály (Unusual Improper Integrals).....	173
23. Vladimír STREČKO: Revolúcia v matematike 17. storočia (The Revolution in Mathematics of the 17. Century) .....	188

### **V Specific Problems of Modern Education**

24. Grzegorz KIEDROWICZ: The Pedagogy Student in the IT-media Sphere .....	205
25. Katarína ZAJACOVÁ: Informatika ako nástroj rozvíjania čitateľskej gramotnosti (Informatics as a Tool for Developing the Reading Literacy).....	213
26. Errikos SIAKAS, Kerstin SIAKAS, Maria TSITSEKIDOU: Using Social Media in Higher Education: An Approach for Active Engagement of Students.....	221
27. Svatopluk SLOVÁK, Radim ŠTĚPÁNEK: Rozvoj ekonomické gramotnosti na 2. stupni základných škôl (Development of Economic Literacy at the 2nd Stage of Primary Schools) .....	236
28. Tibor SZABÓ, Ildikó PŠENÁKOVÁ: Automatické hodnotenie testov z MS Excelu (Automatic Evaluation of Tests from MS Excel).....	242
29. Milan ŠTRBO: Domáca príprava študentov na stredných školách pomocou IKT prostriedkov (Home Preparation of High School Students using ICT).....	248

# INTRODUCTION

The proceedings book XXX<sup>th</sup> DIDMATTECH 2017 consists of selected contributions from the conference with the same name which took place on June 22<sup>nd</sup>–23<sup>rd</sup> 2017 at the Faculty of Education of Trnava University in Trnava. The publication covers several basic current research fields, the results of which were presented in five sections of the conference. The purpose of these scientific contributions of notable authors – scientists and specialists mostly from Czech, Hungarian, Polish and Slovak universities – is to present the latest results, ideas and innovations from various fields of science and research. The main emphasis is being placed on the scientific disciplines of materials and technologies, including education, information and communication technologies. The topics of the conference are divided in two separated parts.

The presented first part the **NEW METHODS AND TECHNOLOGIES IN EDUCATION AND PRACTICE** contains five chapters with the names of conference sections.

The chapter **Materials and Technologies** deals with results in the field of materials science from the educational point of view. It includes not only new knowledge and its implementation into subjects of instruction, but also its transformation to the field of specialist training. The technologies are interpreted in the widest sense, and there is also discussed the problematics of research techniques, measurement, analysis and didactic technologies. In this chapter articles focused on logistic and robotic systems and robotic technologies are also included.

The chapter **Algorithms, Programming and Application Creation** focuses on effective teaching and learning programming on several levels of educational systems. It also includes problems of algorithms, didactics of programming, game learning of programming, creativity, interactivity, visualization in programming and development of algorithmic thinking. In this chapter articles focused on didactic applications and program environments creation are also included.

The chapter **New Technologies and ICT in Education** presents the most recent knowledge and experience in the field of electronic and other modern forms of education which appeared in the field of research, theory and praxis of education with the aim to achieve the best results and effectiveness with the benefit of the new processes, forms and technologies in education. This chapter also contains articles focused on e-learning materials, active learning



environment creation, computer-aided design, using of multimedia and special teaching tools in education.

The chapter **Modern Teaching of Mathematics** is devoted to the innovation of the contents, methods, forms and technologies of teaching subject mathematics on different stages of education system and to use the potentiality of new digital technologies to improve the effectiveness of teaching mathematics not only within the universities, but also the primary and secondary schools and colleges. There are also research-oriented articles in the field of mathematics teaching and measuring the math anxiety.

The final chapter, **Specific Problems of Modern Education**, presents the problems, recent situation, phenomena and results in the field of special education technologies and tools, digital, reading and economic literacy, social media, communication and language competences in digital age – in information- and knowledge-based society.

The proceedings could be recommended primarily for teachers, who teach subjects focused on the fields of materials and technologies, and who possibly use modern didactic digital technologies and ICT in education. The proceedings content could be also useful for research workers in the above-mentioned fields, and for Ph.D., postgraduate and gifted students, who can find here interesting information and inspiration for their research and pedagogical activities.

The contributions published in the proceedings are revised by two reviewers whose names are listed in the list of the reviewers included in this publication. The name of external reviewer is listed explicitly at the end of each study.

Trnava, 6 June 2017

Veronika Stoffová  
scientific guarantor

# I Materials and Technologies

## MERANIE TVRDOSTI SHOREHO METÓDOU

Marek MÁNIK, Filip OBERT, Ján ONDRUŠKA, Igor ŠTUBŇA, SK

**Abstrakt:** Bol navrhnutý a skonštruovaný skleroskop na meranie tvrdosti keramiky podľa Shoreho metódy. Indentor je oceľová kalená guľka priemeru 5 mm, ktorá dopadá voľným pádom z výšky  $h_0$  na vzorku a od nej sa odráža do výšky  $h_f$ . Táto výška je meraná nepriamo cez dobu medzi dvomi dopadmi indentora na vzorku. Dopady sú registrované mikrofónom. Program v MATLABe slúži na výpočet Shoreho tvrdosti z časového rozdielu medzi dopadmi indentora. Analýza neistôt vzala do úvahy reprodukovateľnosť merania, citlivosť prístrojov, odpor vzduchu, odklon roviny vzorky od vodorovnej hladiny a energiu na rozkmitanie vzorky. Relatívna rozšírená kombinovaná neistota merania tvrdosti na opísanom skleroskope je 9,3 %.

**Kľúčové slová:** tvrdosť, keramika, Shoreho metóda, neistota merania.

## MEASUREMENT OF HARDNESS BY SHORE METHOD

**Abstract:** A scleroscope was designed and constructed to measure the hardness of the ceramic materials per the Shore method. Indentor is a steel hardened ball of diameter 5 mm, which falls off the free fall from the height  $h_0$  on the sample and is reflected from it up to the height  $h_f$ . This height is measured indirectly over the time between two indentor impacts on the sample. The impacts are recorded by the microphone. The MATLAB program is used to calculate Shore hardness from the time difference between indentor impacts. The uncertainty analysis considered measurement reproducibility, instrument sensitivity, air resistance, slope of the sample plane from the horizontal plane and the sample propagation energy. The relative expanded combined uncertainty of hardness measurement on the described scleroscope is 9.3%.

**Keywords:** hardness, ceramics, Shore method, uncertainty of measurement.

### 1 Úvod

Tvrdosť je definovaná ako odpor materiálu proti vnikaniu cudzieho tvrdšieho telesa do meraného materiálu. Vo všeobecnosti sa tvrdosť dá merať statickými alebo dynamickými metódami. Statické metódy sa zakladajú na vnikaní skúšobného telieska zatláčaného statickou silou do skúmanej vzorky

a meraním veľkosti vtláčku. Platí, že čím menší vtláčok skúšobné teleso zanechá, tým vyššia je tvrdosť skúmanej vzorky. Medzi statické metódy merania tvrdosti patria skúšky podľa Brinella, Rockwella, Vickersa a Knoop. Dynamické metódy sú nepriame, využívajú súvis tvrdosti so stratou kinetickej energie skúšobného telesa, ktoré bolo vrhnuté na skúmanú vzorku. Sledovaným parametrom je zmena rýchlosti skúšobného telesa pri náraze na vzorku. Medzi dynamické metódy patria najmä Shoreho metóda a Poldiho kladivko [1]. Z tohto nepriamo vyplýva, že stupnica hodnôt tvrdosti materiálu výrazne závisí od spôsobu merania, preto tvrdosť sa považuje za technickú veličinu a nie za fyzikálnu.

Na základe vzájomnej závislosti tvrdosti a pevnosti materiálov je možné odhadnúť pevnosť skúmaného materiálu, bez zdĺhavej výroby testovacích vzoriek na zistenie mechanickej pevnosti [1]. V práci [2] je ukázaná závislosť oteruvzdornosti a lomovej húževnatosti od Vickersovej tvrdosti a závislosť lomovej húževnatosti od Shoreho tvrdosti pre rôzne porcelány a porovnanie Vickersovej a Shoreho tvrdosti je uvedené v [3]. Táto závislosť nie je lineárna, čo je pravdepodobne spôsobené rôznym vplyvom týchto metód na meranú vzorku. Pri Vickersovom teste máme nevratné zmeny v materiáli (preskupenie častíc a vznik textúry vo vtláčku). V Shoreho teste prebehnú v materiáli väčšinou vratné zmeny – materiál v mieste dopadu indentora sa najprv stlačí a potom uvoľní ako pružina. Preto Shoreho tvrdosť súvisí s modulom pružnosti v ťahu, napr. podľa vzorca  $SC = 100 \operatorname{erf}(3,186 \cdot 10^{-4} E^{1/2})$ , [4].

Meranie tvrdosti Shoreho metódou je pohodlné a rýchle. Postup pre meranie tvrdosti Shoreho metódou je nasledujúci: kalibrované skúšobné teleso sa nechá dopadnúť z výšky  $h_0$  na testovaný materiál. Po dopade sa sleduje výška odrazu. Pomer výšky odrazu  $h_f$  ku výške  $h_0$  určuje tvrdosť materiálu podľa Shoreho [5]. Tento vzťah je matematicky formulovaný v rovniciach (1) a (2), kde číselné koeficienty sú určené voľbou stupnice. Pre meranie tvrdých materiálov (kovy, keramika a pod.) sa v praxi najčastejšie používajú stupnice HSC a HSD [5].

$$HSD = 140 \frac{h_f}{h_0}, \quad (1)$$

$$HSC = \frac{10^4}{65} \frac{h_f}{h_0}. \quad (2)$$

Výška odskoku je vždy menšia ako výška voľného pádu, pretože dopad indentora na vzorku nie je ideálne pružný. Sú tu straty energie na plastickú deformáciu indentora a vzorky v mieste dopadu (toto u keramickej vzorky nehrá veľkú úlohu, lebo keramika sa plasticky nedeformuje) a na rozkmitanie vzorky a indentora. Kinetická energia dopadu indentora sa môže čiastočne rozptýliť na poruchách vo vzorke, čo je pravdepodobné pre keramiku.

V technickej praxi sa na meranie Shoreho tvrdosti používa Shoreho skleroskop. Skladá sa z vertikálnej kalibrovannej rúrky, v ktorej sa pohybuje indenter, čo je malé valcové teleso s hmotnosťou  $m = 2,5$  g zakončené na dolnom konci guľovito zabruseným diamantom. Indenter voľne padá z výšky  $h_0 = 25,4$  cm, ktorá je rozdelená na 140 dielikov (pre rovnicu (1)). Stupnica prístroja je zvolená tak, že hodnota  $HSD = 100$  zodpovedá tvrdosti kalenej oceli [6].

Z rovníc (1) a (2) vidíme, že meraná veličina je výška odskoku  $h_r$ . Výška  $h_0$  sa odmeria raz a je spoločná pre všetky merania. Odmerať výšku odskoku môžeme nepriamo, napr. necháme indenter dopadnúť na vzorku dva krát a z doby medzi dopadmi môžeme túto výšku vypočítať z rovníc voľného pádu. V práci [3] je opísaný prístroj, v ktorom indenter (ocelová kalená guľka) dopadá na šikmo položenú vzorku a od nej sa indenter odráža vodorovným smerom a dopadne na mäkkú podložku (napr. plastelínu, alebo vlhký piesok), kde zanechá vtlačok. Z polohy vtlačku sa dá pomocou rovníc vodorovného vrhu vypočítať veličina  $h_b$ , ktorá sa dosadí do (1) alebo (2). Táto aparatúra je jednoduchá a neobsahuje nijaké elektronické prvky.

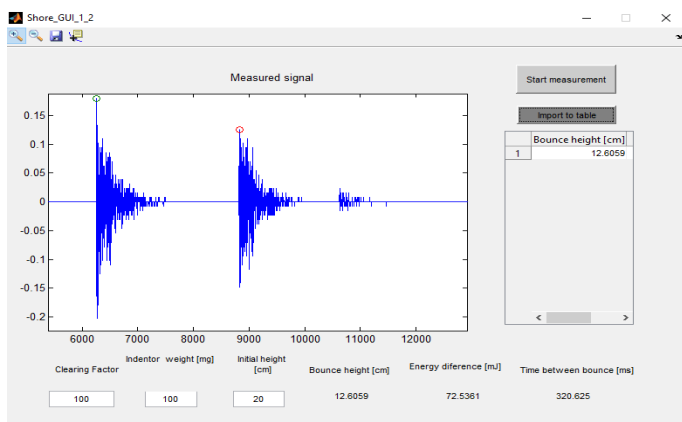
Cieľom tejto práce je navrhnúť a zostrojiť prístroj na meranie Shoreho tvrdosti a určiť neistotu merania zostrojenej aparatúry.

## 2 Characteristics of experimental tests

Aparatúra použitá v [3] nezodpovedá definícii výšky odskoku v Shoreho skleroskope pri kolmom dopade indentora na vzorku po voľnom páde. V uvedenej aparatúre indenter dopadne na vzorku šikmo a môže po nej sklízať. Nie je známe ako tento krátky sklz ovplyvní výsledok merania. Preto sme sa rozhodli pre aparatúru, kde by indenter dopadol kolmo na vzorku a odrazil sa zvislo nahor. V tomto prípade musíme mať elektronický záznam časového intervalu medzi dvomi zvolenými udalosťami.

Najjednoduchšie je zvoliť si okamih prvého dopadu indentora, v našom prípade ocelej kalenej guľky s priemerom 5 mm, a okamih druhého dopadu po prvom dopade. Blízko bodu dopadu sa umiestni mikrofón a ten sa pripojí k počítaču. Experiment je riadený programom vytvoreným v prostredí MAT-

LAB. Program zaznamenáva zvukovú stopu dopadov indentora so vzorkovacou frekvenciou 8000 Hz. Následne vyhľadá prvé dve maximá intenzít zvukového signálu, ktoré zodpovedajú prvým dvom dopadom indentora. Ďalším spracovaním týchto údajov sa získa doba medzi dopadmi a z nej výška odrazu indentora. Príklad zvukového záznamu spolu s grafickým rozhraním vytvoreného programu je vyobrazený na obrázku 1.



**Obrázok 1:** Zvukový záznam prvých dvoch dopadov indentora.

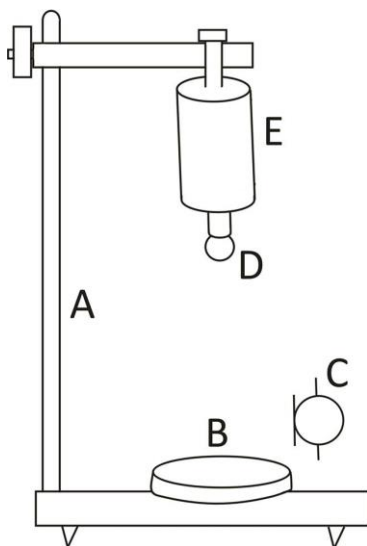
Indentor je zachytený pomocou elektromagnetu vo výške  $h_0$ , pozri obrázok 2. Aby sa oceľový indentor nezmagnetizoval, v elektromagnete používame striedavý prúd. Po vypnutí elektromagnetu indentor dopadne na vzorku a odrazí sa v zvislom smere do výšky  $h_f$  a znovu dopadne na vzorku. Mikrofón pripojený k počítaču zaznamená nárazy indentora. Záznam predstavuje postupne tlmený zvuk vydávaný vzorkou.

Po odraze (prvý zvukový impulz) indentor vystúpi do výšky  $h_f = gt^2/2$ , a z nej dopadne opäť na vzorku (druhý zvukový impulz) pričom prejde tú istú dráhu. Tiažové zrýchlenie je  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Doba medzi zvukovými impulzmi je  $2t = \Delta t$ , potom  $h_f = g(\Delta t)^2/8$ . Po dosadení do rovnice (2) dostaneme

$$HSC = \frac{10^4}{65} \frac{g(\Delta t)^2}{8h_0} = 188,654 \frac{(\Delta t)^2}{h_0} = k \frac{(\Delta t)^2}{h_0}. \quad (3)$$

Tu poznamenávame, že zo zvukového záznamu tlmených kmitov (obrázok 1) je možné určiť frekvenciu kmitania vzorky a koeficient vnútorného tlmenia.

Ak má vzorka tvar valca s kruhovou základňou, alebo hranola s pravouhlou základňou, potom je možné zistiť Youngov modul pružnosti. V tomto prípade ide o metódu impulzného budenia mechanických kmitov používanú na meranie modulu pružnosti [7]. Takéto kombinované meranie bolo použité napr. v [8] a pre rozšírenie možností aparatury by mohli byť využité skúsenosti opísané v [9].



**Obrázok 2:** Schéma aparatury. A – stojan, B – vzorka, C – mikrofón, D – indentor, E – elektromagnet.

### 3 Neistota merania

V súčasnosti sa presadzuje nahradenie chyby merania neistotou, ktorá zohľadňuje aj zdroje chýb, ktoré nemajú pôvod v náhodnom rozptyle meraných hodnôt. Neistoty sa delia na dve skupiny – neistoty typu A (vyhodnocujú sa na základe štatistiky opakovaných meraní) a neistoty typu B (majú rôzny pôvod a vyhodnocujú sa expertným posudzovaním). Štandardná neistota meranej veličiny  $x_i$  je [10]

$$u_A(x_i) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}, \quad (4)$$

kde  $s$  je smerodajná odchýlka a  $n$  je počet meraní. Číselné hodnoty meraných veličín, ktoré sú časový interval ( $\Delta t$ ) a výška  $h_0$  sú v tabuľke 1.

**Tabuľka 1:** Neistoty typu A.

veličina	priemer	štandardná odchýlka	$u_A(x_i)$ rovnica (4)
$t / s$	0,304	0,0054	0,00121
$h_0 / m$	0,254	0,0002	0,000063

Keďže nie je priama korelácia medzi meraniami týchto veličín, platí rovnica pre celkovú neistotu typu A

$$u_A(SC) = \sqrt{A_1^2 u_A^2(\Delta t) + A_2^2 u_A^2(h_0)}. \quad (5)$$

Veličiny  $A_1$  a  $A_2$  sú citlivostné koeficienty definované ako parciálne derivácie vzťahu (3) podľa meraných veličín. V (3) je číselný koeficient pochádzajúci z voľby stupnice tvrdosti a hodnoty tiažového zrýchlenia a tento koeficient nemá vplyv na neistotu merania. Preto pri analýze neistoty merania ho nebudeme uvažovať.

$$A_1 = \frac{\partial(SC)}{\partial(\Delta t)} = \frac{2(\Delta t)}{h_0}, \quad A_2 = \frac{\partial(SC)}{\partial h_0} = -\frac{(\Delta t)^2}{h_0^2}. \quad (6)$$

Po dosadení priemerných hodnôt z tabuľky 1 získame citlivostné koeficienty  $A_1 = 2,393 \text{ s/m}$  a  $A_2 = -1,432 \text{ s}^2/\text{m}^2$ .

Neistoty typu B sú spojené s citlivosťou prístrojov a s vplyvmi rôzneho pôvodu, ktoré môžu ovplyvniť presnosť merania. V našom prípade je to odchýlka od zvislého odskoku, odpor vzduchu a podskočenie vzorky nárazom indentora. Tieto vplyvy sa nedajú vyhodnotiť štatisticky. Keďže tieto vplyvy sú vzájomne od seba nezávislé, celková neistota typu B bude

$$u_B(\sigma_f) = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 u_B^2(x_i)}. \quad (7)$$

Hodnota  $m$  znamená počet zdrojov neistôt typu B,  $x_i$  je  $i$ -ta meraná veličina. Jedna skupina týchto neistôt pochádza z meracích prístrojov. Ak sa používa digitálny prístroj, potom

$$u_B(x_i) = MAE / \sqrt{3}, \quad (8)$$

kde  $MAE$  je maximálna prípustná chyba (je to dielik digitálneho prístroja). Ak sa používa analógový prístroj, potom

$$u_B(x_i) = r / \sqrt{12}, \quad (9)$$

kde  $r$  je dielik analógového prístroja. Druhá skupina neistôt typu B pochádza z iných zdrojov, ktoré musí experimentátor odhaliť a vyhodnotiť. Takéto zdroje v našom prípade môžu byť:

*Vplyv odporu vzduchu:* Výpočtový vzťah (3) bol odvodený pre pohyb telesa vo vákuu. Vplyv odporu vzduchu na dobu a rýchlosť voľného pádu bol počítaný v [11]. Pri takej malej výške  $h_0$  akú používame v našom experimente sa odpor vzduchu ešte neprejaví, a preto tento vplyv nebudeme uvažovať.

*Vplyv sklonu vzorky:* Ak nie je horný povrch vzorky vodorovný, indentor sa odrazí šikmo a zvislý vrh sa zmení na šikmý. Bez libely vieme nastaviť vodorovnosť vzorky s odchýlkou  $5^\circ$ . Výpočet šikmého vrhu s elevačným uhlom  $85^\circ$  dáva dobu šikmého vrhu indentora o 0,3 ms kratšiu aká je pri zvislom vrhu.

*Vplyv podskočenia vzorky:* Ak je vzorka len položená na podložku, môže pri dopade indentora podskočiť. Na toto sa spotrebuje časť kinetickej energie indentora. Nech máme kruhovú vzorku s priemerom 5 cm a hrúbkou 1 cm z keramiky s objemovou hustotou  $2,5 \text{ g/cm}^3$ , t. j. hmotnosť vzorky je 50 g. Ak vzorka podskočí o 0,1 mm, nadobudne tým potenciálnu energiu  $5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ . Toto je strata energie, ktorá sa prejaví v menšej počiatkovej rýchlosti odrazu indentora. Týmto sa doba zvislého vrhu skráti o 7 ms.

**Tabuľka 2:** Neistoty typu A a B.

	Zdroj neistoty	Typ	Citlivostný koeficient $A_i$	Štandardná neistota $u(x_i)$	$A_i u(x_i)$ [s <sup>2</sup> .m]
1	Opakovateľnosť merania času	A	2,393 s/m	$1,21 \cdot 10^{-3} \text{ s}$	$2,89 \cdot 10^{-3}$
2	Opakovateľnosť merania výšky	A	$-1,432 \text{ s}^2/\text{m}^2$	$6,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$	$9,02 \cdot 10^{-5}$
3	Celková neistota typu A, rovnica (5)				$2,89 \cdot 10^{-3}$
4	Časový interval, MAE = 125 $\mu\text{s}$ $u_B(t) = 125 \cdot 10^{-6} / \sqrt{3}$	B	2,393 s/m	$7,222 \cdot 10^{-5} \text{ s}$	$1,73 \cdot 10^{-4}$
5	Výška $h_0$ , $r = 1 \text{ mm}$ $u_B(h_0) = 1 \cdot 10^{-3} / \sqrt{12}$	B	$-1,432 \text{ s}^2/\text{m}^2$	$2,887 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	$4,13 \cdot 10^{-5}$
6	Podskočenie vzorky	B	2,393 s/m	-0,007 s	-0,0167
7	Sklon vzorky	B	2,393 s/m	-0,0003 s	0,00072
8	Celková neistota typu B, rovnica (7)				0,0162
9	Kombinovaná neistota, rovnica (10)				0,017



Neistoty typu A a B sú v tabuľke 2. Kombinovaná neistota je definovaná pomocou neistôt typu A a B

$$u_c(SC) = \sqrt{u_A^2(SC) + u_B^2(SC)}. \quad (10)$$

Rozšírená neistota je kombinovaná neistota násobená činiteľom prekrytia, ktorý sa zvyčajne volí rovný 2. To znamená, že správna hodnota sa nachádza v intervale  $\overline{SC} \pm 2u_c(SC)$  s pravdepodobnosťou 95 %. Výsledok analýzy neistôt sa zapíše ako

$$SC = \overline{SC} \pm 2u_c(SC). \quad (11)$$

Z tabuľky 2 vidíme, že kombinovaná neistota je 0,017 s<sup>2</sup>.m a rozšírená neistota je 0,034 s<sup>2</sup>.m. Strednú hodnotu Shoreho tvrdosti (číselný koeficient  $k = 1$ ) získame zo stredných hodnôt časového intervalu  $\Delta t$  a výšky  $h_0$ , ktoré sú v tabuľke 1, t. j. 0,364 s<sup>2</sup>.m. Relatívna rozšírená neistota merania Shoreho tvrdosti na zostrojenom prístroji je 9,3 %.

#### 4 Záver

Bol navrhnutý a skonštruovaný skleroskop na meranie tvrdosti keramiky podľa Shoreho metódy. Indentor je oceľová kalená guľka priemeru 5 mm, ktorá dopadá voľným pádom z výšky  $h_0$  na vzorku a od nej sa odráža do výšky  $h_f$ . Táto výška je meraná nepriamo cez dobu medzi dvomi dopadmi indentora na vzorku. Dopady sú registrované mikrofónom. Program v MATLAbE slúži na výpočet Shoreho tvrdosti z časového rozdielu medzi dopadmi indentora. Analýza neistôt vzala do úvahy reprodukovateľnosť merania, citlivosť prístrojov, odpor vzduchu, odklon roviny vzorky od vodorovnej hladiny a energiu na rozkmitanie vzorky. Relatívna rozšírená kombinovaná neistota merania tvrdosti na opísanom skleroskope je 9,3 %.

*Experimentálne výsledky pre tento príspevok boli dosiahnuté v rámci projektu podporovaného grantom VEGA 1/0162/15.*

#### References

1. ZAŤKO, M. – ECKHARDT, E.: *Metódy merania tvrdosti materiálov a zásady prii voľbe prenosných prístrojov na meranie*. [Citované: 28. apríla 2017]. (<http://www.ssndt.sk/files/odborne/Zakladne%20zasady%201.pdf>).
2. ŠÍN, P.: *Pevnostné charakteristiky keramického materiálu na báze kaolínu do teploty 1350 °C*. Dizertačná práca, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 2013.
3. ŠTUBŇA, I. – ŠÍN, P. – VOZÁR, L.: *Hardness of alumina porcelain fired at different temperatures*. In 25. DIDMATTECH 2012, Selye University, Komárno 2012, pp. 28–34.

4. *Shore durometer*. Wikipedia. [Citované: 28. apríla 2017]. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Shore\\_durometer](https://en.wikipedia.org/wiki/Shore_durometer)).
5. BRZOBOHATÝ, T.: *Současné trendy v metodách měření tvrdosti*. Bakalárska práca, Vysoké učení technické, Brno, 2010.
6. *Zkousky tvrdosti*. [Citované: 28. apríla 2017]. ([https://www.opi.zcu.cz/Zkousky\\_tvrdosti.pdf](https://www.opi.zcu.cz/Zkousky_tvrdosti.pdf)).
7. ASTM E1876-09: *Standard test method for dynamic Young's modulus, shear modulus and Poisson's ratio by impulse excitation of vibration*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2009.
8. BARANOV, V. M. – MILOSERDIN, J. V.: *Vysokotemperaturnye ispytaniya reaktornych materialov*. Atomizdat, Moskva, 1978.
9. HÚLAN, T. – TRNÍK, A. – ŠTUBŇA, I.: The apparatus for measurement of Young modulus of ceramics at elevated temperatures. *Vestnik MGOU, seria fyzika – matematika*, 2014, N2, pp. 21–29.
10. JCGM 100. *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*. Joint Committee for Guides in Metrology, SévresCedex (2010).
11. BEŇAČKA, J. – ŠTUBŇA, I.: Accuracy in computing acceleration of free fall in the air. *The Physics Teacher*, 43(2005), pp. 432–433.

**Reviewed by:** prof. Ing. Ján Stoffa, DrSc.

### Contact address

Bc. Marek Mánik; Mgr. Filip Obert; Mgr. Ján Ondruška, PhD.;  
doc. Ing. Igor Štubňa, CSc.

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre  
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

E-mails: [marek.manik@student.ukf.sk](mailto:marek.manik@student.ukf.sk); [fili.obert@student.ukf.sk](mailto:fili.obert@student.ukf.sk); [jondruska@ukf.sk](mailto:jondruska@ukf.sk);  
[istubna@ukf.sk](mailto:istubna@ukf.sk)

# SPEKTRÁLNA ANALÝZA JESENNÝCH LISTOV S IMPLEMENTÁCIOU ŠKOLSKÉHO MERACIEHO SYSTÉMU

Zita JENISOVÁ, Jana BRANIŠA, SK

## SPECTRAL ANALYSIS OF AUTUMN LEAVES DETERMINED BY SCHOOL MEASUREMENT SYSTEM

**Abstract:** The autumn is the season of the year which is closely connected with the visualization of different colour spectra ranging from strong red through brown, orange up to yellow. Where is the green color of leaves lost? What pigments replaced the green dye? Answers to these and other questions related to colours of autumn are presented in the following paper. We are presenting experiment of everyday chemistry which is realized with implementation of digital technologies, specifically Vernier school measuring system – with an interface spectrophotometer connection. The experiment is addressed to students of natural sciences subjects at secondary school or university. The aim is to increase scientific and mathematical key competence by means of reading and interpretation of graphical outputs for leaves samples containing various colour pigments, e.g. chlorophyll a, chlorophyll b, anthocyanin, carotenes etc. Qualitative measurements are carried out on samples of colourful autumn leaves using optical methods of the analysis. Particularly we focused on the analysis and interpretation of visible absorption spectrum. The proposal is designed to ensure the development of higher levels of understanding and the natural thinking of students.

**Keywords:** spectrometer, pigments, autumn leaves, school measuring system.

### 1 Úvod

Študenti ako nastupujúca generácia, ktorá bude musieť vykonávať dôležité rozhodnutia sa musí naučiť prírodné vedy pochopiť a oceniť výsledky a dopady, ktoré majú na náš každodenný život a na svet v ktorom žijeme. Tým rozvinú svoju schopnosť aplikovať prírodné vedy a získať v týchto odboroch hlbšie porozumenie, a to vďaka prepojeniu s bežnou realitou a aj so svetom práce. Keď si študenti uvedomia relevanciu prírodných vied, vytvára sa u nich voči týmto vyučovacím predmetom aj pozitívny vzťah.

## 2 Bádateľsky orientovaná výučba

Pred viac ako dvomi desaťročiami sa vzdelávacou reformou nastavili nové priority vzdelávania a do moderných vzdelávacích programov prírodovedných predmetov sa dostávajú prvky učenia sa objavovaním a bádáním. Bádanie predstavuje celé spektrum činností, ktoré je inšpirované vedeckými výskumnými postupmi. Didaktická komunita definuje bádanie ako proces identifikácie otázok a kontinuálneho hľadania odpovedí a vysvetlení, pri ktorom sa využíva kritické, logické a tvorivé myslenie [1, 2]. Do popredia pri vyučovaní sa dostávajú prvky konštruktivizmu a uprednostňuje sa proces zvyšovania kognitívnych schopností.

Počas tradičného prístupu vyučovania nie sú študenti zvyknutí zasahovať do výkladu, nedávajú pedagógom otázky, skôr sa zameriavajú na proces naučenia sa a memorovania získaných vedomostí. Po dlhodobom tradičnom vyučovaní, nemôžeme očakávať od žiakov, že budú schopní samostatne okamžite navrhnúť, či realizovať skúmanie so všetkým, **čo k tomu patrí**. Rozvíjanie bádateľských zručností u študentov nie je jednoduché. Implementácia bádateľských aktivít je postavená na predpoklade, že pedagógovia, majú skúsenosti s realizáciou bádateľských aktivít. Praktická schopnosť robiť experimenty a analýzu dát je zvyčajne získaná dlhodobou praxou zameranou na realizáciu laboratórnych cvičení a z nej vstrebávanými skúsenosťami.

Absentujúce skúsenosti s bádateľskými aktivitami, môžu byť jednou z vážnych prekážok nerealizácie bádateľských aktivít so študentmi počas ich pedagogickej praxe. Na Katedre chémie UKF v Nitre sa už niekoľko rokov venujeme inovácii experimentov. Pracovné postupy modifikujeme a včleňujeme do nich grafické vyhodnotenie nameraných dát [3, 4, 5, 6]. Našou snahou je, aby primárnym cieľom laboratórnych cvičení nebolo len mechanické prečítanie a následné zrealizovanie pracovných postupov experimentov, ale predovšetkým rozvíjanie vyšších úrovní kognitívneho myslenia u študentov.

### 2.1 Počítačom podporovaný experiment

Mnohé z výskumov zameraných na implementáciu informačno-komunikačných technológií do vzdelávania potvrdzujú, že počítače môžu byť pri správnom včlenení účinným nástrojom rozvíjania vyšších úrovní kritického myslenia študentov vďaka svojej interaktivite a okamžitej spätnej väzbe [7, 8, 9].

Chemický experiment má nezastupiteľnú úlohu vo vyučovaní chémie a je jednou z ciest ako odstrániť formalizmus vo vyučovaní. Je zábavným nahliadnutím do štruktúry látok a tajov mikrosveta. Experimentovanie vedie študentov k objaveniu problému a formulovaniu hypotéz. Touto metódou nadobúdajú vedomosti a vytvára sa u nich zásoba zmyslových skúseností do ďalšieho učenia, resp. života [10].

Spojením moderných technológií a školského chemického experimentu s implementáciou školských meracích systémov sa otvárajú dvere inovatívnemu spôsobu interpretácii vedomostí na všetkých úrovniach škôl. Laboratórne cvičenia sú z pohľadu študentov často kritizované za to, že pracovné postupy sú predpísané, neosobné, chýba im príležitosť pre subjektívne rozhodnutie a kreativitu. Počas laboratórnych cvičení často opakujú relatívne bezvýznamné zručnosti [11, 12]. Študenti by mali manipulovať s rôznymi meracími nástrojmi, zhromažďovať dáta a analyzovať ich vo svetle už získaných i novo nadobudnutých vedomostí.

V predkladanom príspevku prezentujeme školský experiment, v ktorom využijeme analytickú optickú metódu UV-vis spektrofotometriu, realizovanú na školskom meracom systéme Vernier s interfejsom spektrometrom. Konkrétne sa zameriavame na sledovanie obsahu pigmentov v rastlinných vzorkách – listoch stromov, sfarbených vplyvom vegetačných období.

Tento experiment môže byť implementovaný do vyučovania ako riadený bádateľský experiment, kde pedagóg prezentuje študentom problém s jasne formulovanými úlohami.

### 3 Farba jesenných listov

Každú jeseň sa na severnej časti poglobule stromy zhadzujú lístie a pripravujú sa na zimu. Nádherný farebný vzhľad opadávajúceho jesenného lístia je výsledkom synchronizovanej transformácie listových farbív. Tieto farebné zmeny ku ktorým dochádza v priebehu starnutia listov sú priamo úmerné koncentrácii pigmentov v listoch. V letných mesiacoch, keď je dostatok slnečného svetla sú dominujúcimi pigmentmi zelené chlorofyly. Molekuly chlorofylu patria do skupiny porfyrínových derivátov, ktorých hlavný skelet je tvorený zo štyroch pyrolových kruhov obsahujúcich v strede ión horčíka. Vyššie rastliny obsahujú dva druhy chlorofylových pigmentov – zelenomodrý *chlorofyl a* a zelenožltý *chlorofyl b*. *Chlorofyl a* pohlcuje červené a fialovomodré svetlo z viditeľnej oblasti slnečného spektra. *Chlorofyl b*, ktorý sa svojou štruktúrou len nepatrne líši od *chlorofylu a*, absorbuje modré a oranžovočervené lúče svetelného spektra [13].

Prvým viditeľným znakom degradácie chlorofylov je žltnutie listov. Cesta degradácie chlorofylov je pomerne dobre známa. Jej prvým krokom je odstránenie fytolového chvosta. Tento dej je katalyzovaný enzýmom chlorofyláza transformujúca chlorofyl na fytol a chlorofylidín. Následne je odstránený centrálny atóm horčíka a chlorofylidín sa konvertuje na feoforbid [14]. Degradácia chlorofylov je veľmi dôležitá počas starnutia listov a dozrievania plodov, pretože umožňuje v prírode recykláciu dusíka a ďalších živín. Tiež chráni rastlinu pred nahromadením fototoxickými chlorofylových medziproduktov [15]. Žlté až oranžové sfarbenie jesenného lístia súvisí s prítomnosťou karotenoidov v listoch, ktoré boli dovtedy „maskované“ dominujúcimi zelenými chlorofylmi. Proces degradácie chlorofylov a karotenoidov začína v rovnakom období, avšak u chlorofylov prebieha

rýchlejšie. Napríklad v žltých listov osiky sa obsah chlorofylových pigmentov zníži o 75 %, hladina karotenoidov len o 50 % v porovnaní s obsahom fotosyntetizujúcich pigmentov počas vegetačného obdobia [16].

Červené zafarbenie jesenného lístia je výsledkom de-novo syntézy antokyanínov [17]. Antokyaníny, starším názvom antokyány, sú členmi skupiny flavonoidov syntetizovaných v cytoplazme, ktoré sú následne transportované do vakuol [18, 19]. Na rozdiel od chlorofylov a karotenoidov, antokyaníny sa nepodielajú na fotosyntéze. Tieto pigmenty pomáhajú chrániť listové tkanivo proti nadmernému slnečnému žiareniu, ktoré ho môže poškodiť. Nedávna štúdia poukázala, že antokyaníny nemajú priamy fyziologický význam pre rastliny, ale pôsobia skôr ako „farebné odpudzovače“ bylinožravcov [20].

### 3.1 Realizácia experimentálnej činnosti

Pedagóg podnieti v triede diskusiu otázkou:

- Ktoré rastlinné pigmenty dávajú listom charakteristické zafarbenie?
- Prečo sú pôvodne zelené listy na jeseň rôznofarebné?

**Prečo sú listy na jeseň pekne farebné?**

Zmena farby lístia a jeho opadávanie je významná na vývoji porastu, ktorú sadíme na jeseň. Stromy sa pripravujú na zimu a listy žltajú, na jeseň sa listy s ťažkými a ťažkými, stromy nemajú pri samostatnej pôde k dispozícii vodu. Počas zafarbovania listov začína chýbať vlnovina dvoch pochoľ, odstavovanie chlorofylu a uvoľňujú sa iné farby listov. Zafarbovanie listov postupuje smerom od okraja listu dovnútra ku listovému stonku. Opadávanie listov je spôsobené zafarbovaním listovými ... (Hudcová, 2004)

**Chemikálie a potrebné materiály:** acetón, hexán, analyzovaná látka (listy)

**Pomôcky:** zjednotenie, rôzne typy analytických vah, tlačia mäsa, zostavák, pipety, bežná filtračná aparatura, notná, rôzne typy ...

**Pracovný postup:**

1. Pripraviť zmes 0,1 g acetónu a 20 ml hexánu (1:4)
2. V mrazejníku vložiť zmes do chladničky na 10 minút.
3. Na analytických vahách zmerať 0,1 g sušiny z listov (sušiny listov)
4. Do 5 ml mrazejníku pridať zmes acetónu a hexánu 20 ml acetónu a 40 ml hexánu (1:2)
5. Všetky zmesi zmiešať 1 minútu a nechajú po dobu 5 minút vylúhovať (Pracovný postup: pridať zmes acetónu a hexánu do mrazejníku a vylúhovať acetónom, aby sa odstránil chlorofyl a karotenoidy, ktoré sú v listoch. Zmes acetónu a hexánu sa vylúhuje do 5 minút.)
6. Do vylúhovaných zmesí pridať 1 ml acetónu.
7. Pripraviť si bežnú filtračnú aparaturu.
8. Do filtračnej aparatury vložiť zmes acetónu a hexánu z listov (sušiny listov) a vylúhovať acetónom a hexánom (Pracovný postup: pridať zmes acetónu a hexánu do filtračnej aparatury a vylúhovať acetónom.)
9. Na bežnej pipete vylúhovať zmes acetónu a hexánu (sušiny listov ...)
10. Zmerať absorbanciu zjednotenia zmesí acetónu a hexánu (sušiny listov ...)

0,1 g listy + 20 ml acetón/hexán

Blahodružstvo

absorbancia

400 600 800 1000

Wavelength (nm)

- modré listy
- zelené listy
- červené listy

**Ukážka výsledku:**

a) Zmerať absorbanciu zjednotenia zmesí acetónu a hexánu (sušiny listov) a vylúhovať acetónom a hexánom (Pracovný postup: pridať zmes acetónu a hexánu do filtračnej aparatury a vylúhovať acetónom.)

b) Vymazať farby z listov zjednotenia zmesí acetónu a hexánu (sušiny listov).

c) Z vylúhovaných zmesí acetónu a hexánu (sušiny listov) zmerať absorbanciu zjednotenia zmesí acetónu a hexánu (sušiny listov) a vylúhovať acetónom a hexánom (Pracovný postup: pridať zmes acetónu a hexánu do filtračnej aparatury a vylúhovať acetónom.)

Obrázok 1: Ukážka pracovného listu.

Na základe diskusie majú študenti vysloviť rôzne hypotézy, ktoré si budú nasledujúcim reálnym experimentom prepojeným so školským meracím systémom

overovať. Tak zistia, že výsledné zafarbenie listov závisí od koncentrácie jednotlivých druhov pigmentov v rastlinných vzorkách. Počas realizácie bádateľskej aktivity študenti pracujú v dvojčlenných skupinách.

Návod realizovaného experimentu je vypracovaný formou pracovného listu (obrázok 1), ktorý obsahuje okrem základných položiek ako sú: použitý materiál a pomôcky, pracovný postup i súbor zadaní na uvedenie študenta do problematiky stanovenia farbív. Skladba pracovného listu je zostavená tak, aby študent samostatne vedel vyvodiť závery podložené dôkazmi a interpretovať ich. Po vypracovaní prvotných úloh a získaní základných informácií sa prechádza k samostatným aktivitám, ktoré vedú k realizácii pokusu. Neodmysliteľnou súčasťou uvedeného procesu sú aktivity spojené s interpretáciou experimentálne získaných výsledkov. Sú poprepájané s úlohami a zadaniami na interpretáciu grafov, čím u študentov podporujeme rozvoj matematickej kľúčovej kompetencie.

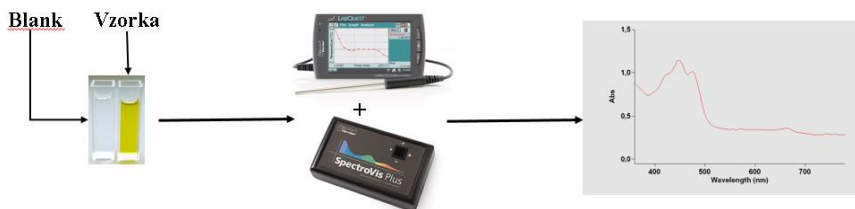
**Úloha 1:** Príprava rastlinnej vzorky.

**Postup:** Rastlinné vzorky študenti zhomogenizujú v trecej miske, odvážia (návažok je približne 0,1 g) a po pridaní extrakčného rozpúšťadla (20 ml rozpúšťadla) nechajú extrahovať 20 minút (obrázok 2). Extrakciu môžu zefektívniť pretrepávaním vzorky. Po ukončení extrakcie zmes prefiltrujú.



**Obrázok 2:** Ukážka prípravy rastlinnej vzorky.

**Úloha 2:** Zmeranie spektra pripravených vzoriek.

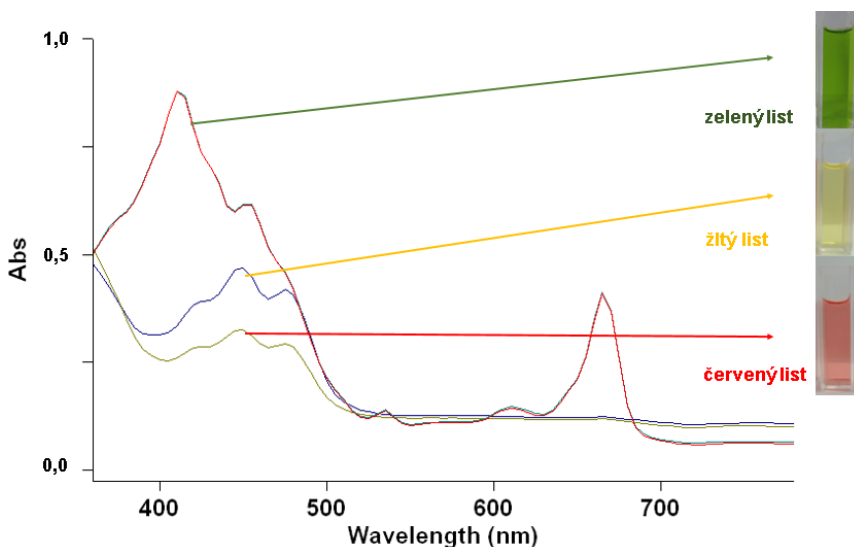


**Obrázok 3:** Schéma merania spektrier.

**Postup:** Spektrum filtrátov vzoriek si študenti zmerajú na školskom meracom systéme Vernier (obrázok 3) v rozpätí vlnových dĺžok 360 – 780 nm.

Čiastkové úlohy študentov v tejto časti experimentovania sú okrem merania spektier spojené priamo so sledovaním priebehu chemického deja, kde už na prvý pohľad možno zaregistrovať farebnú odlišnosť získaných vzoriek z listov. Namerané spektrá (obrázok 4) porovnávajú z niekoľkých hľadísk. Študenti porovnávali intenzity spektier vo viditeľnej oblasti, kde sa nachádzajú a aká im príslúcha vlnová dĺžka.

Z výsledkoch jednotlivých experimentov môžu dospieť k všeobecným záverom o degradácii vybraných pigmentov vplyvom vegetačného obdobia. Porovnávaním absorpčných spektier sa rozvíja u študentov pochopenie vzťahu medzi štruktúrou a vlastnosťami látok (zmena štruktúry molekuly vyvoláva zmeny absorpčného spektra látok).



Obrázok 4: Spektrá jesenných listov.

### 3.2 Alternatívne prístupy k realizácii experimentov

1. Pri realizácii experimentu môže študenti využívať rôzne rozpúšťadlá (voda, alkoholy a iné).
2. Experimentálne dáta môžu študenti vyhodnotiť i kvantitatívne. Množstvo pigmentov vo vzorkách vypočítajú tak, že odčítajú zodpovedajúce hodnoty absorbancií pre jednotlivé druhy pigmentov (napr. pri 663 nm – chlorofyl a; pri 644 nm – chlorofyl b; pri 536 nm – antokyaníny a pri 470 nm – karotenoidy) [21]. S využitím príslušných rovníc



pre daný typ extrakčného rozpúšťadla vypočítajú podľa pokynov pedagóga množstvá pigmentov.

3. V prípade, že škola nedisponuje školským meracím systémom alebo spektrometrom, je možné realizovať experiment formou alternatívnej analytickej metódy, kde zhomogenizované vzorky listov analyzujú študenti chromatograficky.

#### 4 Záver

Implementácia metódy objavného vyučovania je pre vyučujúceho časovo náročná. Je to zložitá práca spojená s tvorbou podkladových materiálov. Pri koncepcii sa musia zohľadňovať myšlienkové procesy študentov, ich vedomosti a zručnosti. Táto práca má ale zmysel, lebo študenti samostatnou prácou s informáciami v kombinácii s prírodovedným experimentom získavajú vedomosti a zručnosti trvalého charakteru.

Praktickým prínosom realizovaného experimentu je viacero aspektov. Jedným je rozvoj matematických kompetencií – práca s grafickými dátami, porovnávanie grafických zobrazení, výpočet množstva pigmentov v použitých vzorkách. Druhým je sebareflexia študentov pri postupnom získavaní čiastkových informácií a ich skompletizovaní do korektných výsledkov.

*Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu  
výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0368.*

*Táto práca bola podporovaná firmou PMS Delta s. r. o. Michalovce.*

#### References

1. HELD, L. a kol. *K terminologickým otázkam metodológie výskumu v prírodovednom vzdelávaní. Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave 2011. S. 138. ISBN 978-8082-486-0.
2. GANAJOVÁ, M. – KIMÁKOVÁ, K. – JEŠKOVÁ, Z. – KIREŠ, M. – KRISTOFOVÁ, M. 2012. Metóda aktívneho bádania vo výučbe prírodných vied. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: TU, 2012. Pp. 114–119. ISBN 978-80-8082-541-6.
3. BRANIŠA, J. – JENISOVÁ, Z. – JOMOVÁ, K. Využitie digitálnych technológií pri stanovení prírodných farbív. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava : TU, 2012. ISBN 978-80-8082-541-6, s. 189–194.
4. BRANIŠA, J. – JENISOVÁ, Z. – JOMOVÁ, K. Pigment profile of Olive Oils Determined by School Measurement System Labquest and Spectrometer. In *Journal of Technology and Information Education*. Vol. 6, No. 2, 2014, pp. 71–80.
5. JENISOVÁ, Z. – BRANIŠA, J. – MELUŠOVÁ, J. Implementation of Inquiry-based Learning Supported by Digital Technologies in Courses of Professional Develop-

- ment for Chemistry Teachers. In *ICAICTE 2013: International Conference on Advanced Information and Communication Technology for Education*. Atlantis Press, 2013. ISBN 978-90786-77-79-6, pp. 237–241.
6. JENISOVÁ, Z. – BRANIŠA, J. – JOMOVÁ, K. Rastlinné pigmenty a ich degradácia vplyvom spaľovania PVC. In *ChemZi*. Roč. 10, č. 2, 2014. S. 48–49. ISSN 1336-7242.
  7. BRESTENSKÁ, B. a kol. *Premena školy s využitím informačných a komunikačných technológií, Využitie IKT v danom predmete: spoločná časť*. Vydavateľstvo ELFA, Košice, 2010. ISBN 978-80-8086-143-8.
  8. ROSCHELLE, J. M. – PEA, R. D. – HOADLEY, CH. M. – GORDIN, D. N. – MEANS, B. M. Changing How and What Children Learn in School with Computer-Based Technologies. In *The Future of Children and Computer Technology*. Vol. 10, No. 2, 2000. Pp. 76–101.
  9. BRANIŠA, J. – JENISOVÁ, Z. The use of computer aided experiment in enhancing the ability of students to understand the graphical presentation of chemical processes. In *Procedia – Social and Behavioral Sciences: WCES 2015*. Pp. 2229–2235. ISSN 1877-0428.
  10. BRANIŠA, J. – JENISOVÁ, Z. – PUCHEROVÁ, Z. Digital technologies and Solubility of CO<sub>2</sub> in the Water. In *Media4u magazine*. Roč. 8, č. 3, 2011, s. 177–183. ISSN 1214-9187.
  11. MEESTER, M. A. M. – MASKILL, R. First year chemistry practicals at university in England and Wales: aims and the scientific level of the experiments. In *International Journal of Science Education*. Vol. 17, 1995a. Pp. 575–588.
  12. MEESTER, M. A. M. – MASKILL, R. First year chemistry practicals at university in England and Wales: organizational and teaching aspects. In *International Journal of Science Education*. Vol. 17, 1995b. Pp. 705–719.
  13. MŁODZIŃSKA, E. Survey of plant pigments: molecular and environmental determinants of plant colors. In *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*. Vol. 51, 2009. Pp. 7–16.
  14. ECKARDT, N. A. A New Chlorophyll Degradation Pathway. In *Plant Cell*. Vol. 21, No. 3, 2009. Pp. 700.
  15. HÖRTENSTEINER, S. Degradácia chlorofylu v priebehu starnutia. In *Annu. Rev. Plant Biol.* Vol. 57, 2006. Pp. 55–77.
  16. KESKITALO, J. – BERGQUIST, G. – GARDESTRÖM, P. – JANSSON, S. A Cellular Timetable of Autumn Senescence. In *Plant Physiol.* Vol. 139, No. 4, 2005. Pp. 1635–1648.
  17. MATILE, P. Biochemistry of Indian summer: physiology of autumn leaf coloration. In *Exp. Gerontology*. Vol. 35, 2000. Pp. 145–158.
  18. MARRS, K. A. – ALFENITO, M. R. – LLOYD, A. M. – WALBOT, V. A glutathione S-transferase involved in vacuolar transfer encoded by the maize gene *bronze-2*. In *Nature*. Vol. 375, 1995. Pp. 397–400.
  19. GHOSH, D. – KONISHI, T. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. In *Asia Pac J Clin Nutr.* Vol. 16, No. 2, 2007. Pp. 200–208.
  20. ARCHETTI, M. The origin of autumn colors by coevolution. In *J Theor Biol.* Vol. 205, 2000. Pp. 625–630.

21. TAULAVUORI, K. A simple method to visualize the mechanism why *Alnus glutinosa* remains green during autumn colouration of *Sorbus aucuparia*. In *Trees*. Vol. 20, Issue 1, 2006. Pp. 28–33. DOI: 10.1007/s00468-005-0009-3.

**Reviewed by:** prof. RNDr. František Petrovič, PhD.

**Contact address**

doc. PaedDr. Zita Jenisová, PhD.

Katedra chémie, FPV UKF Nitra, Tr. A. Hlinku 1, 949 74, Nitra

E-mail: zjenisova@ukf.sk

# LOGISTICKÝ ŘETĚZEC A JEHO FUNKČNOST V LOGISTICKÉM SYSTÉMU

Miroslav MERENDA, CZ

## LOGISTICS CHAIN AND ITS FUNCTIONALITY IN LOGISTIC SYSTEM

**Abstract:** For practical reasons, the logistic system can be considered as a special type of system – as multi-system – set systems defined on one logistic object per various criteria. These systems cannot be examined independently but only in their context and from the visual angle of synergistic understanding of the final effect at the level of the multisystem as a complex. The parts of the logistics chain may act as subsystems, i.e. parts of the logistic system, whose elements interact more with each other than with other elements of the system, and at the same time they perform a relatively autonomous function in the logistic system.

**Keywords:** Logistic system, synergy effect, logistics chain, potential of logistics performances.

### 1 Úvod

Logistický řetězec chápeme jako jednotu hmotné a nehmotné stránky, přičemž hmotná stránka spočívá v přemístování věcí (surovin, základního a pomocného materiálu, nakupovaných dílů, nedokončených a hotových výrobků, obalů a odpadů), popř. energie nebo osob a nehmotná stránka spočívá v přemístování informací potřebných k tomu, aby se přemístění věcí, energie či osob mohlo uskutečnit.

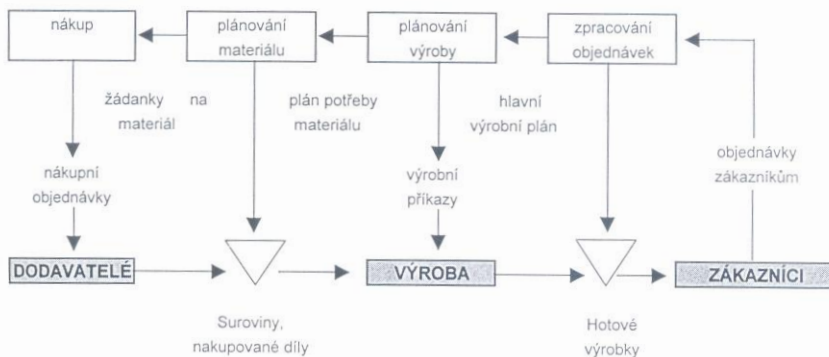
**Logistický řetězec** je vázán na konkrétního zákazníka, výrobek, druh či skupinu výrobků, nebo obecně – na **konečný efekt**.

### 2 Charakteristika logistického řetězce

Logistický řetězec je **složen z dílčích materiálových, informačních aj. toků**, které probíhají mezi různými **články (podsystemy)** ve výrobě, v dopravě a zasilatelství, v obchodě – obrázek č. 1. Cesty (kanály), po nichž se pohybují suroviny, materiály, výrobky a další prvky věcné povahy a cesty pohybu informací nemusí propojovat tytéž články, mohou být prostorově i časově diferencovány. Za **články** logistických řetězců považujeme např.:

- **Ve výrobě:** továrny, resp. Dílny, výrobní linky, sklady surovin, materiálů, nakupovaných dílů, výrobní a montážní mezisklady, montážní linky, sklady hotových výrobků
- **V dopravě:** terminály a překladiště, železniční stanice, námořní a říční přístavy, letiště aj.
- **V obchodě:** velkoobchodní sklady a maloobchodní prodejny.

Pro uspokojení hmotných potřeb jsou rozhodující materiálové toky a z nich složené řetězce. Materiálový tok je pohyb materiálu ve výrobním procesu nebo v oběhu, prováděný pomocí manipulačních, dopravních a pomocných prostředků a zařízení cílevědomě tak, aby **materiál byl k dispozici na daném místě, v potřebném množství, v požadované době a s předem určenou spolehlivostí.**



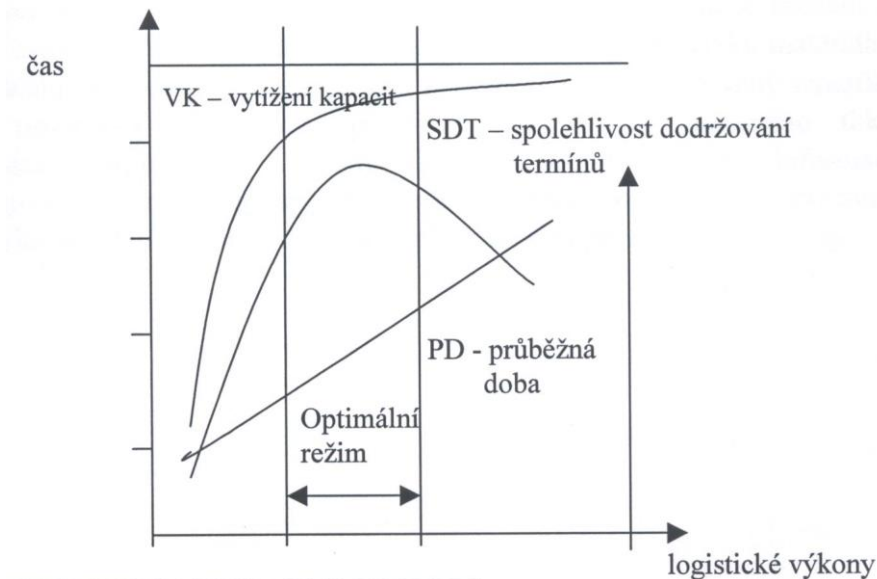
**Obrázek 1:** Zjednodušené schéma materiálového a informačního toku.

### 3 Funkčnost procesních logistických řetězců

S přihlédnutím ke skutečnosti, že vývojový trend se odklání stále více od konkurenčního pojetí logistiky ve prospěch logistiky partnerské, stává se model procesního řetězce účinným nástrojem pro plánování jak nových systémů výrobní i nevýrobní povahy, tak pro jejich restrukturalizaci nebo i drobná zdokonalení, kde jsou rozhodující tzv. potenciály logistických výkonů – obrázek č. 2.

Logistika zabezpečuje a řídí pohyb objektů (např. výrobků, palet, zakázek aj.) přes dílčí procesy procesních řetězců. V jednotlivých procesech probíhají transformace objektů, tj. obrábění, skladování, manipulace, kontrola apod. Mezi procesy dochází k výměně materiálů (hmot, látek) a informací. Úkolem

logistiky je integrované hmotné a informační toky ovládat. Funkčnost výměnných procesů v procesním řetězci ovlivňuje trvale kvalitu logistiky.



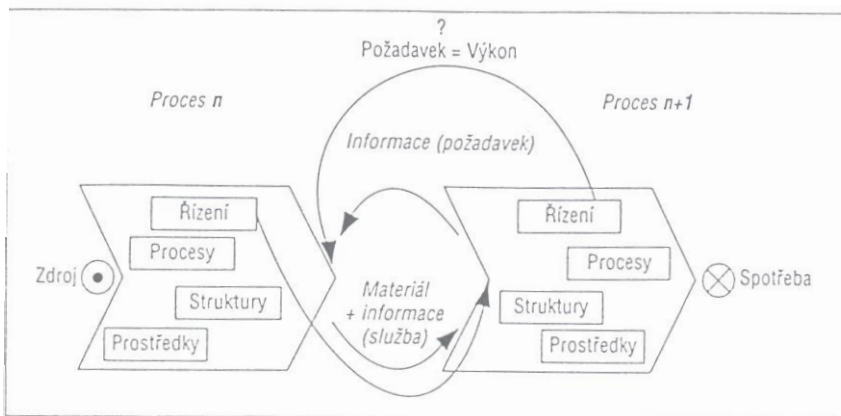
**Obrázek 2:** Potenciály logistických výkonů.

Procesní řetězce tak zobrazují hmotné a informační toky a umožňují vizualizaci všech činností potřebných k řízení určité zakázky. Pro tento účel se definují dílčí procesy, jejich posloupnost a parametry (materiál, manipulační jednotky a prostředky, informační toky atd.) při vyřizování zakázky. Procesní řetězce by se měly plánovat adresně (jmenovitě) pro určitý produkt nebo jeho části, přičemž je nutné dílčí procesy svědomitě definovat a řídit se určitými pravidly. Prvořadým požadavkem je kvantifikace relevantních logistických ukazatelů:

- velikost zásob,
- průběžné doby,
- pravděpodobnosti dodržování termínů,
- vytížení kapacit,
- vytížení jednotkových nákladů.

Rozhraní mezi jednotlivými subjekty procesů zobrazují v modelu „zdroje“ a „spotřebiče“. Na subjekty procesů budeme pohlížet jako na „dodavatele“

a „odběratele“ („zákazníky“). V obrázku č. 3 bude tedy  $n$ -tý proces dodavatelem a  $n + 1$ -ní proces zákazníkem. Proces  $n$  zásobuje proces  $n + 1$  materiálem. Nutnou podmínkou dodávek materiálu však je předchozí dodání informace z  $n+1$  do  $n$  požadující specifikovanou dodávku materiálu. Po převzetí této zakázky dodá proces  $n$  procesu  $n+1$  požadovaný materiál podle předchozí specifikace, přičemž jsou objekty hmotného toku doprovázeny informacemi prostřednictvím vhodných nosičů informací samolepkami s čárovým kódem, magnetickými prvky apod. Vedle toho musí být předávány další informace, jako např. potvrzení příjmů, reklamace aj.



**Obrázek 3:** Model procesního řetězce.

Každý proces tedy vystupuje v procesním řetězci jak ve funkci zákazníka, tak ve funkci dodavatele a musí zvládnout celou řadu dílčích výměnných procesů – přenosů, které mají charakter obchodních procesů. Logistický model, který má umožňovat hodnocení jakosti procesních řetězců a odkrýt potenciální rezervy zdokonalení a zlepšení stávajícího stavu, musí být schopen vzájemné vztahy mezi dodavatelem a odběratelem kvantifikovaně popsat. Uvedený model tyto požadavky splňuje.

### Odvození potenciálů

Z hlediska logistických cílů mohou být procesní řetězce, popř. jejich články ovlivněny pouze čtyřmi faktory:

- procesy,
- řízením,
- strukturou,

- prostředky.

Z těchto činitelů lze odvodit soubor 15 potenciálů, které jsou stavebními strategického logistického plánování. Subjekty procesů jsou charakterizovány:

1. Odběrateli (zákazníky, spotřebiteli)
2. Dodavateli (zdroji)

#### **Řízení v sobě zahrnuje:**

3. Normativy
4. Administrativu
5. Dispozice
6. Sítě (informační a komunikační)
7. Vedení (ovládání)

#### **Prostředky představují:**

8. Personál
9. Plochy
10. Zásoby
11. Pracovní prostředky
12. Pomocné prostředky
13. Organizační prostředky

#### **Struktura je reprezentována:**

14. Organizační strukturou
15. Komunikační strukturou.

## **4 Závěr**

Má-li být dosaženo spolehlivé stability procesních řetězců, která je nezbytným předpokladem úspěchu podniku na trhu, je nutné trvalé a systematické zdokonalování procesních řetězců cestou zlepšování jednotlivých článků s cílem dosáhnout globálně ekonomických efektů a upevnění pozic podniku na trhu. V praxi to znamená neustálé zvyšování jakosti ve všech oblastech a na všech úrovních podniku, zvyšování produktivity a snižování nákladů.

Předpokládaný model je vhodným a nezbytným nástrojem, který umožňuje provádění nezbytných analýz a exaktní stanovení všech informací potřebných pro plánování, realizaci, řízení provozu a kontrolu všech článků procesního řetězce. Měl by se stát součástí každodenního života managementu podniku.



## References

1. HAMMER, M.: *Agenda 21*. Praha : Management Press, 2002. ISBN 80-7261-074-0.
2. PLAMÍNEK, J.: *Synergický management*. Praha : Argo, 2000. ISBN 80-7203-258-5.
3. MANDELBROT, M. B.: *Fraktály*. Praha : Mladá fronta, 2003. ISBN 80-204-1009-0.
4. IVANIČKA, K.: *Základy synergetiky*. Zvolen : Computer Press, 2001. ISBN 80-8055-482-X.
5. DRAHOTSKÝ, I.: *Logistika – procesy a jejich řízení*. Brno : Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-521-1.

**Reviewed by:** Ing. Miluše Hluchníková, CSc.

## Contact address

doc. Dr. Ing. Miroslav Merenda

Katedra technické a pracovní výchovy – Pedagogická fakulta Ostravské Univerzity  
Fráni Šrámka 3, Ostrava – Mariánské Hory, 709 00 CZ

E-mail: miroslav.merenda@osu.cz

# ROBOT, FUTURE INDUSTRIAL PRODUCTION AND EDUCATION

Peter KOVÁČIK, SK

**Abstract:** At present, when there is absence of qualified manpower, it is needed to realize production by automatic and robotic production lines. Robots, as technical apparatuses consist of parts that belong to different specializations: machine industry, electrical engineering, electronics, automation, information and communication technologies and management also. Successful encompassment of Industry 4.0 is possible only with suitable level of education at all specializations, so that development, production process, maintenance and other related activities are provided by qualified specialists. This is reason why article is concerned to characterization and universal conception of robot from view of required structure of education. It is necessary to dedicate optimal attention to this approach, because it will guarantee qualification structure of specialists for future expansion of production process at following periods.

**Keywords:** robot, education, production process, specialist.

## 1 Introduction

Massive deficiency of manpower at different spheres, mostly at industry, makes itself felt in Slovakia at present time. In respect of orientation of industry, mostly to production of automobiles and their parts, there is needed qualified manpower with knowledge and skills at sphere of: machine industry, electrical engineering, electronics, chemistry, information and communication technologies and other technical specializations. Advanced rising generation goes to study and stays to work abroad within the frame of free labour market. Elderly, knowing population with expert knowledge goes into pensionable age and leaves production process. Question, how to supply production process rises because of it. There is:

- Possibility to import workers from foreign countries – usually from less-developed countries
- Possibility to supply production process by automation – that means mostly by technical equipment.

Which possibility is better for Slovakia?

## 2 Robot

Robot can be imagined by different persons differently (Figure 1).



**Figure 1:** Visualization of robot by different peoples.

Robot has different shape, dimension and execute different actions at present. Usually, it is not a machine which evokes shape of human – humanoid, but it has structure assimilated to execute assigned tasks. At present, robots with several degrees of freedom (usually six) predominate, made by different producers: KUKA Roboter, ABB Robotics, REIS and numbers of other. Degree of freedom means possibility of robot to rotate round relevant axis. Interaction of separate rotations around axes creates final movement of working device that robot uses for specific working operation.

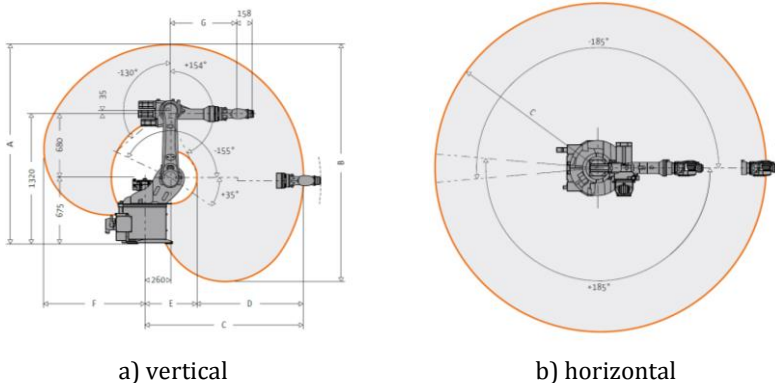


**Figure 2:** The scheme of rotation around the individual axes.

Separate operations should be done with defined requirements, as:

- Speed of movement on trajectory doing separate working operations and locomotion
- Accuracy of movement during working and locomotion also
- Load capacity in connection with the carried weight
- Acceleration and deceleration with material of different weight and shape
- Ability to communicate with other technological devices
- Quality of communication with human and many other.

Not easy task is determination of robot movement in dependence of weight of transferred segment because length of robot arm is changing in dependence of it. Considering safeness, it is important to know maximal radius of robot at different directions, as it is shown in Figure 3.



**Figure 3:** Maximal radius of robot arm (an example).

Safeness is important parameter because it protects:

- Workers against work injury;
- Robot itself against crash;
- Elaborated material again devastation.

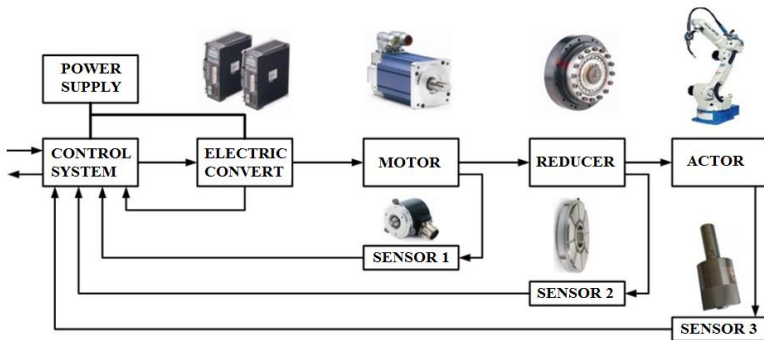
Each of mentioned possibilities causes considerable financial, material and time loses.

### 3 Education for robots using

Upper mentioned creates motive for qualitative theoretical and practical education destined towards good mastery of all acts that relate with control of

robot at manual and automatic regime. It is not easy task, because in activity of robot intersects different specializations:

- Machine industry: robot consists of many parts – arms, gear boxes, bearings, tentacles and others that allows its mechanical movement. Integral part of robot is pneumatic system for: to improve dynamics of robot movement and actuation of some parts of robot.
- Electrical engineering and electronics: robot is driven mostly by electric motors with different performances that are relatively big.



**Figure 4:** An example of robot control.

- Motors must provide very precise movement of robot that are achieved by complex automatic control circuits that belongs to field of automation: sensors, signal converters, multiple-circuit control that works with different physical parameters as: trajectory, velocity, torque, etc. Output control signal controls power converters that realize drive of motors.
- Computing technology: precision control of robot movement with precise of 0.1 mm and with velocity for example 2 m/s is not possible without powerful computer. Computer is working at real time on the base of program, signals from production process and signals about actual status of robot.
- Information and communication technologies: there is accentuate to communication among separate robots and other technological units, human and surround world in terms of possibility to control robot from any place in the Earth, at present time. Because of it there has to be guaranteed high quality, high speed, and solid communication of a robot. Communication is necessary from view of safety, so that do not originate crash of separate technological units because robots can work at the same space (but not at

the same time). Safety of employees is important also, it is realised by safety circuits and perspective by active monitoring of surroundings in radius of robot and tool or material carried by robot.

- Management of service workers who realize installation, adjustment, inspection, reparation, exchange of parts or whole robots, supply by material and removal of products, supplies by energy and other all other materials.

Upper are mentioned only basic scientific disciplines that relate with robots. Necessary is of course further progress, research, analysis of statistical data from running of robots, implementation of artificial intelligence and other scientific disciplines that enable continuous raising of productivity, quality of robot activity and no-failure operation of robots. It has to be remembered about solution, how to destruct effectively and ecologically rejected and out of day robots.

Robot as technical device include not only hardware, but software also. Software control movement and other activities of robot, as for example: operation of tool, conditions of actuation, etc. Complexity and demandingness of created program depends on complexity of used robot but also on complexity of operation realised by robot. Tendency is to use universal language so that creation of program is as easy as possible with minimal labour input. Together, it is convenient to get closer maximally to language by which is controlled surrounding technological equipment. Robots use frequently principles of languages by which are controlled PLC (programmable logic controller) at segments where it is suitable. Programming of robot movement consists frequently from trajectory divided into separate segments. Separate segments usually use basic shapes of motions that interlock at each other. Transition between segments can be alternatively elected with fillet because of smooth transition. Smooth transition has substantial effect to total time needed for movement realization.

Physical laws allowance affects for example consumption of energy and stress of separate parts in term of electrical and mechanical also. Neither specified trajectory can't be met if velocities and accelerations are big. The man or working team that create program determinate about everything. Neither quantity of knowledge and experience do not mean creation of program at first step. Following steps are lot of modifications of separate sequences of program by specified criteria pending maximal approximation to optimal activity of robot.

#### 4 Conclusion

The article deals with need to assure industrial production by robots in Slovakia at following period. Preparation of specialists for mentioned sphere is complex phenomenon that require adequate education at multiple technical fields. Range and details of education will continuously increase in respect of variety of tasks, that will be realised by robots.

#### References

1. ([http://www.sjf.tuke.sk/vitralab/files/vystupy/prirucka\\_sk\\_final.pdf](http://www.sjf.tuke.sk/vitralab/files/vystupy/prirucka_sk_final.pdf)).
2. PALKO, A. – SMRČEK, J. – SKAŘUPA, J. – TULEJA, P.: *Robotika – technické prostriedky pre automatizáciu výrobných procesov*. Prešov : Vydavateľstvo Michala Vaška, 2010. ISBN 978-80-7165-807-8.
3. COLLECTIVE OF AUTHORS: *Automatizace a automatizační technika*. Computer Press, 2012.

**Reviewed by:** prof. Ing. Kováčová Irena, CSc.

#### Contact address

doc. Ing. Peter Kováčik, PhD.

Duálna akadémia Bratislava

J. Jonáša 5, Bratislava

E-mail: kovacikp@post.sk

# II Algorithms, Programming and Application Creation

## METHODS OF TEACHING PROGRAMMING – STRATEGY

Péter BERNÁT, László ZSAKÓ, HU

**Abstract:** We believe that the problem-type-oriented method should be generally used for teaching programming [1], but it depends a lot on the chosen problem types. In this paper, we will discuss the possible advantages and disadvantages of the individual choices. We will go through the following strategies: everyday algorithms, teaching programming using turtle graphics, teaching programming by creating animations, teaching programming by developing games, teaching programming using robots, teaching programming through mathematical problems.

**Keywords:** teaching programming, problem-type-oriented method, everyday algorithms, teaching programming with turtle graphics, teaching programming with animations, teaching programming with game-development, teaching programming with robotics, teaching programming with mathematics.

### 1 Introduction

Programming methodology is one of the oldest fields of informatics, which is why several different methods have been developed and are being used. Some of them are effective in primary and secondary education, while others are more suitable in tertiary education.

At the end of the 70s, the methodology of teaching programming was extended with a new perspective, now taking into consideration children's cognition. The idea was developed mainly by S. Papert [2], but J. Hvorecky and J. Kelemen [3] wrote about a similar approach too, focusing on different problem classes.

Based on their article, the following classification has become widespread:

- A. **Methodical, algorithm-oriented** (this method puts the most emphasis on planning and understanding an algorithm);
- B. **Data-oriented** (according to this method the essence of the programming process is planning and understanding the data structure, for which it will create the algorithm and after that the code);
- C. **Specification-oriented** (this method places specification in the center of the programming process, deriving everything else from it);



- D. **Problem-type-oriented** (the basic idea of this method is to explain new programming terms and methods through expanding the programming problems);
- E. **Language-oriented** (this method aims to teach programming through the elements of a specific programming language);
- F. **Instruction-oriented** (this method teaches programming through the class elements of a general programming language);
- G. **Mathematics-oriented** (the core of this method is to present programming tasks for the potential curriculum of another subject, for instance mathematics, and solves them in exploration-style);
- H. **Hardware-oriented** (the basic idea of this method is that programming cannot be understood without a programming language, the programming language cannot be understood without assembly language, and so on, until we reach the physical functioning of the very computer);
- I. **Model-oriented** (this method aims to teach programming by demonstrating and analyzing already-made programs).

According to P. Szlávi and L. Zsakó [1], the most effective method to teach informatics to a wide variety of people is type D, that is, *the problem-type-oriented method*.

## 2 The problem-type-oriented programming method

The effectiveness of the problem-type-oriented programming method depends largely on the tasks we choose and the strategies we apply in teaching programming.

Traditionally, mathematical problems, mainly those connected to number theory, are selected (divisibility, prime numbers, prime factorization, etc.).

It is fair to say that we don't have to stick to this, but we do need to bear in mind that we should choose tasks which are built on each other. To advance and solve the next task, we should need new programming terms and elements, so the introduction of the new knowledge can be justified by the problem itself. It is a powerful advantage of this method that it is necessity, not arbitrariness that brings in the new competences. Additionally, the fact that we immediately use the new knowledge is another good point, because the ability to apply the new terms, not just know about them, is the highest level of understanding.

In this article, we will examine the following strategies, all based on the problem-type-oriented method:

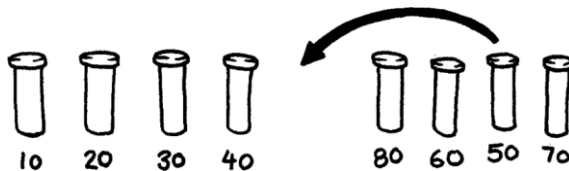
1. Everyday algorithms
2. Teaching programming with turtle graphics

3. Teaching programming with animation
4. Teaching programming with game-development
5. Teaching programming with robotics
6. Teaching programming with mathematics

We will look at these strategies from the following perspectives: Which are the programming terms and methods that can be taught following this strategy? How can they connect to the other fields of informatics and to the rest of the school subjects? How easy is it to advance to other programming languages and into a career in informatics? How much does it develop social competences? What are the specific motivations the given strategy can tap on?

### 3 Everyday algorithms

In our everyday lives, we are performing many of algorithms; thus, many of our activities contain the basic terms and methods of algorithmization and data modelling. Consequently, the fundamental knowledge about algorithms can be introduced without a computer, just by explaining an adequately chosen everyday situation.



**Figure 1:** Putting in order containers of different weight with the minimum-selection method [6].

Nursery schools and primary schools have been facilitating the comprehension and execution of everyday algorithms for a long time, even if this had little to do with the algorithm education as we know it in informatics [4].

Note that the idea that the algorithm operates just like we would execute it has been in the core of numerous programming methods.

Using the strategy of everyday algorithms, we can easily introduce the following elements and data structures basic to everyday activities and algorithms:

- sequence, selection, iteration;
- procedure;
- programming theses;
- primitive data, composite data;
- queue, priority queue, list, tree, graph;

- object.

Nevertheless, it is hard to find examples to present the notions of the variable and assignment.

It is primarily this strategy that helps make the first steps in programming (for elementary or even nursery school children), because it builds on the natural set of knowledge present in all children and deduces the programming notions and methods from that [12].

Typically, it can involve playful games of pair or group work [6], which do not only help comprehension and practice but they can also play a part in developing social skills.

In summary, the main advantage of this strategy is that it introduces children to the world of programming through everyday activities. As a low point, however, we should note that without a computer it can get boring easily.

#### **4 Teaching programming with turtle graphics**

Turtle graphics, as a method of teaching programming, was first introduced by S. Papert [2] several decades ago. Lately J. Hromkovic has published a comparable method [5].

The turtle can accept orders which are “within its comprehension”: it can move back and forth in its given distance; it can turn right or left in given degrees; or it can manoeuvre with its pen, attached to its belly (lifting it, using it, or changing colours) so it leaves funny marks on the screen while moving around. The gradual development of turtle graphics brought about a new field of science, turtle geometry.

Basic ideas

- programming is automata-based – the turtle is an automat; into whose position we could imagine putting ourselves;
- the essential part of the specification is a drawing: the drawing is made as I am performing it.

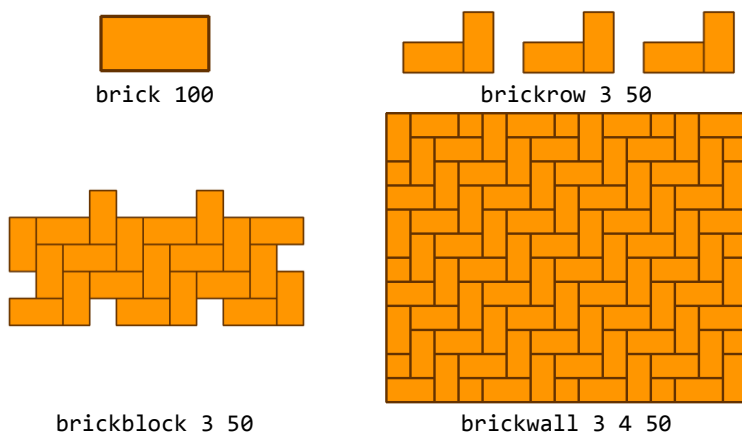
Turtle graphics is present in a number of languages; thus, it is not necessary to choose any special language to learn. Nevertheless, it was Logo programming language for which it was originally created and all the rest of the languages were extended with the tool set borrowed from Logo.

The specification is accurate; it can be checked easily, since the specification itself is a drawing. Consequently, the tasks are spectacular, which expressively demonstrate sequence, selection, and iteration.

In turtle graphics, the procedure is the basic tool of structuring, where all procedures can be defined by the specification as parts of the drawing.

Based on the drawing, we can easily and logically break it down into parametrized procedures (even in the case of recursion); the appearance of the parameters is the result of the drawing specification.

The subject can be realized with very few linguistic elements (in Logo *forward*, *back*, and *pencolour* is the basic set of instructions but not even the complete set is too large). Because of this, thinking is emphasized instead of lexical competence. The program is not a long linear series of instructions but, like in general in informatics, it is a meticulous structure (meaning a lot of thinking and little typing). Even with only a bit of knowledge, it can be suitable for solving “serious” problems.



**Figure 2:** Mosaic task at Logo competition.

A positive consequence of programming with drawing (which does not characterize turtle graphics only) is that even a flawed algorithm can prove to be interesting. A faulty drawing can facilitate, not discourage, error search. This technique is specifically effective if solutions, created top-down, can be tested bottom-up.

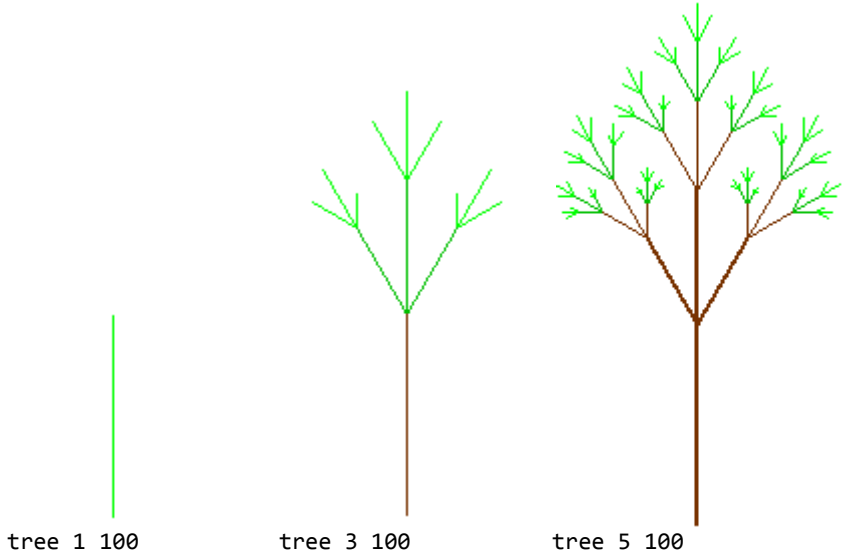
Since this strategy allows for several types of tasks, it can be used to teach and practice mathematical notions, for instance coordinate geometry, thus developing mathematics comprehension.

Thanks to the characteristics of the subject, a great number of problem types can be solved (for example, polygons, spirals, patterns, mosaics, fractals, crystal structures, optical illusions, intarsias, mandalas, etc.).

As for advancing to parallel programming, this strategy offers the usage of multiple automats (turtles). Colour management is solved functionally, involving composite types, which allows for the introduction of functional programming. For simulation, for example, NetLogo, an advancement of Logo, is a great choice.

To list the weaknesses of the strategy, we can note that variables and assignment, types and composite types are missing (or at least they are present only to the extent that a functional language would have them). Additionally, for pixel graphic tasks it is not suitable.

Object-orientedness appears but only moderately (turtle).



**Figure 3:** Tree task at Logo competition.

## 5 Teaching programming with animation

The essence of this programming strategy is to create an animation. Depending on the script (that is, the specification), the animation can involve a significant amount of pictorial and audio material, the making of which can be part of the task [13].

Effectively, animations can be made by object-oriented programming. In this case, the characters, the setting units and all the parts (like the cameras and the sources of light) are objects. A number of spectacular properties and methods can be assigned to the objects; hence, the fundamentals of object-oriented programming can be presented in a clear and expressive manner. (Note, however, that later we will need to elaborate on these ideas because many times the objects that will come up in programming are typically more abstract.)

In this conception, the scenes, along with the methods of the objects, are the procedures. It is practical if we can test the specific scenes on their own, not just as

part of the whole film. The scenes follow each other in a linear way, so the program is sequential. Deep structure and recursion are not present. The activities of the objects need to be harmonized within each scene, which entails accurate timing and messaging.



**Figure 4:** A scene from Alice programming environment [7].

The new functions often require new linguistic elements. On the one hand, this calls for huge lexical knowledge; on the other hand, thanks to the numerous different methods (like moving the objects or changing their appearance or voice), we can use the control structures for impressively diverse purposes. Consequently, the notions can be presented in a more general fashion than with turtle graphics.

This strategy supports both the top-down explanatory method and the bottom-up building method. For instance, we can introduce scenes and objects postponing their explanation for later, but it is equally viable to include in the story scenes and objects which are realized on their own.

After learning to handle video and audio recording devices and video and audio editing tools, we can use animation to reflect on any topic within the other school subjects. We can bring stories, presentations, and explanations to life with the help of animation.

To locate the objects (characters and cameras alike), students require to have some knowledge in coordinate geometry (which obviously involves the notions of variables and assignment).

Such tasks can both motivate and leave students with a sense of achievement early on, which can be especially crucial for those who are interested in arts (literature, film, and music) but not so much in abstract problems. What is more, the tasks can be complex enough to justify teamwork (especially if the production of the video and the audio materials is also part of the project).

One of the weaknesses of this strategy is that even though the result can be showy, the level of spectacle is not always worth the effort. To produce genuinely

effective animations, you need a high level of competence of not only informatics. This strategy drives students away from informatics in the direction of filmmaking; thus, an animation-based strategy can be a source of motivation for informatics only for a short time.

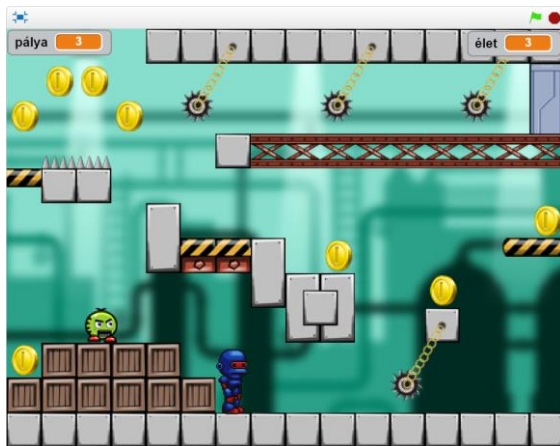
## 6 Teaching programming with game-development

A game is practically an animation, so programming languages which are suitable for animation can also accommodate game development. What sets a game apart is constant interaction between the player and the game, and between the objects controlled by the player and the computer. What is more, online games can be joined by several players.

Technically, game development builds on animation design, so most of the advantages and disadvantages listed above hold here too. Consequently, we will now focus on the differences primarily.

From the early days of informatics until now, a huge variety of computer games have been developed. The different genres and problem types, therefore, are easy to define (there are, for example, board and card games, motor and car racing games, platform games, building games, and so on).

Due to the regular interactions, specific to games, event handling has a crucial role here. In addition, to keep track of the status of the objects and the game, we need several variables and even composite data structures.



**Figure 5:** A platform game in Scratch programming environment (own development).

The methods of developing a game derive from animation design. For example, games can also be divided into distinctive scenes where the operation of the game

is significantly different from the rest (the typical division is title, menu, game, end). Next to this, game development does have its own methods, some of which are game-type-dependent, while some are not. All of these are necessary to be able to produce more complex games. Some of the games can only be developed with the help of advanced mathematical and physical apparatus. Occasionally, a game will call for complex objects with AI behaviour.

Because of the above, game development can provide fair grounds and nice prospects to advance in a career in informatics.

Game development can be very rewarding for students interested in computer games. The fact that others (like friends and classmates) can also play with their games is also highly motivating. In the case of game development, it is even more justifiable to break down the task among a group of students. We should bear in mind, though, that, due to the necessary skills, some students will get ready to develop more advanced games only in secondary school, especially at the end of it. In fact, when teaching programming to university students, Gy. Molnár and P. Nyíró [10] applied a game development strategy, using Game Maker.

The same topic, set in the context of a web browser, is covered in Gy. Horváth, L. Menyhárt, L. Zsakó's article [14].

## 7 Teaching programming with robotics

The essence of this programming strategy is to make students solve a robotic problem with a programmable robot. The underlying idea is that programming physical tools (that is, observing their operation) facilitates the development of abstract programming skills [11].



**Figure 6:** Path-following LEGO robot [8].

Educational robots, capable of going straight and turning left-right, are typically equipped with sensors as well (detecting primarily distance, light, colour, and



collision). The different task types can be identified through the problems the robots can solve (like covering an area, moving objects, tracking a route, getting out of a labyrinth, etc.).

Some of these robots are ready-made, so their structure cannot be modified, while some other types can be assembled to fit a certain problem. With such robots, we can solve more diverse tasks, and another bonus is that students need to develop electro-mechanical skills to build and assemble the robot and the route. Contrarily, ready-made robots allow for a more limited range of problems, but on a positive note, we can focus more attention to programming, our main activity only.

Additionally, educational robots can be either real or simulated. Real robots are tangible, getting in physical contact with real-world objects, so their operation is much more spectacular. On the other hand, few people can use them simultaneously, and modifying their environment and the program can be painstaking. Contrary to this, simulated robots exist only in the virtual world, but everybody can use them at the same time and both the environment and the program can be modified and tested quickly.

Just like turtle graphics, their programming language is automata-based and procedure-oriented. Typically, the status of the sensors can be checked with selection but event handling is also possible. Variables and data structures are infrequent.

Among school subjects, robotic problems can relate most easily to mathematics and physics. Some students may find it more motivating to manoeuvre robots moving in real physical space compared to the virtual activity of all the other strategies. We can consider dividing up robotic problems for pair work or team work, just like the other problem-types: for example, building the robot (and the environment) can be one task, and making the program can be another.

The main problem with this strategy is that most industrial robots don't move, and those that do still move in a non-turtle-like way. Instead, they would change their motion status (like self-driving cars).

## **8 Teaching programming with mathematics**

This strategy is the most ancient of all, taking problems from number theory (such as divisibility, prime numbers, numerical systems) and extending them with problems of combinatorics (factorial, Fibonacci numbers, binomial coefficients). Lately, geometrical algorithms have appeared as well.

Basic ideas

- it concentrates on solving algorithms and methods known in mathematics.

Mathematics deals with the algorithm and calculation rule of several problems. A lot of these are essentially built on types of numbers and, on more advanced levels, on sequences, which are easy to solve in any programming language.

From the usage of mathematical notions (divider, prime numbers, etc.) it comes logically how to divide the programs into procedures and functions.

Based on the mathematical correspondences, recursion as a calculation method can come up, which can be substituted with filling out a matrix (a typical example would be the recursive correspondence of Fibonacci numbers, then their matrix solution).

An advantage of this strategy, which is also a disadvantage at the same time, is that it is tightly connected to mathematics. Who doesn't like that world won't like this one either. Contrarily, whoever understands and enjoys mathematics will find solving mathematical algorithms fun and will learn the basics of algorithmization easily.

Even if the main theme here is mathematics, any subject can take its place, like the first course book, written by P. Szlávi and L. Zsakó [9], specifically for biologists, exemplifies it. In the book, we will find examples such as determining whether an entity is a heterozygote based on the genotype; deciding whether a gene pair with given blood types is A, B, AB or O; or predicting the potential blood types of the children of two parents based on their blood types.

## 9 Conclusion

In our view, there is not one single strategy that can be used exclusively. In each case, we need to weigh both the strengths and the weaknesses of the given method.

Some of the methods are suitable to motivate students, but they fail to support smooth advancement. Other methods can stir enthusiasm while still taking far within programming and informatics. Certain methods work great with some students but fail immensely with others.

What we need to keep in mind is that the learning process of programming can only be successful if it is interesting and motivating, pushing the student to go deeper and deeper into the world of informatics and it can be a foundation for further studies.

## References

1. Péter SZLÁVI, László ZSAKÓ: *Methods of teaching programming*. Teaching Mathematics and Computer Science, Vol. 1. 2003.
2. Seymour PAPERT: *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*, Basic Books, Inc, Harper Colophon Books, 1981.
3. Josef HVORECKÝ, Josef KELEMEN: *Algoritmizácia, elementárny úvod*, Alfa, Bratislava, 1983.

4. C. H. A. KOSTER: *Systematisch lehren programmieren*, Educaboek, 1984.
5. Juraj HRONKOVIC: *Einführung in die programmierung mit logo*, 2009, ISBN 3834810045.
6. T. BELL; I. H. WITTEN; M. FELLOWS: *Computer science unplugged, an enrichment and extension programme for primary-aged children*; (<http://csunplugged.org/>).
7. *Alice – an educational software that teaches students computer programming in a 3d environment*; (<http://www.alice.org/index.php>).
8. *DrGraeme.org – free tutorials Lego ev3 Mindstorms*; (<http://www.drgraeme.org>).
9. Péter SZLÁVI, László ZSAKÓ: *Bevezetés a számítástechnikába*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
10. György MOLNÁR, Péter NYÍRŐ: *A gyakorlati programozás tanításának játékfejlesztésen alapuló, élménypedagógiai alapú módszerének bemutatása*. In: Karlovitz János Tibor: *Pedagógiai és szakmódszertani tanulmányok*, pp: 89–98, 2016.
11. Attila PÁSZTOR, Erika TÖRÖK, Róbert PAP-SZIGETI: *Innovatív informatikai eszközök és módszerek a programozás oktatásban*. Gradus, Vol. 1., No. 1, pp. 22–27, 2014.
12. Juraj HRONKOVIC: *Contributing to general education by teaching informatics*. In: MIT-TERMEIR, R. T. (Ed.), *ISSEP 2006, LNCS, 4226*, 25–37.
13. Caitlin KELLEHER, Randy PAUSCH: *Using storytelling to motivate programming*. *Communications of The Acm*, July 2007/Vol. 50, No. 7., pp. 59–64.
14. Győző HORVÁTH, László MENYHÁRT, László ZSAKÓ: *Viewpoints of programming didactics at a web game implementation*. XXIX. DIDMATTECH 2016, Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics, Budapest, 2016, pp. 79–88.

**Reviewed by:** doc. Dr. Pap Gáborné, PhD.

### Contact address

Péter Bernát

Department of Media and Educational Informatics, Faculty of Informatics, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary

Phone: +36-1-372-2500, e-mail: [bernatp@inf.elte.hu](mailto:bernatp@inf.elte.hu)

László Zsakó, Doc. Dr. hab. PhD

Department of Media and Educational Informatics, Faculty of Informatics, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary

Phone: +36-1-372-2500, e-mail: [zsako@caesar.elte.hu](mailto:zsako@caesar.elte.hu)

# PROGRAMMING THEOREMS HAVE THE SAME ORIGIN

Péter SZLÁVI, Gábor TÖRLEY, László ZSAKÓ, HU

**Abstract:** One of the classical ways of learning programming is to divide programming tasks into large groups, so-called programming theorems, and then tracing the specific tasks back to the programming theorems. Each teaching method introduces a different amount of programming theorems into the learning process, occasionally even combining them. In this article, we will show that the basic programming theorems have the same origin; consequently, it would be enough to present one theorem and trace everything back to it. At the end of the article, then, we will explain the practical essence of still introducing more theorems.

**Keywords:** methodological programming, programming theorems, algorithm, program specification.

## 1 Introduction

To be able to solve a programming task, we need to identify its essence: programming tasks can be categorized into groups per their type, which is useful because for each group we can create an algorithm rule that solves all the tasks in that specific group. These task types are called programming theorems because their solutions are justifiably the correct solutions. Their number can vary from teaching method to teaching method [1, 2].

If we are familiar with the programming theorems, all we must do to solve most tasks is to recognize the suitable programming theorem, use the specific data of the general task type, and in the general algorithm substitute them with the task-specific data. Applying this method is supposed to lead us to the correct solution [3, 4].

In these tasks, we usually must assign a certain result to one (or more) data collection(s), which, for simplicity's sake, we will handle as some sort of sequences. The essence of a sequence is the processing order of the given elements. Most of the times, it is sufficient to deal with sequences whose elements can be processed – one by one – one after another. In the input sequence, this requires an operation that can give the elements of the sequence one by one, while in the output sequence elements can be followed by a new element. In simple cases sequences, can be illustrated as arrays.

The basic programming theorems are those that assign one value to one sequence:

- (sequential) computing
- counting
- maximum selection
- decision
- selection
- search

## 2 The first programming theorem: Sequential computing

The first programming theorem comes from a simple task, that of calculating the sum of numbers. In the following, we will provide the specification and the algorithm of the task, which are the two pillars of the programming theorem. We are applying the marking system from [3, 4]:

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, \Sigma: H^* \rightarrow H, +: H \times H \rightarrow H$  ( $H = \mathbb{N}$  or  $H = \mathbb{Z}$  or  $H = \mathbb{R}$ )  
 $\Sigma(X_1, \dots, X_N) = \Sigma(X_1, \dots, X_{N-1}) + X_N, F() = 0$

*Output:*  $S \in H$

*Precondition:* —

*Postcondition:*  $S = \Sigma(X_1, \dots, X_N)$

Sum( $N, X, S$ ):

$S := 0$

For  $i := 1$  to  $N$  do

$S := S + X(i)$

End for

End.

Generalizing this task, we will get the (sequential) **computing** programming theorem. We generalize the operation  $+$ :

1. the generalized, binary (**f**) operation should have a (left-side) zero element (**F**<sub>0</sub>);
2. when we apply the operations one after another, the result should not depend on the execution order; that is, the operations should be associative.

The operation, based on binary operation **f** and zero element **F**<sub>0</sub>, and interpreted at **H**<sup>\*</sup>, is indicated with **F**.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, F: H^* \rightarrow H, f: H \times H \rightarrow H, F_0 \in H$   
 $F(X_1, \dots, X_N) = f(F(X_1, \dots, X_{N-1}), X_N), F() = F_0$

*Output:*  $S \in H$   
*Precondition:* —  
*Postcondition:*  $S=F(X_1, \dots, X_N)$

Note: Many times, F is  $\Sigma$ , average, deviation, scalar multiplication,  $\Pi$ ,  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\forall$ ,  $\exists$ , writing one after another, Max, Min.

```
Computing(N,X,S):
  S:=F0
  For i:=1 to N do
    S:=f(S,X(i))
  End For
End.
```

Note: We indicate changes from the previous algorithms with **bold**, both here and from now on.

### 3 Counting

(Sequential) Computing can be formulated so that its result is the sum of all elements with T feature; thus, leading us to the **counting** programming theorem.

Function **F** will be a **conditional sum**. This means that we define function **f** as a **conditional function**, whose value is the first parameter + 1 if the second parameter is of T feature, otherwise it is the value of the first parameter.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, F: H^* \rightarrow \mathbb{N}, f: \mathbb{N} \times H \rightarrow \mathbb{N}, F_0 \in \mathbb{N}$   
 $F(X_1, \dots, X_N)=f(F(X_1, \dots, X_{N-1}),X_N), F()=F_0$

$$f(a, b) = \begin{cases} a + 1 & \text{if } T(b) \\ a & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_0=0$$

*Output:*  $Db \in \mathbb{N}$

*Precondition:* —

*Postcondition:*  $Db = F(X_1, \dots, X_N) \rightarrow Db = \sum_{\substack{i=1 \\ T(X_i)}}^N 1$

```
Counting(N,X,S):
  Db:=0
  For i:=1 to N do
    Db:=f(Db,X(i)) → If T(X(i)) then Db:=Db+1*
  End For
End.
```

Note: The change marked with \* is the normalized algorithmic transformation of the conditional expression.

#### 4 Maximum selection

If we replace function **f** with function **max**, we will get to one of the versions of the **maximum selection** theorem.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, F: H^* \rightarrow H, \max: H \times H \rightarrow H, F_0 \in H,$   
(H ordered set)

$F(X_1, \dots, X_N) = \max(F(X_1, \dots, X_{N-1}), X_N), F() = F_0$

$$\max(a, b) = \begin{cases} a & \text{if } a \geq b \\ b & \text{otherwise} \end{cases}$$

$F_0 = -\infty$

*Output:*  $\text{MaxVal} \in H$

*Precondition:*  $N > 0$

*Postcondition:*  $\text{MaxVal} = F(X_1, \dots, X_N)$

Maximum(N, X, MaxVal):

MaxVal := -∞

For i:=1 to N do

MaxVal := max(MaxVal, X(i))

→ If X(i) > MaxVal then MaxVal := X(i)

End For

End.

With a very simple modification, we can even define the version that provides the maximum index as well. The output, the postcondition and the algorithm change as follows:

*Output:*  $\text{MaxVal} \in H, \text{MaxInd} \in \mathbb{N}$

*Postcondition:*  $\text{MaxVal} = F(X_1, \dots, X_N)$  and  $1 \leq \text{MaxInd} \leq N$  and

$X_{\text{MaxInd}} = \text{MaxVal}$

Maximum(N, X, MaxVal, MaxInd):

MaxVal := -∞

For i:=1 to N do

If X(i) > MaxVal then MaxVal := X(i); **MaxInd := i**

End For

End.

If we make use of the precondition, we can leave out the check of the first element from the iteration; in fact, in the classical version we do not need the maximum value either. Hence, the final version is like this:

```

Maximum(N,X,MaxInd):
  MaxInd:=1
  For i:=2 to N do
    If X(i)>X(Maxind) then MaxInd:=i
  End For
End.

```

## 5 Decision

In sequential computing, function **F** can be operator  $\exists$  too, which leads us to the **decision** theorem. The operator 'or' is associative, its zero element is 'false'; thus, we can include it in the basic version.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, \exists: H^* \rightarrow L, T: H \rightarrow L, \text{or}: L \times L \rightarrow L, F_0 \in L$   
 $F(X_1, \dots, X_N) = \exists i(1 \leq i \leq N): T(X_i)$   
 $\exists i(1 \leq i \leq N): T(X_i) \equiv \exists i(1 \leq i \leq N-1): T(X_i) \text{ or } T(X_N)$   
 $f(a,b) = a \text{ or } b, F() = F_0 = \text{false}$

*Output:*  $\text{Exists} \in L$

*Precondition:* —

*Postcondition:*  $\text{Exists} = \exists i(1 \leq i \leq N) T(X_i)$

```

Decision(N,X,Exists):
  Exists:=false
  For i:=1 to N do
    Exists:=Exists or T(X(i))
  End For
End.

```

Note: In the iteration, the variable **Exists** can change in the following way:

- false, ..., false, true, ..., true
- false, ..., false

that is, either it remains to be false all through, or it becomes true and stays like that. Consequently, once it becomes true, the iteration can stop. Before it does, it is constantly false, so we do not need to change value. The decision programming theorem derives from this: by the end of the iteration we will be able to distinguish which of the two cases we are dealing with.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, T: H \rightarrow L$

*Output:*  $\text{Exists} \in L$

*Precondition:* —

*Postcondition:*  $\text{Exists} = \exists i(1 \leq i \leq N) T(X_i)$

```

Decision(N,X,Exists):
  i:=1
  While i≤N and not T(X(i))

```



```

    i:=i+1
  End While
  Exists:=(i≤N)
End.

```

## 6 Selection, Search

At the end of the decision iteration, the value of variable **i** is the ordinal number of the item of feature **T**, provided that we know such an item exists (that is, the iteration will stop once an item is found) → **Selection** theorem.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, T: H \rightarrow L$   
*Output:*  $S \in \mathbb{N}$   
*Precondition:*  $\exists i (1 \leq i \leq N) T(X_i)$   
*Postcondition:*  $1 \leq S \leq N$  and  $T(X_S)$

```

Seeking(N,X,S):
  i:=1
  While i≤N and not T(X(i))
    i:=i+1
  End While
  S:=i
End.

```

The ordinal number of an element of **T** quality is  $N + 1$  if it has not gone beyond the end of the sequence. If it has → **Search** theorem.

*Input:*  $N \in \mathbb{N}, X \in H^N, T: H \rightarrow L$   
*Output:*  $\text{Exists} \in L, S \in \mathbb{N}$   
*Precondition:* —  
*Postcondition:*  $\text{Exists} = \exists i (1 \leq i \leq N) T(X_i)$  and  $\text{Exists} \rightarrow 1 \leq S \leq N$  and  $T(X_S)$

```

Search(N,X,Exists,S):
  i:=1
  While i≤N and not T(X(i))
    i:=i+1
  End While
  Exists:=(i≤N)
  If Exists then S:=i
End.

```

## 7 Conclusion

From the above analysis, we can see that the first 6 theorems (sequential computing, counting, maximum selection, decision, selection and search) all originate

from one programming theorem, namely sequential computing, which is simple summation.

Nevertheless, we are not saying that it is useless to manage these 6 theorems independently. Beginner programmers will recognize the programming theorems while dealing with the different task types, which, in the case of basic theorems, correspond to the above defined six [1, 3]. With more advanced programmers, it would be worth to base the theorems not on the task types but on the solution types. In that case, decision, selection and search are three sub-types of the same solution principle; therefore, they can be considered as one programming theorem [2].

This article was supposed to demonstrate that theoretically it is sufficient to check the validity of the first programming theorem because all the rest can be deduced from it. In sum, if sequential computing is correct, so are the others.

## References

1. SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L. *Módszeres programozás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1986. ISBN 963106820-X.
2. GREGORICS, T. *Programozás – tervezés*. ELTE-Eötvös Kiadó, 2013. ISBN 9789633120644.
3. SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L. et al. *Programozási alapismeretek*. [on-line] (<http://progalap.elte.hu/downloads/seged/eTananyag/>). ELTE Informatikai Kar, 2012.
4. SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L. et al. *Módszeres programozás: programozási tételek*. Mikrológia 19. ELTE Informatikai Kar, 2008.

**Reviewed by:** doc. Dr. Pap Gáborné, PhD.

## Contact address

doc. Dr. Péter Szlávi, PhD.

Department of Media and Educational Informatics, Faculty of Informatics, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary

E-mail: szlavip@elte.hu

Dr. Gábor Törley, PhD.

Department of Media and Educational Informatics, Faculty of Informatics, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary

E-mail: pezsgo@inf.elte.hu

doc. Dr. hab. László Zsakó, PhD.

Department of Media and Educational Informatics, Faculty of Informatics, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary

E-mail: zsako@caesar.elte.hu

# THE TWO WORLDS OF PROGRAMMING

Zsuzsanna SZALAYNÉ TAHY, Zoltan CZIRKOS, HU

**Abstract:** At a faculty of a science university, like ELTE IK, programming is derived from math. At a faculty of a technical university, like BME-VIK the focus is on engineering and programming is a part of it. There are introductory curricula to programming on both faculties, but the teaching method and the paradigms being taught are different. Both faculties enrol more than five hundred students a year, but the curricula are difficult for many of them. Moreover, the number of enrolled and qualified students will be doubled in the future. Our research aims to improve the effectiveness of teaching in both faculties. Both curricula were analysed empirically based on educators' and students' opinions and observations; compared to documents, papers and exams. In order to determine the effect of prior knowledge on the results of exams, a survey was conducted in September 2015 at BME and it was repeated on the first week of the semester in 2016, at both faculties. We have selected the most determinative topics and skills that are necessary or important for passing the exams. Having compared them to the empirical analysis, we have made a proposal for the curriculum development. On the side of public education: knowing the influence of prior knowledge and the differences between curricula, students can prepare themselves more effectively for the university and by seeing the differences, they can choose the faculty which is more suitable for their personal attitude.

**Keywords:** programming, teaching methods, curriculum, skills.

## 1 Introduction

Youngsters who want to become programmers must choose a proper degree program. They find two universities in Budapest side by side where the programming courses seem to be very similar. Their typical questions are: "What are the differences between these courses?" and "Which one should I apply for?"

We explore the teaching method of basics of programming courses at Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics (ELTE-IK) [1] and Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics (BME-VIK) [2]. They are the most important faculties in Hungary, both having 500–600 students each year. The teaching practice of programming methods is quite different at the two institutes, but the problem is the

same, as everywhere in the world: learning programming is difficult, the efficiency of programming courses should be increased. Changing the research method – trying to prove a preconception – found in [3, 4], we assess wide range of prior knowledge and compare it to each result of courses to find the importance of each input skill. The published comparative analysis detects many differences in the examined courses [5]. According to the classification of [6], ELTE IK follows methodical/algorithmic- and specification-oriented method and develops a theoretical, mathematical knowledge. The Computer Science degree program focuses on programs and modelling. On the contrary, BME-VIK combines more methods as it develops practical programming knowledge. The main methods are data-, problem-, language- and instruction-oriented. The Engineering Information Technology degree program develops programming skills.

Our previous article [5] showed the differences in the curriculum but the answer to the students' second question ("Which university should I apply for?") required more research. In the second phase of our research the focus turned to skills. The questions were:

- What are the difficulties during the first semester in learning programming for students?
- What kind of prior knowledge determines the success of the course?

## **2 Difficulties in learning programming**

The most emphasized problem at Basic Knowledge of Programming on ELTE that was mentioned by the educators is related to Nassi-Sneidermann diagrams (structograms). The curriculum describes the process of program design as follows:

1. Define requirements for input and output data using formal notation
2. Design the algorithm by drawing structograms
3. Implement the program by writing C++ code
4. Test...

As educators have reported, many students (would like to) skip the second step. Students understand what a structogram shows, they can turn it into code but they can't design it and draw it.

On the side of students, the most difficult point in the curriculum is to learn three abstraction levels in parallel. (1) Specification requires mathematical abstraction skills that are beyond the knowledge of beginners. (This is why the formal specification is usually accepted if it contains minor errors.)

(2) Design requires practice in using structograms, which are easy to understand but difficult to reproduce. (3) Implementation means programming. Students prefer writing code and running the software. many of them cannot draw a structogram without trying the program first.

The Basics Knowledge of Programming course of ELTE is not only for computer scientists, but it is to be attended by informatics teachers as well. They have the same curriculum, but their results are significantly worse.

The most emphasized problem in Basics of Programming 1 at BME is using indirection, understanding the connection between the data itself and its reference (pointer). It is often seen that students' problems regarding this topic are induced by lack of understanding of earlier topics. Although they use arrays to store a series of data, indirect and random access to elements (e.g. understanding the connection between elements and indices) is difficult for some. The tests at BME expect students to have practice in designing and using data structures, which is more difficult when the abstraction gets closer to the physical level.

How can these problems of both curricula be solved? Do the problems stem from the students' insufficient prior knowledge? How can educators improve the teaching effectiveness? To answer these questions a survey was conducted in September 2015 (only at BME) and it was repeated in 2016 (at both faculties), on the first week of the semester and the responses were compared to the partial and the results.

**Table 1:** The characteristics of the examined groups.

Group	No. of students	AVG of Marks (scale [0, 5])	DEV of Marks	Responses					
				No. of students	%	Freshly graduated	Graduated earlier	AVG of Marks	Dev of Marks
ELTE'16	547	3.29	1.86	284	52%	158	126	3.43	1.77
(Teacher	49	2.32	2.10	17	35%	7	10	3.00	2.06)
BME'16	617	2.94	1.76	239	39%	205	34	3.48	1.64
BME'15	565	2.88	1.76	318	56%			3.30	1.67

### 3 The effect of prior knowledge on the exams

The survey contains twenty-six questions. Three of them concern the learning habits of students. Some of the remaining twenty-three ask about the achievements in secondary school subjects. Since many of the students had not taken a graduation exam in some of those subjects, the options were supplemented with an explanation of the required skills. Other questions require students to choose the best fitting answer with no scaling, but the options correspond to different levels of our Learning Activity Unit as defined earlier in [7]. In this case, the answers describe different opinions and attitudes and the assigned value shows the usefulness of the knowledge. For example, the question about the knowledge of structograms:

*The structogram...*

*... I've never heard this word. (1)*

*... I can't spell it, but I've seen boxes like this stuff. (2)*

*... some say it is illustrative, but we should rather describe algorithms in words. (4)*

*... is an illustrative representation of control structures (5)*

The draft analysis contains averages and deviations for all questions and for all evaluations of subjects. In order to find relations between prior knowledge and the results of evaluations, each question was correlated to every evaluation. With respect to the result of evaluations, the average value and deviation of answers is said to be high if they are higher than other values in Table 1. (This means being higher than the  $\frac{1}{2}$  of the cells for the averages and being higher than  $\frac{3}{4}$  of the cells for the deviations.)

#### 3.1 Observations

The most interesting finding of the survey was that the result of projects (homework) are less dependent upon the prior knowledge than any other result, in all groups.

Structograms (row 20) are little known. The correlation with ELTE'16 1st paper is much more definite than any other relation. Here another teaching method would be needed due to missing prior knowledge and its effects on the results. (The visible difference between ELTE and BME shows that knowing structograms is not required at BME.) As drawing the structogram is the problem (students cannot visualize it in advance, therefore cannot draw it), a solution would be to drop drawing and use some modelling software instead. The order of papers could also be changed to give students more time to practice. Practically this means that educators should accept if students prefer writing code first. Also, educators should realize that structograms do not aid the designing of algorithms. It is only a form of documentation.

**Table 2: Input survey – result and correlation to qualification.**

Topic of the Questions	AVG [2, 5]		DEV [0, 2]		Correlations of Responses and Evaluations [-0.15, 0.45]																													
					ELTE 2016				Teacher				BME 2016				BME 2015																	
	ELTE 2016 Teacher	BME 2016 BME 2015	ELTE 2016 Teacher	BME 2016 BME 2015	Test	1st Paper	2nd Practice	Global exam	Project	Avg	Mark	Test	1st Paper	2nd Practice	Global exam	Project	Avg	Mark	Paper 1&2	Exam 1 (w)	Paper 3&4	Paper 5&6	Exam 2 (w)	Project	Sum	Mark	Paper 1&2	Exam 1 (w)	Paper 3&4	Paper 5&6	Exam 2 (w)	Project	Sum	Mark
1. Level of (Hungarian) grammar																																		
2. Foreign language knowledge																																		
3. Speed of typing																																		
4. Install C::B (learning environment)																																		
5. English Language knowledge																																		
6. Maths knowledge level																																		
7. Level of using Excel																																		
8. Level of (Hungarian) spelling																																		
9. Practice in binary number representation																																		
10. Level of blind typing practice																																		
11. Practice in mathematical logic																																		
12. Level of using Databases																																		
13. Relevance of the learned programming language																																		
14. Known data structures																																		
15. Relevance of prog. algorithms																																		
16. Level of programming knowledge																																		
17. Use of development environments																																		

Database knowledge (row 12) is more relevant at BME than ELTE (correlations are higher). The lack of prior knowledge could cause problems, as mentioned previously. The high level of spreadsheet knowledge reported by the students could be the basis of introduction to references and indirection. Although teachers form a very small group at ELTE, all correlations to database knowledge are three times higher than in other groups.

The only mandatory subject for university admission is Math. It features high average and low deviation and it is very determinative (row 6). Some topics of Math were specifically in the questionnaire (rows 9, 22). The comparison of little deviation of Math grades and the deviation of results in programming courses shows that even a small deficiency in Math knowledge is reflected in drastically worse results.

On the other hand, Physics (row 19) has low average and shows high deviation. The correlations show that the importance of Physics on BME is higher than on ELTE.

The highest correlations with ELTE's and BME's evaluations are seen in rows 13–18. The averages and deviations of these questions are close to the final evaluation. All six questions focus on programming skills. The aim of question 16 was to determine the relevance of learning programming in high school. The result shows that basic programming skills are very important for success. This prior knowledge, programming itself, is the foundation for development. Regarding the teachers, only the final exam has high correlation with this question, and the results are poor.

An interesting question arises when exploring the answers regarding typing, foreign language, spelling and grammar (rows 1, 2, 3, 5, 8, 10). These answers give very high averages and close to zero, sometimes negative correlation to evaluations, except for teachers. Deviations are not reflected in evaluations. The result shows that if the programming skills are high enough, the average of prior knowledge in linguistic topics is higher than needed. Regarding these topics, the less prepared students are as successful as the most prepared ones. Negative values on correlations show that written tests could be more difficult for a perfect typewriter because she does not practice handwriting. Moreover, students who have difficulties in these topics are helped in administrative way (they get more time). But in case of missing programming skills, these skills can become advantages.



## 4 Proposals, considerations

### 4.1 Students' aspects

Students are suggested to be as good as possible in topics where the correlation and the deviation are high, because those topics seem to be determined by prior knowledge. The most important topics that have the strongest correlation with the tests, in 2016 on ELTE are:

1. Maths knowledge level
2. Known data structures
3. Relevance of programming algorithms
4. Practice in mathematical logic
5. Use of development environments
6. Learning programming

The 1st, 3rd and 4th topics form the basis of the curriculum. It should be clear that inside the general Math knowledge, mathematical logic is emphasized. The focus of the curriculum is on algorithms but there are no programs without data. Also, the development environment is out of teaching focus. Therefore, without knowing the basics of programming, studies become difficult.

The topics with the highest correlations on BME in 2016 are:

1. Level of programming knowledge
2. Physics knowledge level
3. Use of development environments
4. Learning of programming algorithms
5. Maths knowledge level
6. Known data structures

The same topics are seen in the previous year's research in a slightly different ordering. The most important requirement here is to have practice in programming, some algorithmic skills and some familiarity with development environments. This is the foundation of learning dynamic data structures and C language. Physics is as important as Maths, but less important than on ELTE.

Comparison of two training courses: ELTE expects precisely planned algorithms that obey the rules of structural programming and use complex logic expressions while BME uses a more permissive and practical approach and let students to use break statement and multiple function exit-points. On the other hand, BME expects precisely defined data structures and dynamic

memory allocation, while the curriculum of ELTE is more relaxed regarding this topic, suggests estimating upper bounds for array sizes. The two different approaches are stated clearly in priorities, expectations and everyday teaching practises.

## 4.2 Curriculum development

Educators are suggested to change those teaching methods where students' result is low but the correlation with the prior knowledge is high. This combination shows that the students' results come from the prior knowledge rather than effective learning during the course. Exploring the averages, we can see the yearly changes in knowledge of enrolled students. Table 2 implies that structograms and other algorithm modelling tools are less and less taught in public education.

Additional results can be found when we explore the differences between the group of Informatics teachers and engineering/computer science students. In teachers' education, lower level of prior knowledge in programming is seen. Students are not prepared well enough, yet they seem to overestimate their Maths knowledge. Since the group is small (17 people), further research is needed. Their results are so different that it raises the question whether they need a different learning method than computer scientists. They are not required to design complex programs, nor use mathematical representations.

## 5 Summary

Programming curricula at science and technical universities are like yin and yang. Two opposite parts that complement each other. The input survey presented in this article covers both parts and compared the responses to the results of the evaluations. The analysis shows the current status and can help to determine the areas of development of teaching and learning methods to reach a valuable, high average output. The input survey, compared to earlier and other groups' results, can help to adapt the prior knowledge of students and choose effective teaching methods. Analysing the prior knowledge of enrolled students and the efficiency of course in informatics teacher education would be more important. It seems to be another world of programming.

## Bibliography

1. PAPP, G. – HORVÁTH, G. – SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L.: *Programozási alapismeretek*. ELTE IK, Budapest, 2016. [Online]. (<http://progalap.inf.elte.hu/>). [Accessed on: 28 April 2017].

2. CZIRKOS, Z.: *INFOC*. BME EET, Budapest, 2016. [Online]. (<https://infoc.eet.bme.hu/>). [Accessed on: 28 April 2017].
3. DEHNADI, S. – BORNAT, R. – SIMON: Mental models, consistency and programming aptitude. In: *Proceeding ACE '08 Proceedings of the tenth conference on Australasian computing education*. Vol. 78 p. 53–61. ISBN 978-1-920682-59-0.
4. NIKULA, U. – GOTEL, O. – KASURINEN, J.: A Motivation Guided Holistic Rehabilitation of the First Programming Course. In *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 11, No 4, p. 24:1--24:38. 2011. DOI: 10.1145/2048931.2048935.
5. SZALAYNÉ TAHY, Zs. – CZIRKOS, Z.: „ProgAlap” és ami mögötte van. In *8. InfoDI-DACT, Zamárdi : Webdidaktika Alapítvány*, 2015. ISBN 978-963123892-1.
6. SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L.: Methods of teaching programming. In *Teaching mathematics and Computer Science*, vol. 01(2), pp. 247–258., 2003. DOI: 10.5485/TMCS.2003.
7. SZALAYNÉ TAHY, Z. – CZIRKOS, Z.: “Why Can't I Learn Programming?” The Learning and Teaching Environment of Programming. In *Brodnik, A. – Tort, F. (eds.) Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception*. ISSEP 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol. 9973. Springer, Cham DOI: 10.1007/978-3-319-46747-4\_17.

**Reviewed by:** Sándor Király PhD., associate professor

### Contact address

Zsuzsanna Szalayné Tahy

Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics

Pázmány Péter sétány 1/c, Budapest 1117. Hungary

E-mail: [sztzs@caesar.elte.hu](mailto:sztzs@caesar.elte.hu)

Zoltan Czirkos

Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

E-mail: [czirkos@eet.bme.hu](mailto:czirkos@eet.bme.hu)

# THE TECHNICAL SOLUTION OF PASQUIL – PART OF THE FUTURE INTERACTIVE TEXTBOOK

Roman HORVÁTH, SK

**Abstract:** The Pascal language is the language of choice in introductory programming courses at Faculty of Education of Trnava University in Trnava. As described in [1] this decision has been made because of several factors. For example, we expected the improvement of student's results; further, our students are the future teachers and they should be familiar with the Pascal language, because this language is widely used at Slovak primary and secondary schools. This article describes the technical solution of Pasquil which is interpreter of Pascal made in Java and which will be part of interactive textbook for the programming courses.

**Keywords:** teaching programming, Pascal as metalanguage, interactive textbook, Pascal interpreter in Java.

## 1 Introduction

The Pascal language can be very good tool for teaching programming at least within the introductory phase. Its syntax is easy to understand, readable and writing first simple programs does not require much effort from the students (comparing to Java for example, where even first very simple program requires a class definition – so the best approach in this case is to use a template that might be not fully understood by the students). The Pascal language can be also used as a metalanguage to describe the algorithm, but per our experience it is better when students can run the code instead of just looking at it.

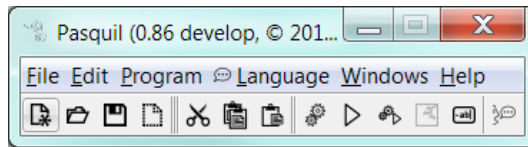
This was the reason why we returned from Java and start to use traditional Pascal IDE's within the introductory programming lessons [1]. The negative aspect of this approach is that the students do not accept these IDEs well. They are "old fashioned" and not much user friendly. This is one of factors that plays the role in creating new environment described in this article.

Another factor is our motivation to create the new textbook of programming. There are many study materials for programming lessons, but they are "scattered" – they do not use single language and the knowledge are not presented in one consistent form. We want to unify them and create one compact and interactive textbook. Pasquil should be integral part of it.

## 2 The Pasquil Environment

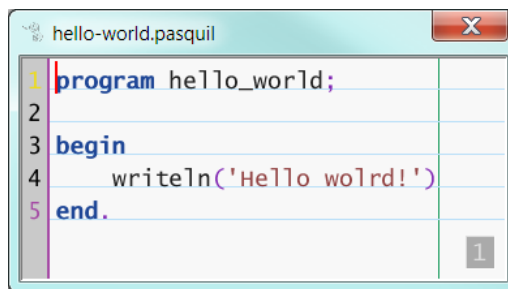
The development of Pasquil started in 2015. This tool should provide as simple environment as possible. Using this environment, students should focus on single thing – writing algorithms and try to understand them – learn the programming.

The main panel of the Pasquil environment is shown in Figure 1. It is simple toolbar with main menu. This panel plays the role as a manager of opened files whose contain source codes. This is the central part of the Pasquil environment.



**Figure 1:** The main panel of Pasquil.

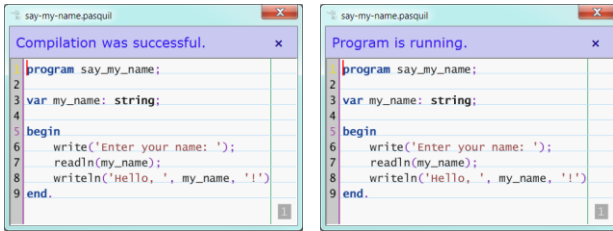
The source code editor is shown in Figure 2. Even the editor is very simple and minimalist. The idea is to hide as much technical background as possible. We hope that this approach will help the students to focus at the important part – the code and understanding its functionality.



**Figure 2:** The editor window of Pasquil.

## 3 The Pasquil's Core

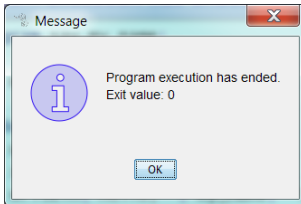
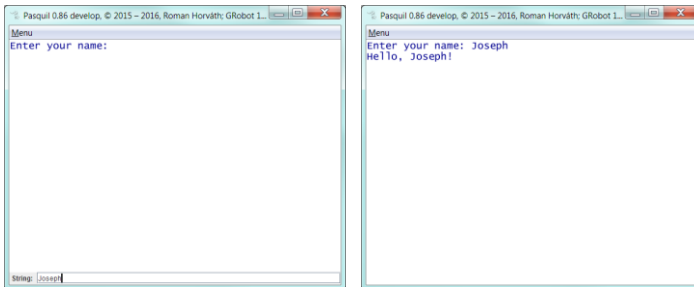
The core uses several libraries developed by author of this article. First is framework named GRobot [2] that has been developed since 2010. Another is library called Volgis and this is Pasquil's internal library for human language, Pascal language and GUI functions and other features.



```

3 import static java.lang.Math.*;
4 import static java.lang.System.*;
5 import static volgis.PasquillErrors.*;
6 import volgis.PasquillSystem;
7 import volgis.PasquillArray;
8 import volgis.PasquillCharacterArray;
9 import volgis.PasquillDoublePointer;
10 import volgis.PasquillIntegerPointer;
11 import volgis.PasquillLongPointer;
12 import volgis.PasquillRealPointer;
13 import volgis.PasquillShortPointer;
14 import volgis.PasquillSmallIntegerPointer;
15 import volgis.PasquillSmallRealPointer;
16 import volgis.PasquillSmallStringPointer;
17 import volgis.PasquillString;
18 import volgis.PasquillStringPointer;
19 import volgis.PasquillText;
20
21
22
23
24 public class Say_my_name extends PasquillSystem
25 {
26     /* 2, 4 */ PasquillString
27     /* 2, 2 */ my_name
28     = new PasquillString()
29 ;
30     private Say_my_name()
31 {
32
33         /* 5, 2 */ write
34         (
35             /* 5, 4 */ "Enter your name: "
36         );
37     }
38     {
39         PasquillStringPointer my_nameP =
40         {
41             new PasquillStringPointer(my_name.toString());
42         };
43         my_nameP
44         {
45             my_name.copy(my_nameP.get());
46         };
47     }
48     /* 7, 2 */ writeLn
49     (
50         /* 7, 4 */ "Hello, "
51         /* 7, 6 */ my_name
52         );
53     /* 7, 8 */ '!'
54     ;
55     }
56     }
57     static
58     {
59         public static void main(String[] paramStr)
60         {
61             Svet.pozitkov(gurdcU);
62         }
63     }
64     Svet.pozitkov(gurdcU);
65     Svet.kbry();
66     }
67     }
68     }
69     try
70     {
71         PasquillSystem.paramStr(new java.io.File(Say_my_name.class
72         .getProtectionDomain().getCodeSource().getLocation()).
73         getPath()).getAmountOfPath(), paramStr);
74     }
75     catch (java.io.IOException error)
76     {
77         System.err.println(error.getMessage());
78         PasquillSystem.paramStr(null, paramStr);
79     }
80     try
81     {
82         new Say_my_name();
83     }
84     catch (Throwable error)
85     {
86         reportError(error);
87     }
88     if ($exit$meatata())
89     {
90         $io$readline(true);
91         readLn();
92         readLn();
93         readLn();
94     }
95     }

```



**Figure 3:** All phases of the program execution. Starting from first line– compilation and execution (notice the information in the panel within the editor window); complete source code transcribed to Java; two steps of execution; and dialog that can be invoked after program ends clicking on the information panel within the editor window.

The process of execution a program written in Pasquil consists of two main phases. The first main phase is the compilation. It contains two sub-phases. First, the program written using standard Pascal syntax is rewritten to Java code that has many dependencies on the Volgis and GRobot packages. Second, the Java code is compiled. The second main phase is running the compiled code which just means the execution of compiled Java classes (this phase assumes that the first phase – the process of compilation – was successful).

If the process of compilation fails, student is informed about the error or errors that occur during the compilation process. The most errors are reported directly by the Java compiler, but not all errors can be checked this way. The compilation process must include checking of some Pascal specific situations that cannot be checked by the Java compiler, for example: a superfluous semicolon before the “else” keyword, invalid attempt to modify the for-control variable within the cycle body, and so on.

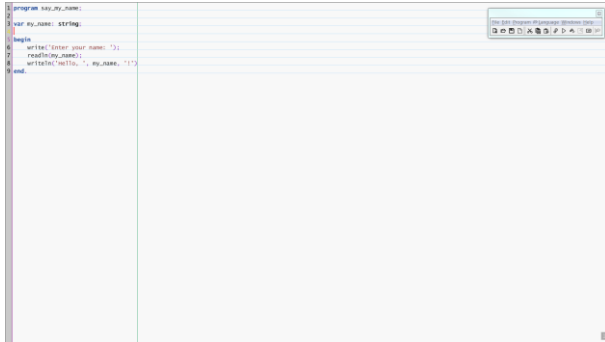
The Figure 3 depicts the example of the above described process. In the code transcribed to Java (second line of the figures) can be seen that few dependencies are in Slovak language. That is because the GRobot framework is created using Slovak language. The reasons are little bit lengthy and they are described e.g. in [3, 4, 5]. Currently, this cannot be changed, because the GRobot framework is too huge to be translated to English by a simple way (around 100 000 lines of code including documentation). But the plan is to create specialised program that will be able to translate the GRobot framework automatically (excluding the documentation).

#### **4 Another Functions and their Use**

This section contains short description of few features that can be used in the teaching process.

The first is full screen mode (see Figure 4). Each editor window can be switched to full screen mode quickly – using keyboard shortcut or another control. This mode can be used to quickly hide everything except the window containing the code.

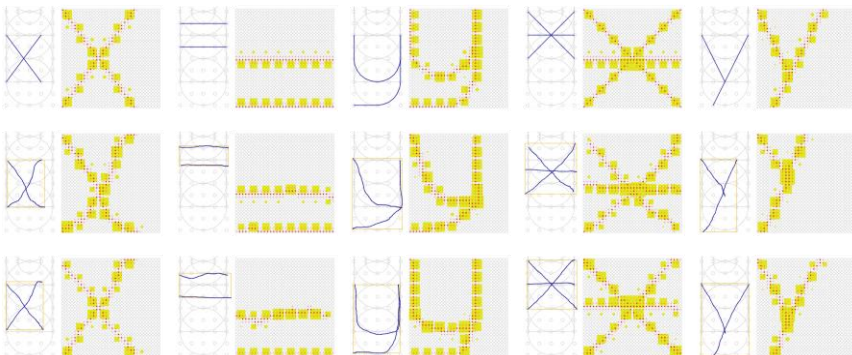
This action should underline to the students what should they look at and focus to. It also gives the software the ability to get an exclusive space for the content presentation – writing the code and it can provide a better appearance in some cases, for example with use of interactive blackboard.



**Figure 4:** The full screen mode of the editor window.

The second is handwriting module. This module (see Figure 5) is still under development, but the first tests are promising. It can be used with interactive blackboard to write the code by hand.

This module is implemented because of the differences between interactive blackboard types. Not each type of the interactive blackboard contains this functionality or the implementation may not fulfil the teacher’s needs. Writing the code using pen and hand may be useful. The teacher standing in front of the blackboard is in better position than a teacher sitting behind a computer monitor.

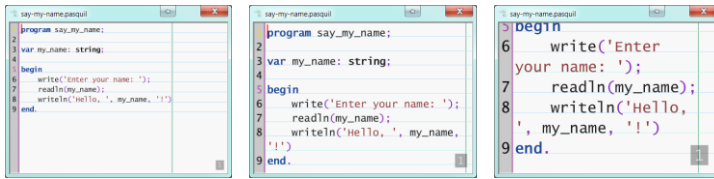


**Figure 5:** The handwriting module. First line contains the exactly defined templates, second line shows attempts that does not match to the templates, and third line shows successfully matched shapes (both painted by hand).

The next is zooming the code. The code in editor window can be zoomed easily using the control key with mouse scroll button (see Figure 6). Obviously,



this feature is useful to improve the code readability on the screen or the blackboard.



**Figure 6:** Several phases of the zooming process.

Other features are planned, but it is not relevant to describe them in detail until they are not fully implemented. We can name some of them:

- splitting the editor in two or more panes to show more code – see the Figure 4: the space in full screen mode is used unevenly so the split pane feature seems to be the logical solution;
- automatic layout of editor windows – this can be used, for example, in cases when teacher needs to show more editor windows at once on the screen;
- bilingual code views – this feature will use the dictionary to translate the English Pascal syntax to another human language by choice, we would like to have the possibility to show the code in student's native language; the bilingual view can be used to supply the metalanguage textual function of the source code;
- simple debugger – because this feature is very important for the teaching process; etc.

Each feature has specific purpose; each can be useful.

## 5 Conclusion

This article describes the technical solution of the new environment that is currently in the development process. We asked students for the first opinions on the environment. Their responses (mostly positive) will be described in separate article. The plan is to make this environment the core part of interactive textbook that will provide a great opportunity for self-study to the students and pupils.

## References

1. Horváth, Roman: Why Are We Returning from Java to the Pascal Language? In *Teaching Mathematics and Computer Science*. ISSN 1589-7389. Vol. 14, no. 1(2016), p. 132.
2. Horváth, Roman: *Dokumentácia skupiny tried grafického robota pre Javu*. Recenzenti: Veronika Stoffová, Jana Jurinová. 2. prepracované vydanie. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2014. [27,67 AH]. ISBN 978-80-8082-796-0. (<http://cec.truni.sk/horvath/GRobot/>).
3. Horváth, Roman – Javorský, Stanislav: New Teaching Model for Java Programming Subjects. In *Procedia – social and behavioral sciences*. ISSN 1877-0428. No. 116(2014), pp. 5188–5193.
4. Horváth, Roman – Mišút, Martin: New way of teaching programming at university. In *XXVI DidMatTech 2013*. Győr : University of West Hungary, Apáczai Csere János Faculty, 2014. ISBN 978-963-334-185-8. Pp. 159–164.
5. Horváth, Roman: Teaching one Language in More Depth is better than Many Languages Superficially. In *ICETA 2011*. Budapest, Hungary : Óbuda University, 2011. ISBN 978-1-4577-0050-7. Pp. 71–74.

**Reviewed by:** Ing. Jana Jurinová, PhD.

## Contact address

Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

Department of Mathematics and Computer Science,  
Faculty of Education, Trnava University in Trnava,  
Priemyselná 4, P. O. Box 9, 918 43 Trnava, Slovak Republic  
E-mail: roman.horvath@truni.sk

# CREATING INTERACTIVE JAVASCRIPT ANIMATIONS FOR DEMONSTRATING ALGORITHMS ON ONE-DIMENSIONAL ARRAYS

Ladislav VÉGH, SK

**Abstract:** Different algorithms on one-dimensional arrays are some of the basic algorithms that first-year undergraduate students learn during introductory programming courses. Visualizations of algorithms can help students to understand these algorithms, however, developing such animations with high educational efficiency is hard for content developers. In this paper, we introduce a JavaScript library (“inalan”) that can be helpful for creating interactive animations demonstrating algorithms on one-dimensional arrays (e.g. summing the elements of an array, mirroring an array, searching and sorting algorithms). The developed animations have many features that follow the principles and suggestions from literature for creating educationally effective animations.

**Keywords:** algorithm animations, interactive animations, developing educational animations.

## 1 Introduction

One-dimensional array is usually one of the first data structure that first-year undergraduate students learn during the algorithmization and programming courses. There are many algorithms on arrays which can be visualized. For example, swapping two selected elements of an array, summing the elements of an array, mirroring an array, searching algorithms (searching the minimum or maximum, indexes of minimum or maximum, linear or binary search of a sorted array), or sorting algorithms (simple exchange sort, bubblesort, insertion sort, selection sort, quicksort, mergesort).

However, creating educationally effective animations is not an easy task for content developers. There have been many pedagogical experiments in the field of using algorithm animations in education [1–5]. The results of these researches show that using animations in education is not educationally effective in every case. Educationally effective animations usually follow the principles of multimedia learning [6] and are interactive [2]. Based on the pedagogical experiments, there have been many recommendations that can be used for developing high-quality, educationally effective animations for teaching and learning algorithms [7–12].

## 2 The “inalan” JavaScript library

To create interactive animations of algorithms on one-dimensional arrays, we have developed a JavaScript library called “inalan” (Interactive Algorithm Animations JavaScript Library) which is available at <http://inalan.ide.sk/> website.

### 2.1 Motivation and goals

Many different types of algorithm animations exist for teaching and learning algorithms. Some of them focus only on the understanding of the main ideas [13, 14], while others concentrate on the comprehension of algorithms in details, in lower abstraction levels [10].

Our goal was to create such JavaScript library that is easy to use for creating interactive animations of basic algorithms on one-dimensional arrays, while the developed animations focus on the details and follow the principles and suggestions from the literature [6, 7, 9].

### 2.2 Features of our interactive animations

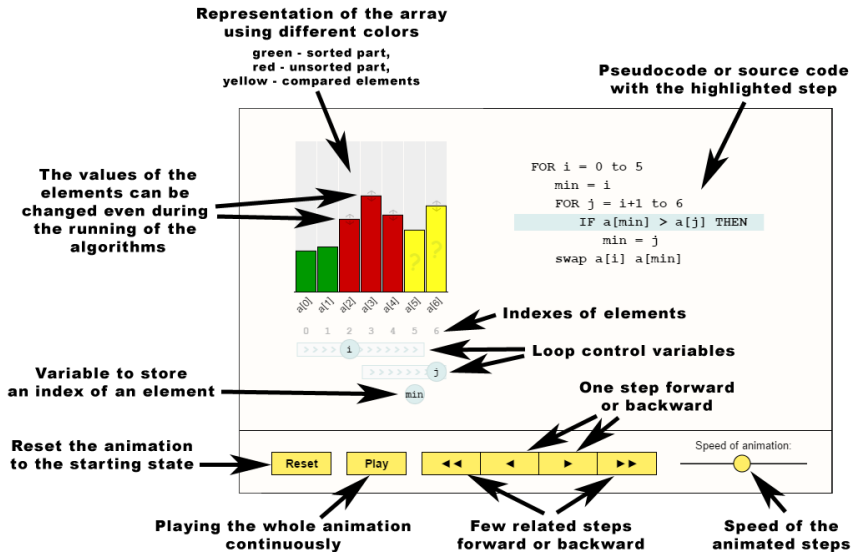
Interactive animations created with the “inalan” JavaScript library have a similar look, they contain (see Figure 1):

- Columns that represent the array, where the highs of the columns represent the values of the elements, and the colors of the columns represent the state of the elements (unsorted, compared, sorted);
- Animated indexes of loop control variables, or variables that store some specific indexes (e.g. the index of the minimum element);
- Pseudocode or source code of the algorithm, where the currently executed step of the algorithm is highlighted;
- Control buttons to play, stop, or restart the animation; step the animation forward or backward; or to change the speed of the animation.

Students can control the interactive animations in different ways (see Figure 1):

- There is a possibility of playing the animation continuously using the “Play” button. In this mode, users can change the speed of the animation, stop the animation or restart the animation.
- Another way of playing the animation is by using the “◀◀” and “▶▶” control buttons, where only a few related steps are played continuously. The animation stops after playing these related steps and the user must click on the button again.

- The third way of playing the animation is by using the “◀” and “▶” buttons. In this mode, only one step of the algorithm is played, so the user must click the button after every step.



**Figure 1:** Different parts of an interactive animation created with the “inalan” JavaScript library.

The first mode of playing the animation is recommended to use when students see the animation first time. In this mode, they should concentrate on the essential aspects of the algorithms, paying attention to the animated colored columns only that represents the array.

After understanding the main steps, it is recommended to animate the algorithm again, step by step, using the second or third mode. While the animation is played in these stepping modes, students should focus on the index variables and source code of the algorithm, too.

The animations created with “inalan” JavaScript library offer one more, a specific way of interactivity. Students can change the values of elements during the animation by changing the heights of the columns. Using this possibility, students have more opportunities to experiment with the algorithms. They can play different parts of the algorithms more times with changed data sets. Of course, the possibility of changing the value of an element is controlled by

the animations; for example, it is not possible to make any changes on the already sorted part of the array.

### 2.3 Using the “inalan” library for creating animations

Creating an interactive animation using the “inalan” library is relatively simple. First, developers have to create a Stage object that contains the control buttons on the bottom. Next, creators of the animations can put different objects on the canvas (VisuVariable, VisuArray, VisuCode, VisuLabel, VisuButton, or VisuScrollbar). Finally, it is necessary to define some simple, few line long JavaScript functions. These functions will be the steps of the demonstrated algorithms. The sequence of executing these steps can be defined by the setSteps method of the Stage object. The detailed description of the “inalan” JavaScript library with example codes can be found on the wiki pages: <https://github.com/veghl/inalan/wiki>.

### 3 Some interactive animations created with the “inalan” library

After developing our JavaScript library, we created various interactive educational animations for teaching and learning algorithms on one-dimensional arrays.

- The first group of interactive animations contains visualizations of some basic algorithms: swapping two variables, summing the elements of an array, mirroring an array, searching the maximum or minimum of an array, or searching the indexes of the maximum or minimum of an array.
- The second group of interactive animations contains visualization of non-recursive sorting algorithms: simple exchange sort, bubblesort, improved bubblesort, insertion sort, improved insertion sort, minsort and maxsort.
- The last group of interactive animations that we created contains visualizations of two recursive sorting algorithms: quicksort and merge sort.

All these animations can be found on the website <http://anim.ide.sk> (see Figure 2). The animations have been used for teaching algorithms during the “Algorithmization and programming” courses at J. Selye University in Komárno, Slovakia since the academic year 2015/16.

### 4 Conclusion

The “inalan” JavaScript library helped us to develop interactive animations easier and quicker. Furthermore, the animations had a similar look, which helped students to experiment with a group of animations, e.g. they had to learn the functions of the control buttons only once. Students liked the

visualizations; using these interactive animations, it was easier and quicker for them to understand the algorithms than using only static images or textual explanations.

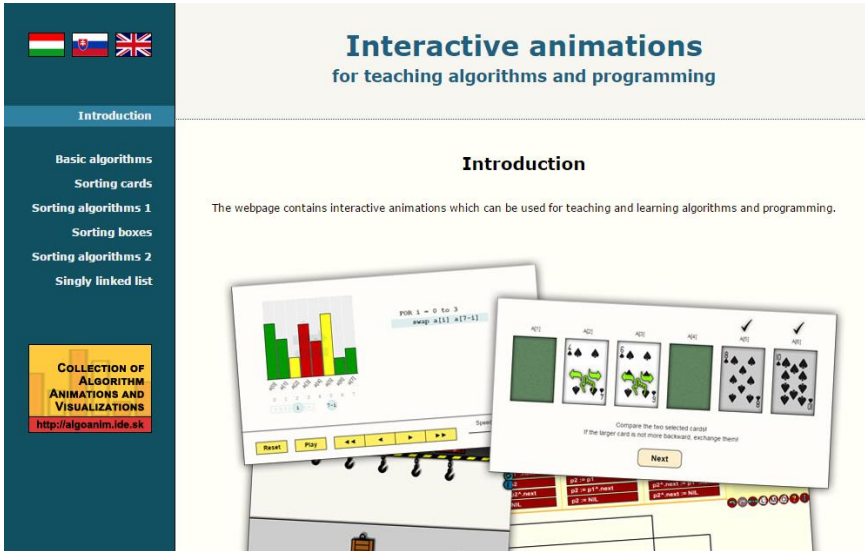


Figure 2: The “anim.ide.sk” website containing interactive animations.

## References

1. KEHOE, C. – STASKO, J. – TAYLOR, A.: *Rethinking the evaluation of algorithm animations as learning aids: an observational study*. International Journal of Human-Computer Studies, 2001. **54**(2): p. 265–284.
2. HUNDHAUSEN, C. D. – DOUGLAS, S. A. – STASKO, J. T.: *A meta-study of algorithm visualization effectiveness*. Journal of Visual Languages and Computing, 2002. **13**(3): p. 259–290.
3. ESPONDA-ARGUERO, M., *Techniques for visualizing data structures in algorithmic animations*. Information Visualization, 2010. **9**(1): p. 31–46.
4. URQUIZA-FUENTES, J. – VELAZQUEZ-ITURBIDE, J. A.: *Toward the effective use of educational program animations: The roles of student's engagement and topic complexity*. Computers & Education, 2013. **67**: p. 178–192.
5. BERNEY, S. – BETRANCOURT, M.: *Does animation enhance learning? A meta-analysis*. Computers & Education, 2016. **101**: p. 150–167.
6. MAYER, R. E.: *Multimedia Learning*. second ed. 2009, New York, USA: Cambridge University Press. 304.
7. FLEISCHER, R. – KUCERA, L.: *Algorithm animation for teaching*. Software Visualization, 2002. **2269**: p. 113–128.

8. VÉGH, L.: *Interaktívne animácie vo vyučovaní algoritmov (Interactive animations in teaching and learning programming)*. Edukacia – Technika – Informatyka (Education – Technology – Computer Science), 2016. **15**(1): p. 207–211.
9. VÉGH, L. – STOFFOVÁ, V.: *Algorithm Animations for Teaching and Learning the Main Ideas of Basic Sortings*. Informatics in Education, 2017. **16**(1): p. 121–140.
10. HANSEN, S. – NARAYANAN, N. H. – HEGARTY, M.: *Designing educationally effective algorithm visualizations*. Journal of Visual Languages and Computing, 2002. **13**(3): p. 291–317.
11. STOFFA, V.: *Computer-aided learning of programming*, in *Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies: e-Learning*. 2003, ACM: Rousse, Bulgaria. p. 727–732.
12. NAPS, T. L. et al.: *Exploring the role of visualization and engagement in computer science education*. SIGCSE Bull, 2002. **35**(2): p. 131–152.
13. VÉGH, L. – TAKÁČ, O.: *Using interactive card animations for understanding of the essential aspects of non-recursive sorting algorithms*, in *Federated Conference on Software Development and Object Technologies, SDOT 2015*, JANECH, J. – KOSTOLNY, J. – GRATKOWSKI, T., editors. 2017, Springer Verlag. p. 336–347.
14. VÉGH, L.: *Using Interactive Game-based Animations for Teaching and Learning Sorting Algorithms*, in *Elearning Vision 2020!, Vol I*, I. ROCEANU et al., editors. 2016, Carol I Natl Defence Univ Publishing House: Bucharest. p. 565–570.

**Reviewed by:** Ing. Ondrej Takáč, PhD.

### Contact address

PaedDr. Ladislav Végh

Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Economics, J. Selye University, Bratislavská cesta 3322, 94501 Komárno, Slovakia

E-mail: veghl@ujs.sk



# JĘZYKI PROGRAMOWANIA I NOWOCZESNE NARZĘDZIA DO TWORZENIA APLIKACJI Z PERSPEKTYWY STUDENTA, NAUCZYCIELA I PRACODAWCY

Artur BARTOSZEWSKI, PL

**Streszczenie:** Artykuł ten porusza problematykę zmian jakie zachodzą w dziedzinie języków programowania oraz narzędzi do tworzenia aplikacji. Nie jest to jednak tylko przegląd rozwiązań dostępnych na rynku. Stanowi on próbę skonfrontowania oczekiwań, potrzeb i opinii trzech środowisk: studentów informatyki, nauczycieli akademickich oraz pracodawców branży IT. Podstawą do napisania tego artykułu były badania ankietowe przeprowadzone wśród studentów kierunku Informatyka oraz wywiady i opinie zebrane wśród pracodawców branży IT, pozyskane przez autora w trakcie wieloletniej współpracy przy organizacji praktyk dla studentów informatyki.

**Słowa kluczowe:** języki programowania, narzędzia do tworzenia aplikacji.

## PROGRAMMING LANGUAGES AND MODERN APPLICATION DEVELOPMENT TOOLS FROM THE PERSPECTIVE OF STUDENT, TEACHER AND EMPLOYER

**Abstract:** This article deals with the issues of change in the field of programming languages and application development tools. The article is not just a review of the solutions available on the market. The author attempted to confront the expectations, needs and opinions of three groups: IT students, academic teachers, and IT employers. The basis for writing this article was a survey conducted among IT students, as well as interviews and opinions gathered among IT employers, acquired by the author during many years of cooperation in the organization of practices for computer science students.

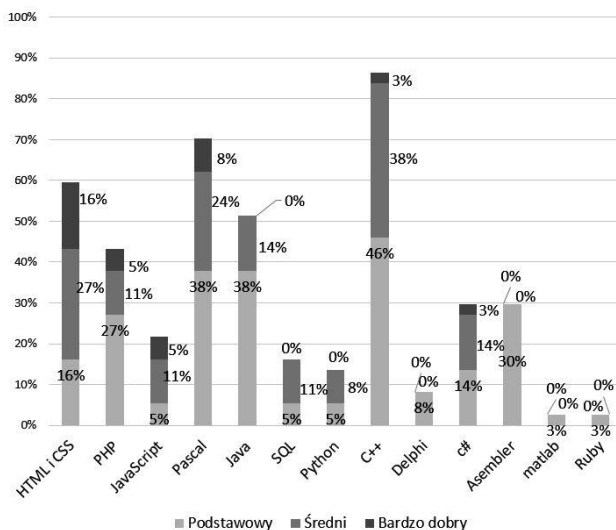
**Keywords:** programming languages, application development tools.

### 1 Wstęp

Branża IT jest jedną z najszybciej rozwijających się i największych dziedzin technologii i gospodarki. Już dawno nie ograniczę się ona do zadań informacyjno-komunikacyjnych. Wpływa coraz bardziej na wszystkie inne dziedziny życia i zawody. Trudno dziś wskazać dziedzinę, w której można całkowicie

obyć się bez technologii komputerowej. Rozwija się ona bez ustanku, a ważną częścią tego rozwoju jest coraz większy nacisk na dopasowywanie produktów technologii informacyjnej, nie tylko sprzętu, ale także i oprogramowania, do potrzeb i wymagań użytkownika.

Problematyka tworzenia oprogramowania dostosowanego do sposobu pracy i percepcji człowieka jest tematem bardzo popularnym [3]. Rzadko jednak jest ona poruszona w kontekście pewnej szczególnej grupy użytkowników jakimi są programiści. Jednak należy pamiętać, że programista, czy też deweloper jest z jednej strony twórcą oprogramowania, a z drugiej jego użytkownikiem, na tej samej zasadzie jak inżynier mechanik tworząc lub naprawiając maszyny jednocześnie korzysta z innych maszyn jakimi są narzędzia. Języki programowania traktowane były do niedawna jako narzędzia dla wąskiej grupy, wysokiej klasy specjalistów. Obecnie stają się codziennym narzędziem pracy szerokiej rzeszy pracowników branży IT.



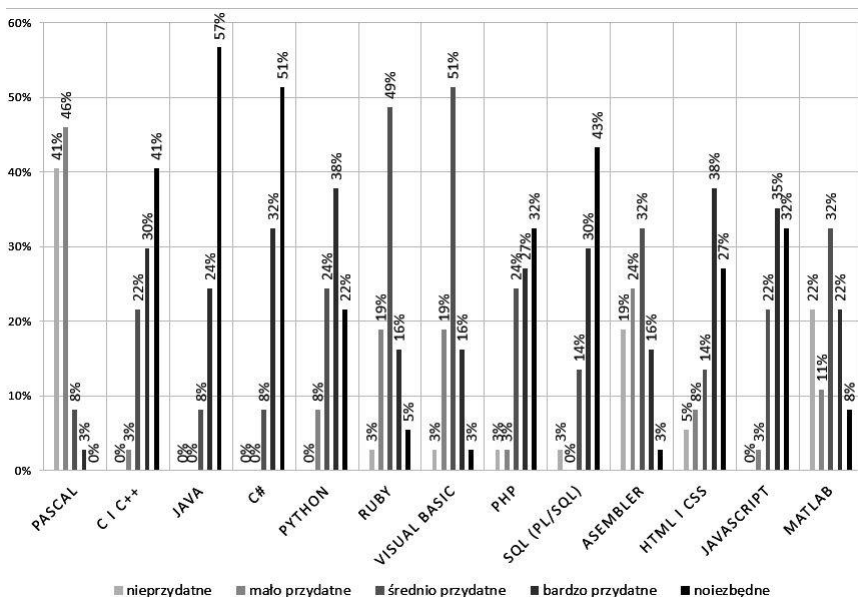
**Rysunek 1:** Poziom umiejętności posługiwania się językami programowania.

## 2 Języki programowania w opinii studentów – wyniki badań ankietowych studentów informatyki

W celu zapoznania się z opiniami i oczekiwaniami studentów przeprowadzono badania ankietowe. Zostali nimi objęci studenci drugiego, czwartego i szóstego semestru siedmiosemestralnych studiów inżynierskich na kierunku

Informatyka. W badaniu wzięło udział 74 respondentów. Objęcie badaniami całego przekroju wiekowego studentów pozwoliło zminimalizować wpływ aktualnie odbywanych wykładów na prezentowaną ocenę. Dało też możliwość zaobserwowania zmian w opiniach i oczekiwaniach studentów następujących wraz z nabywaniem przez nich wiedzy i doświadczenia.

Ponieważ programowanie to wąska i wyspecjalizowana dziedzina nauk komputerowych, dla przeanalizowania wyników poniższych badań ważne jest określenie poziomu wiedzy i umiejętności respondentów. Studentów zapytano o poziom umiejętności posługiwania się poszczególnymi językami programowania. W pytaniu tym nie chodziło o prostą znajomość podstaw składni języka, lecz o umiejętność rozwiązywania problemów przy jego użyciu, umiejętność tworzenia własnych programów oraz modyfikowania do swoich potrzeb istniejących rozwiązań. Odpowiedzi respondentów przedstawiono na rysunku 1.



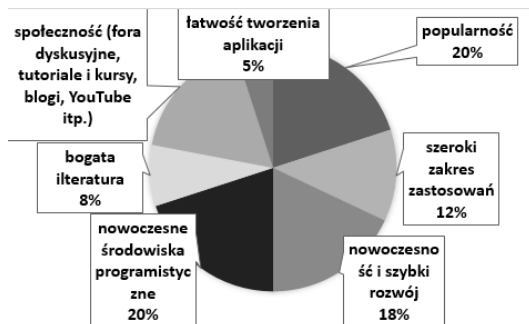
**Rysunek 2:** Przydatność języków programowania w ocenie studentów.

Największy odsetek studentów deklarował umiejętność posługiwania się językiem C++. Zauważmy jednak, że tylko 38% respondentów deklarowała dobrą znajomość tego języka a zaledwie 3% bardzo dobry poziom posługiwania się nim. Wskazuje to na fakt, że studenci spotykają się często z językiem C++

na różnych etapach edukacji, jednak rzadko starają się samodzielnie pogłębiać umiejętności programowania w tym właśnie języku. Postrzegamy jest on raczej jako punkt wyjścia do uczenia się nowszych i bardziej przydatnych języków programowania. Innymi przykładami języków z którymi studenci spotykają się w trakcie swojej edukacji, lecz rzadko poza nią, są Pascal oraz Asembler. Odwrotnym przypadkiem są języki służące do tworzenia stron WWW (HTML, JavaScript i PHP), które uczniowie i studenci często poznają samodzielnie i wykorzystują przy tworzeniu własnych projektów.

W kolejnym pytaniu Respondenci poproszeni zostali o ocenę przydatności poszczególnych języków programowania dla przyszłych inżynierów informatyków. Odpowiedzi studentów przedstawione zostały na rysunku 2. Jak łatwo przewidzieć, najwyżej oceniona została przydatność nowoczesnych języków programowania takich jak C#, Java oraz Python.

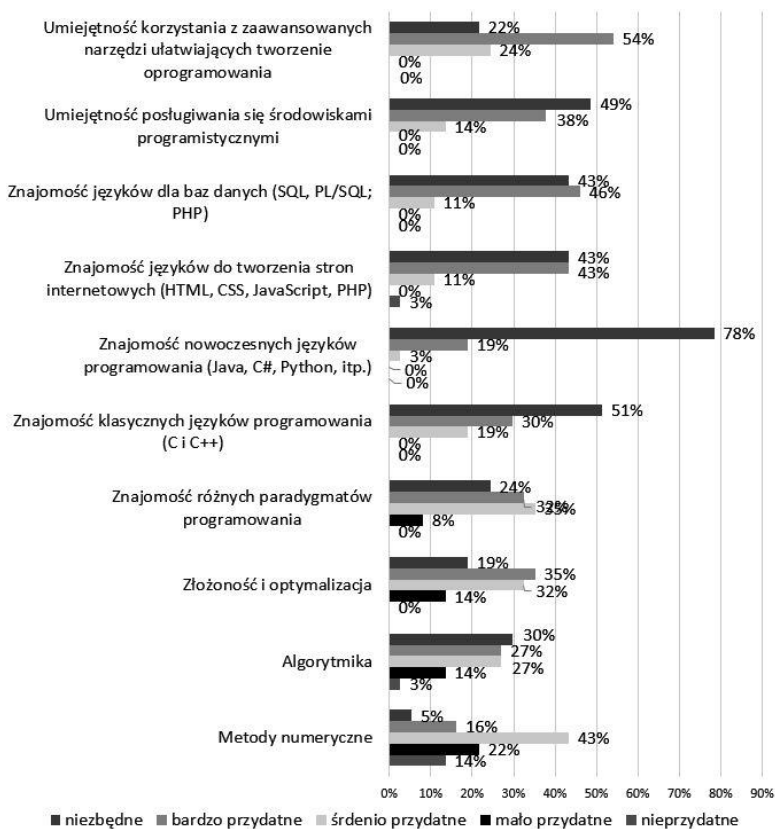
Tylko nieco niżej oceniona została przydatność języków C i C++, co dowodzi, że studenci zdają sobie sprawę z tego, jak ich znajomość ułatwia przyswojenie sobie umiejętności programowania w praktycznie dowolnym języku. Znacznie niżej oceniona została przydatność Asemblera, Visual Basic a oraz lubianego przez nauczycieli informatyki Pascala.



**Rysunek 3:** Kryteria jakimi kierują się studenci przy wyborze języka programowania.

Kolejne pytanie odnosiło się do kryteriów jakimi kierują się studenci informatyki przy wyborze języka programowania którego chcą się uczyć (rys. 3). Na marginesie poruszanego tu tematu skonstatować można, że także studenci informatyki ponad literaturę fachową przedkładają, proste w odbiorze, lecz często nieposiadające zbyt dużej wartości merytorycznej materiały zamieszczone w Internecie.

Rysunek 4 prezentuje odpowiedzi studentów na pytanie o ocenę przydatności poszczególnych kompetencji związanych z tworzeniem aplikacji komputerowych. Zaproponowana tu taksonomia nie jest odzwierciedleniem przedmiotów nauczanych na studiach choć można znaleźć pewne podobieństwa.



**Rysunek 4:** Przydatność kompetencji związanych z programowaniem w ocenie studentów.

Podobnie jak w poprzednim pytaniu najwyższej oceniona została przydatność nowoczesnych języków programowania oraz towarzyszące jej kompetencje, czyli umiejętność posługiwania się środowiskami programistycznymi oraz narzędziami ułatwiającymi tworzenie oprogramowania. Znacznie niżej kształtuje się w opinii studentów przydatność bardziej teoretycznych zagadnień takich jak algorytmika, metody numeryczne i złożoność, optymalizacja

oraz znajomość różnych paradygmatów programowania. Wskazać można dwie przyczyny takiej właśnie opinii. Pierwszą jest dążenie studentów do uzyskiwania jak najlepszych efektów przy minimalnym nakładzie pracy. Skutkuje to trendem do poszukiwania gotowych rozwiązań i receptur bez zagłębiania się w podstawy ich działania. Drugim, być może ważniejszym, powodem jest sposób w jaki zagadnienia te są nauczane. Prezentowane są one za pomocą matematycznych, czysto hipotetycznych problemów. Student nie jest w stanie dostrzec przełożenia tych dziedzin na realne zadania i problemy stojące przed programistą.

### **3 Wyniki badań wśród pracodawców branży IT**

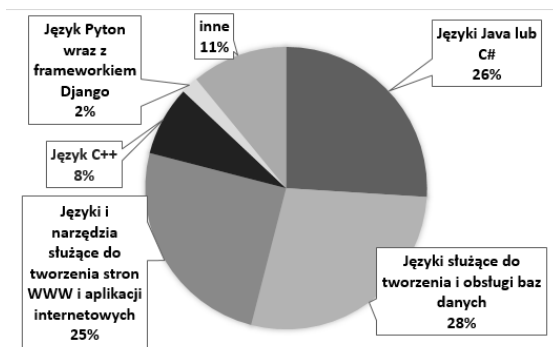
Drugą grupą, której opinii należy uwzględnić przy projektowaniu procesu kształcenia przyszłych informatyków są pracodawcy branży IT. W badaniach przeprowadzonych na potrzeby tej pracy oparto się na analizie opinii zebranych wśród pracodawców zrzeszonych w Stowarzyszeniu „Siła w innowacji” działającym na rzecz rozwoju branży IT Południowego Mazowsza. Stowarzyszenie to współpracuje z Katedrą Informatyki UTH Radom przy organizacji praktyk zawodowych dla studentów informatyki oraz doskonaleniu procesu dydaktycznego.

Opinie pracodawców są znacznie trudniejsze do ujęcia w kategoriach liczbowych. W rozmowach i wywiadach bardzo często przewijają się zapotrzebowania na specjalistów posiadających konkretne doświadczenie zawodowe konieczne do wykonania elementów aktualnie realizowanego przez firmę projektu. Z punktu widzenia nauczyciela akademickiego znacznie ważniejsze jest jednak wyodrębnienie ogólnych, długoterminowych trendów, określenie wymagań dla młodych, nieposiadających jeszcze doświadczenia zawodowego, pracowników etatowych, którzy dopiero będą przez firmę doszkalani i ukierunkowywani w określonej dziedzinie [4].

Na podstawie wywiadów wyodrębniono wymagania stawiane takim pracownikom. Co znamienne, widzimy tu znacznie mniejszy niż można się było spodziewać nacisk na znajomość konkretnych języków programowania, czy też konkretnych narzędzi lub środowisk programistycznych. Znacznie większa jest waga przykładana przez pracodawców do kompetencji miękkich, takich jak umiejętność i gotowość do samodoskonalenia, umiejętność pracy w zespole, umiejętność organizacji pracy i zarządzania czasem oraz umiejętności komunikacji interpersonalnej. Rysunek 5 prezentuje przydatność języków programowania w ocenie pracodawców branży IT.

Programowanie nie jest jedyną umiejętnością oczekiwaną przez pracodawców. Często łączone jest ono z umiejętnościami miękkimi, o których mowa

była wyżej. Dobrym przykładem są języki oraz narzędzia do tworzenia stron internetowych. Ich znajomość, wymagana często tylko w stopniu podstawowym lub średnim, w połączeniu z predyspozycjami interpersonalnymi oraz umiejętnością projektowania serwisów i struktury informacji daje możliwość dobrej współpracy z klientem przy projektowaniu i wypełnianiu treścią tworzonych serwisów [5].



**Rysunek 5:** Przydatność języków programowania według pracodawców.

Pracodawcy zwracają też uwagę na rosnące zapotrzebowanie na umiejętności leżącym na pograniczu informatyki oraz matematyki. Mowa tu o znajomości narzędzi do tworzenia baz danych wspartej znajomością narzędzi matematycznych i statystycznych stosowanych w agregacji rozproszonych danych (Big Data) i wnioskowaniu na ich podstawie [2].

#### 4 Wnioski

Programowanie jest bardzo szybko rozwijającą się dziedziną informatyki. Tempo jej rozwoju powinno być lepiej dostrzegane przez instytucje edukacyjne oraz samych nauczycieli. Szkoły oraz uczelnie wyższe powinny szybciej i bardziej elastycznie reagować na potrzeby pracodawców oraz oczekiwania studentów. Muszą to być jednak reakcje przemyślane. Próby szybkiego i chaotycznego dostosowywania programów nauczania do panujących aktualnie, często krótkotrwały, trendów odbić się mogą negatywnie na poziomie przygotowania przyszły programistów. Konieczne jest stałe wypracowywanie konsensusu pomiędzy trzema podmiotami. Z jednej strony mamy nauczyciel informatyki, którzy często uważają, że ich zadaniem jest tylko objaśnienie studentom podstawowych reguł i metod programowania, a przełożenie tej wiedzy na umiejętności praktyczne pozostawiają uczniom. Z drugiej, mło-

dzień, która ceni skuteczność. Preferuje wykorzystywanie gotowych rozwiązań i dostosowywanie ich do swoich potrzeb, często bez zrozumienia sposobu ich działania. Trzecią stroną tego dyskursu są pracodawcy, którzy oczekują od ludzi wchodzących na rynek pracy umiejętności szybkiego dostosowywania się do aktualnych potrzeb oraz umiejętności rozwiązywania problemów i sprostania stawianym przed nimi wyzwaniom.

## References

1. BARTOSZEWSKI, A., *Education of engineers – IT Specialists Towards use of the latest information technologies*. [in:] Technology of education, Nr 3/2011, SLOVDI-DAC, P. O., Nitra, Slovak Republic 2011, p. 10–11, ISSN 1335-003X.
2. GOGOŁEK, W. *Rafinacja informacji sieciowej*. [w:] Informatyka w dobie XXI wieku. Nauka, technika, edukacja a nowoczesne technologie informatyczne, A. Jastrzebow, M. Raczyńska (red.), Radom 2011, p. 229–236, ISBN 978-83-7789-008-0.
3. NIELSEN, J., LARANGER, H. *Optymalizacja funkcjonalności serwisów internetowych*. Helion, Gliwice 2007, p. 49–59, ISBN 978-83-246-0845-4.
4. RACZYŃSKA, M. Informatyczny rynek pracy. [w:] Współczesne technologie informatyczne i ich zastosowanie w teorii i praktyce, Jastrzebow A., Wrona K. (red.), UTH Radom; Instytut Technologii Eksploatacji (ITeE – PIB), Radom 2014. ISBN 978-83-7789-278-7.
5. SIKORSKI, M. *Interakcja człowiek – komputer*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2010. P. 59–47, ISBN 978-83-89244-93-2.

**Reviewed by:** dr hab. inż. Grzegorz Kiedrowicz, profesor UTH Radom

## Contact address

Artur Bartoszewski, PhD.

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

E-mail: artur.bartoszewski@uthrad.pl



# DIDACTIC COMPUTER GAMES

Veronika STOFFOVÁ, Ján KOŽLEJ, SK

**Abstract:** The article is dedicated to computer games and process of their creation. In this paper the terms like game, computer game and didactic computer game are further explained. The goal is to present a few of the created didactic games, which can not only enrich the educational process, contribute to development of combinational, logical and algorithmic thinking, but also provide enough entertainment and distraction. In the paper, we are also describing the utilization of these games in educational practice. Every game which we present is also implemented for smartphone (or a tablet) under the Android operating system. The advantage of these games is that they time-efficient and can make the waiting for public transportation (a train, a bus), waiting in a queue (e.g. in a bank, in a store) et cetera, more comfortable. In the paper, we are also describing a short history, process of creation and implementation, algorithmic solution of a given game situation, technical design, implementation and didactic value of the games created. We mention also general requirement for didactic computer games so that they are equally interesting and attractive as the favourite and with “a passion” played computer games. We offer to students our simple didactic games which spontaneously develop their desired features and mental abilities, so they are learning in a playful way as a substitution for action computer games.

**Keywords:** game, didactic game, computer game, didactic computer game, playful way of learning.

## 1 Introduction

Computer games are not only the source of entertainment, distraction, active relaxation and to fill the time between two activities, but also spontaneous gaining of knowledge and skills. Many of the computer games, resp. computer versions of the games have a certain didactic value. Didactic value does not lie only in gaining skills and habits from controlling the computer and its peripheral devices, but also in application of game rules, creation of winning strategies, combination of possible moves and predicting the outcome. Gaining of knowledge, building the knowledge system should be pleasant and enjoyable process. Learner should gain the knowledge spontaneously, voluntarily and actively join the process while being motivated and controlled by a healthy interest and curiosity (Stoffová, 2016a).

Process of learning should not invoke the feeling of load and hard work. Learning shouldn't be torture. New knowledge can be included into the didactic game, they may form the game rules, game strategy, and application of game rules as well as

achieving certain performances may be conditioned by an application of certain knowledge and skills which are being developed. Didactic potential of computer games and playful way of learning can make the process of gaining knowledge more pleasant, increase the extent of spontaneity and decrease the load of learning process (Stoffová, 2016b, Végh, 2016).

## 2 Didactic computer games

Person is interested in a game throughout his whole life. Pedagogical dictionary **defines the game** as a form of activities that differs from both learning and working. Pedagogical experts state a set of game aspects in this context: cognitive, practical, emotional, motional, motivational, creative, fantasional, social, recreational, diagnostic, therapeutic, resp. even others. Every game may have a certain didactic value, respectively it can provide the environment for playful way of learning. In contrast with common games, the didactic one has a defined learning goal (Stoffová, 2016a).

**Under the didactic game we can understand such activity which meaning and goal is to provide certain knowledge and skills.** Didactic game has its own goal and rules, it is used to practice character traits, abilities and skills. It can be used for motivating students, diversification of learning process, taking the load from learning in all phases of learning process for explaining the subject matter, practicing certain skills, development of mental abilities, building knowledge system and its fixation even during verification of knowledge.

Researches show that computer games are popular among young people, students of elementary schools, high schools and even students of universities. Unfortunately, the action games are being played the most, then the games where player plays the role of someone (roleplaying games), followed by adventures, strategic games, sport games and so on (Chráska, 2016a, 2016b). Unfortunately, educational games are in the last place and are being played 100-times less than action ones. What needs to be mentioned is that the didactic value, respectively didactic content that is not the goal of the game and may be evaluated as additional value, additional game effect can be found in a lot of computer games.

While creating our didactic games, we based concrete didactic goals for every game on previously mentioned factors.

## 3 Set of didactic computer games for mobile devices

All the games were created using Unity3D game engine with combination with C# programming language used for the scripts for both Windows and Android platforms (Kožlej, 2016).

### 3.1 15-puzzle

**15-puzzle** is a sliding type of a puzzle consisting of a frame which contains 15 numbered squares and one empty space. The goal is to reorder the numbered squares into the right sequence. This is done by sliding numbered squares into the empty space and therefore creating empty space elsewhere. The game ends when all the squares are in their right position with empty space being in the last position.

**History:** Many people believe that this game was first created by Sam Loyd, mainly because they are usually named after him when they are being mentioned. He claimed to be the author of the original 15-puzzle up until his death in 1911. So, the true inventor was one Noyes Palmer Chapman who worked as a postman in Kanasota, New York. It was a great hit immediately, but this enthusiasm lasted only for a few months. (Slocum – Sonneveld, 2006)

**Solvability:** While Floyd claimed that he invented the puzzle, he also created states of the game for people to finish for a prize. All of them were unsolvable because what was needed was reversing squares 14 and 15, which was proved as impossible by Johnson and Story decades earlier.

They used a parity argument to show, that half of all starting states is impossible to solve regardless of number of moves used. So, what we need to do is divide starting states into reachable and unreachable states by considering a function of tile configuration that is invariant under any valid move.

The invariant is the parity of the permutation of all 16 squares plus the parity of taxicab distance of empty space from lower right corner. So, if the empty space is in the lower right corner, the state is solvable if the parity of all remaining pieces is even. (Ratner –Wartmouth, 1990)

**Game implementation:** The only problem we had to deal with was ensuring that all states given to players would be solvable. This was ensured by using algorithm that checked parity of permutations after generating a random state and if it didn't meet the criteria, another random state was generated.

At the beginning of the game, player is shown a window with detailed explanation of the game, controls and criteria for winning. Number of moves done by the player is recorded as well as the time from the beginning when player is first shown the state to solve. This is used for the player so he can measure times and number of moves needed to solve the game so he can compare them either with himself or with other players.

Game control is easy because it consists only of player clicking on squares and the ones which have an empty space near them, move there. In Windows version, this is done using the mouse and in an Android by tapping directly on the screen. Clicking or tapping on the square that can be moved is being considered as a valid move and is added to the total number of moves used for the solving of current state.

Game is ended in a moment when all the numbered squares are in their correct places with one being in the upper left corner and 15 being in the semi-final position in lower right corner followed by an empty space. When this condition is met, the screen is overlaid by a canvas stating that the state was solved correctly. It also shows the number of moves needed to do it and time it took. Text stating the time is shown in different colour based on the set criteria of how fast states can be generally solved with green being the best and red showing that it took too long.

Along with this dialogue, buttons for repeating or ending the game are shown. If the player chooses to repeat, new time and number of moves are added to his former values and after solving next state average values are shown to the player.

**Game application:** The didactic value is mainly in practicing solving the game so that the player solves it as fast as possible. To do so, he needs to find the best possible process and apply it to any random state he is provided at the beginning. Process of finding the best way possible helps to develop player's cognitive and logical thinking and applying it to a certain problem.



**Figure 1:** End of the game 15-puzzle.

### 3.2 Tower of Hanoi

Tower of Hanoi is a well know game all around the world used not only for entertainment or training logic by individuals, but also by many researchers in various psychology fields. The game became famous with its physical representation in various forms with simple requirements for creating it, therefore spreading it among people was quite easy.

**History:** The game was created by a French mathematician Edouard Lucas in 1883. There is a story behind it per which there was a big room in Indian monastery with three rods on which there are 64 golden discs. Monks in this monastery are trying to fulfil prophecy by moving discs onto the right rod to create a tower while respecting the rules of Brahma (name of the monastery). Per the legend, when the last disc is moved into the right position, the world will end. Nobody knows whether the author created the legend or was simply inspired by it. (Spitznagel, 1971)

**Game application:** Tower of Hanoi is often used for psychological research focus on problem solving. There is also a variant of this game called Tower of London, which is used for neuropsychological diagnosis and treatment of executive functions.

It is also used as a Backup rotation scheme when performing computer data backups where multiple tapes or media are involved.

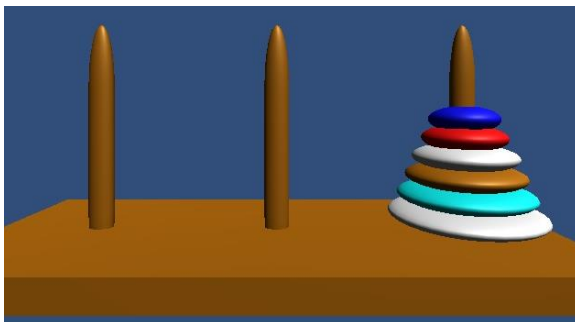
Another application is in programming where it can be used for teaching recursive algorithms to programming beginners.

**Game implementation:** At the beginning of the game there is a base with three rods. On the right one discs are placed in several players choosing. Discs differ in size as it is a basic requirement for building a tower but also in colour to better distinguish them. The goal is to rebuild the tower from discs that are ordered and laid on each other, where the largest disk is on the lowest position and the smallest is on the highest. Reordering the discs can be done only with certain rules.

Rules of Hanoi Tower:

1. Player can lift only one disc at the disc being lifted must be the one, that is on the upper position in every move. After lifting it, player can move it to another rod on lay it down on the originating one.
2. When the disc is lifted it can be laid down only on an empty rod or a rod where there is already another disk larger in size. Larger disc can never be laid on a smaller one.
3. The game ends in a moment when player lays down the smallest disk on top of rest of the tower on the left sided rod.

Difficulty of this game is increased by adding more discs at the beginning of the game. After winning at one difficulty and choosing the next one to be higher, there is a disc that is added at the bottom of a tower. Minimal number of moves needed to solve this game is  $2^n - 1$  where  $n$  is number of discs.



**Figure 2:** End or start of the game *Tower of Hanoi*

Game controls are realized by a mouse in Windows version and by touch in Android. Player clicks on a disc he wants to move and drags it to the rod where he wants it to be. This is called a move and doing it will add one to the total number of moves. At the end of the game a comparison is run between number of moves used by a player and equation  $2^n - 1$  to determine the difference in optimization. The game starts with an option for choosing the difficulty first and only after choosing one is player shown into the game. Once again there is a dialogue window showing the instructions for playing with explanation of the rules and game controls.

After finishing the last move, the player is shown a text informing him about his success and another one about difference in optimization of his solution.

### 3.3 Rucksack problem

This problem is based on optimization of combinations. At the beginning, we get a rucksack with a given carrying capacity and items where each has its own weight and value. The goal is to put the items into the rucksack so the combination of items won't exceed the maximum allowed capacity and their sum is the highest possible. This task is derived from ordinary situation where someone has a rucksack with a given carrying capacity and it needs to be filled with the most valuable items. (Mathews, 1897)

This problem often occurs when stacking objects with existing financial restrictions and is studied in combinatorics, computer sciences, cryptographics, applied mathematics but also in "fantasy sports". Fantasy sports are on-line web games where player picks a given number of sport players based on their performances in past weeks.

Rucksack problem has been studied for more than a century with beginnings dating back to 1897 (Skiena, 1999).

**Application:** A study about usage of algorithms made in 1998 at Stony Brook university shows that out of 75 algorithmic problems, this one was 18th most popular and 4th most needed. Its application ranges from dealing with real-life problems like need for the least of material remainder while cutting it, through choosing of investments to generating keys for encrypting systems. It was also applied for creating and evaluating tests in which a person could choose which questions to answer. (Skiena 1999)

The didactic value in a game created out of this problem is mainly in practicing to deal with real-life problems like the one mentioned when they occur in a fastest time possible. It can also be used for teaching students about algorithms where they need to create one to solve the Rucksack problem based on what they learned about it playing the game.

**Definition:** The most common version of this problem is one called 0–1. In this version there is limited number of items which can be used while solving it to 1.

This means that the item either is in the rucksack or isn't. At the beginning, we get a set of  $n$  items numbered from 1 to  $n$ , where every item has its own weight  $w_i$  and value  $v_i$  along with maximum possible weight of rucksack  $W$ .

Therefore, we maximize  $\sum_{i=1}^n v_i x_i$  subject to  $\sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W$  and  $x_i \in \{0, 1\}$ . Here  $x_i$  represents the number of copies of item  $i$ , which can be put inside the rucksack. (Martello – Toth, 1984)

**Game implementation:** The game begins with a dialogue window explaining rules of the game. This is shown only when running the game for the first time but there is a button for opening it again in the lower right corner. In the middle of the screen a rucksack appears and items with their weights and values are placed around it in a form of white plate.

Game control works on the same principle on both Windows and Android by clicking or tapping on a plate and dragging it. Possibility of movements include:

1. Placing a plate into the rucksack when it is dragged onto it and therefore adding its weight and value to the total sum.
2. Placing it onto another empty space on a screen allowing the player to order them himself for better transparency.

The game ends when not a single another item can be placed inside the rucksack. When this happens, a dialogue is shown to a player informing him about his performance and difference in his optimization and an optimal one.

Described games are only a display from a set of games on which implementation we are working. Our effort is to continually improve graphical and functional design of the games, increasing the attractiveness of the design and therefore the games. We are further creating universal gaming environments which can allow the user (a teacher) to fill the environment with didactic content in an easy, interactive way.

#### 4 Conclusion and recommendations

Many computer games have a great didactic potential hidden inside them that is just waiting to be discovered and used in educational process – for acquirement of knowledge in a playful way. For a student, a game is way more entertaining than a classical educational process. Didactic game can be a powerful motivation for achieving good result, for best possible performance. Defeating a rival, respectively winning “over the computer” is source of energy and inspiration for repeatedly playing the game, application of rules and therefore spontaneously develop certain skills and abilities. Didactic game is an activating educational method which can be used for development of creativity.

Didactic game involves the students very intensively into the educational process and brings creative, relaxing atmosphere and emotional experiencing which is very important from the point of view of learning. Through games, student can solve different problematic situations and gain new knowledge in a creative way. All the while the principles of constructivism, connectivism, active and spontaneous learning, learning by doing, researching etc. are being applied.

## References

1. CHRÁSKA, M.: Žáci gymnázia a míra jejich závislosti na počítačových hrách. *Trendy ve vzdělávání*, 9(1), 2016a, pp. 110–114.
2. CHRÁSKA, M.: Computer Games – Preferred Way of Using ICT by Grammar School Students. In *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS*, pp. 606–616. eISSN 2357-1330, 2016b (<http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2016.11.63>).
3. KOŽLEJ, J.: *Didaktické počítačové hry*. (Student scientific work) – Trnavská Univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta; Katedra matematiky a informatiky. – Supervisor: prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., 2016. 36 s.
4. MARTELLO, S. – Toth, P.: *A mixture of dynamic programming and branch-and-bound for the subset-sum problem*. [Online] 1984.
5. MATHEWS, G. B.: *Proceedings of the London Mathematical Society*. [Online] 1897. (<http://plms.oxfordjournals.org/content/s1-28/1/486>).
6. RATNER, D. – WARMOUTH, M.: *The  $(n^2 - 1)$ -puzzle and related relocation problems*. *Journal of Symbolic Computation*. [Online] 1990. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747717108800016>).
7. SKIENA, S. S.: *Who is Interested in Algorithms and Why? Lessons from the Stony Brook Algorithm Repository*. ISSN 0163-5700, 1999, roč. 30, č. 3, s 65–74.
8. SLOCUM, J. – SONNEVELD, D.: *The 15 Puzzle*. 2006. S. 144. ISBN 1-890980-15-3.
9. SPITZNAGEL, Edward L.: *Selected topics in mathematics*. Holt, Rinehart and Winston. 1971, p. 137. ISBN 0-03-084693-5.
10. STOFFOVÁ, V.: The Importance of Didactic Computer Games in the Acquisition of New Knowledge. In *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS*. 2016a, pp. 676–688. eISSN 2357-1330. (<http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2016.11.70>).
11. STOFFOVÁ, V.: Počítačové hry a ich klasifikácia. In *Trendy ve vzdělávání*. 2016b, roč. 9, č. 1, s. 243–252.
12. VÉGH, L.: *Interaktívne animácie vo vyučovaní algoritmov (Interactive animations in teaching and learning programming)*. Edukacja – Technika – Informatyka (Education – Technology – Computer Science), 2016. 15(1): p. 207–211.

**Reviewed by:** prof. PaedDr. Alena Hašková, CSc.

## Contact address

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.; Ján Kožlej  
 Department of Mathematics and Computer Science, Faculty of Education, Trnava University in Trnava, Priemyselná 4, P. O. BOX 9, 918 43 Trnava  
 E-mails: veronika.stoffova@truni.sk; jan.kozlej@tvu.sk



# WDROŻENIE NAUKI PROGRAMOWANIA W EDUKACJI PRZEDSZKOLNEJ I WCZESNOSZKOLNEJ W POLSCE

Beata KUŹMIŃSKA-SOŁŚNIA, Katarzyna ZIĘBAKOWSKA-CECOT, PL

**Streszczenie:** Pomimo skali i tempa (r)ewolucji TIK wnikliwość i przewidywania Seymoura Paperta dotyczące dzieci, komputerów i kultur komputerowych pozostają ponadczasowe. Współcześnie wielu pedagogów, psychologów i socjologów powtarza ideę Paperta by pozwolić dzieciom programować zamiast być programowanym, sterowanym przez media cyfrowe. Ta umiejętność kluczowa wydaje się istotna w informacyjnym społeczeństwie wiedzy i innowacji, które stoi w obliczu wielu zagrożeń czyhających w cyberprzestrzeni (np. uzależnienia behawioralne, elektroniczna przemoc rówieśnicza). Z tego powodu Ministerstwo Edukacji Narodowej w Polsce zdecydowało ostatnio by wprowadzić naukę kodowania do edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej wraz z robotyką jako jedne z ważnych treści nauczanych przez nauczycieli kształcenia zintegrowanego, a nie tylko przez specjalistów TIK. Ten szczytny cel może zostać osiągnięty w sprzyjających warunkach – kiedy czynnik ludzki i techniczny zadziałają skutecznie razem. Środowiska i urzędnienia programistyczne są już dostępne. Powstaje pytanie czy polscy nauczyciele są przygotowani i wystarczająco zmotywowani by pomogli dzieciom stać się odpowiedzialnymi obywatelami cyfrowego społeczeństwa.

**Słowa kluczowe:** nauka programowania, kodowanie, wychowanie przedszkolne, edukacja wczesnoszkolna.

## IMPLEMENTATION OF PROGRAMMING INTO KINDERGARTEN AND PRIMARY EDUCATION IN POLAND

**Abstract:** Despite the scale and pace of ICT (r)evolution the perspicacity and predictions presented by Seymour Papert concerning children, computers and computational society have been rightful and future-proof. Nowadays many pedagogues, psychologists, sociologists repeat Papert's idea of letting the kids to programme instead of being programmed by digital media. This key skill seems to be crucial in the information society of knowledge and innovation which faces many threats coming from the cyberspace (e.g. behavioural addictions, cyberbullying). Therefore, the Minister of National Education in Poland has decided lately to implement coding into elementary education alongside robotics as one the important content taught by primary teachers, not only ICT specialists. This laudable goal may be achieved in the favourable circumstances, when human and technical factors meet. The software and hardware is available. The question arises if Polish teachers are prepared and motivated enough to let the kids become responsible digital citizens.

**Keywords:** programming learning, coding, elementary education, primary education.

## 1 Wprowadzenie

System edukacji od zarania miał spełniać oczekiwania społeczeństwa w zakresie przygotowania wychowanków do sprawnego funkcjonowania w konkretnej rzeczywistości. „Edukacja to także działanie na rzecz zaspokajania aktualnych potrzeb związanych z przygotowaniem ludzi do działalności zawodowej, udziału w życiu gospodarczym, uczestnictwa społecznego, kształtowania losów osobistych” [10]. Zależnie od rozwoju gospodarczego Polski, jej historii i uwarunkowań geopolitycznych, oczekiwania w zakresie systemu kształcenia zmieniały się, szczególnie na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci XX i XXI wieku, który to czas zdominowała rewolucja informatyczna. Współczesne społeczeństwo informacyjne wymaga nie tylko od absolwentów wszechstronnego zakresu wiedzy, ale dziś szczególnie mocno akcentowane są kluczowe umiejętności takie jak: kreatywne i logiczne myślenie, samodzielne rozwiązywanie problemów, a także współpraca w grupie. Wszystkie te umiejętności można rozwijać podczas nauki programowania, które według ekspertów raportu Horizon Report 2016 Edycji Szkolnej (K-12) ma być tak podstawową umiejętnością do nabycia przez młodszych uczniów, jak nauka czytania i pisanie [3].

W świecie immersyjnie zanurzonym w media cyfrowe wydaje się, że nie ma innej alternatywy. Podobne postulaty zgłaszał już w latach 60. ubiegłego wieku S. Papert, tworząc język programowania Logo. Nauka programowania słynnego „żółwia” jednocześnie stanowiła praktyczną egzemplifikację teorii konstruktywistycznej J. Piageta. Logo miało umożliwić dzieciom programowanie komputera, nie zaś by komputer programował zachowanie i postępowanie dziecka [4].

Programowanie komputera oznacza zatem nic innego jak porozumiewanie się z nim w języku, który zarówno komputer, jak i osoba stosująca go mogą zrozumieć. Uczenie się języków jest natomiast jedną z rzeczy, które dzieci robią najlepiej. Dlatego warto by od najmłodszych lat uczyły się „rozmawiać” z komputerem. Tym bardziej, że programowanie rozwija myślenie komputacyjne, rozumiane jako umiejętność łączenia wiedzy o funkcjonowaniu komputerów z kreatywnością i rozwiązywaniem problemów, z którymi się spotykamy na co dzień.

Wokół nas jest coraz więcej urządzeń komputerowych, dlatego warto uczyć się języka komputerów [5]. Powszechne nauczanie programowania już od najmłodszych lat ma służyć między innymi budowaniu kompetencji cyfrowych, rozwijaniu kreatywności oraz kształceniu przyszłych programistów, szczególnie że zapotrzebowanie rynku pracy w tej dziedzinie wciąż rośnie. Komisja Europejska w 2013 r. szacowała, że do 2015 r. liczba wakatów w branży programistycznej wyniesie ok. 900 tys. Skutki te odczuwalne są także w Polsce – według danych akcji

„Mistrzowie Kodowania” w Polsce 4 na 10 pracodawców ma kłopoty ze znalezieniem wykwalifikowanych programistów.

## **2 Znaczenie programowania w treściach kształcenia uczniów i studentów**

Programowanie już od lat 90. XX w. stanowiło istotny element w treściach kształcenia na wydzielonych zajęciach informatycznych. Początkowo wykorzystywano w tym celu głównie język Logo i Pascal oraz program Eli, jednak z biegiem lat nastąpiło odejście od algorytmiki i programowania na rzecz programów użytkowych i aplikacji internetowych. Takie podejście było wyrazem encyklopedyzmu dydaktycznego, jednocześnie świadectwem krótkowzroczności ministerstwa edukacji i nauczycieli, których decyzje edukacyjne wpłynęły na kształtowanie biernej i odtwórczej postawy dzieci i młodzieży. Potwierdzeniem takiego stanu może być niewielka liczba uczniów przystępujących do egzaminu maturalnego z informatyki. W roku szkolnym 2015/2016 odsetek ten wahał się w granicach 2,4% [9], ponieważ dla wielu maturzystów algorytmika i rozwiązywanie zadań problemowych zaczęło stanowić trudność.

Dalsze promowanie nastawienia młodego pokolenia wyłącznie na użytkowanie narzędzi TIK mogłoby prowadzić do splotenia myślenia, spowodowanego brakiem głębszego zaangażowania umysłu podczas korzystania z mediów cyfrowych [1]. W Polsce skutkiem tego było m.in. zmniejszenie zainteresowania uczniów studiowaniem na kierunkach technicznych, ścisłych, i przyrodniczych, w tym również na informatyce. Wychodząc naprzeciw tym potrzebom już w 2008 r. Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego rozpoczął działania w zakresie programu na „kierunki zamawiane”. Program ten finansowany był w latach 2007–2013 z budżetu państwa oraz funduszy strukturalnych UE w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki i miał na celu wzmocnienie oraz rozwój potencjału dydaktycznego uczelni, a także zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy, między innymi informatyki.

Dynamicznie rozwijający się rynek pracy IT stawia młodym ludziom wysokie wymagania. Wciąż rośnie zapotrzebowanie na specjalistów z branży IT. Umiejętność programowania w niedługim czasie będzie szczególnie niezbędna nie tylko w większości wykonywanych zawodów, ale także i w domu. Oczywiście nie wszyscy będą zawodowymi programistami, ale prawie każdy będzie musiał umieć „zaprogramować” swój smartfon, tablet, kuchenkę mikrofalową, system nawigacji samochodowej czy dom według własnych potrzeb. Dynamika tych przeobrażeń w sposób oczywisty zmienia rozkład punktu ciężkości edukacji młodych ludzi w stronę rozwoju kompetencji informatycznych, będących jedną z ośmiu kluczowych wskazanych w 2006 roku przez Parlament Europejski.

Podążając za wymaganiami współczesnego społeczeństwa informacyjnego wiele krajów wprowadziło istotne zmiany w kwestii nauki informatyki. Od września 2014 w Wielkiej Brytanii naukę programowania rozpoczęły przedszkolaki, zaś komputeryzacja (computing) nie odbywa się w ramach wydzielonych przedmiotów informatycznych, ale wszyscy nauczyciele są zobowiązani do uwzględnienia TI w treściach swojego przedmiotu (podobnie jest w Finlandii). Nowa podstawa programowa zakłada też większe zaangażowanie rodziców w proces kształcenia dzieci. Niektóre placówki oświatowe wychodząc naprzeciw potrzebom dorosłych organizują np. szkolenia z zakresu matematyki, języka angielskiego lub TI, by rodzice mogli sprawniej pomagać dzieciom w nauce w domu [12].

W innych krajach nauka programowania również ma zaczynać się z uczniami młodszymi, jednak różni je sugerowany wiek „kodowej” inicjacji, np. w Australii jest to klasa 2, w Grecji klasa 3 [6]. W polskiej edukacji również coraz częściej pojawiają się terminy: programowanie, kodowanie, czy robotyka. Na uwagę zasługuje fakt, że Ministerstwo Edukacji Narodowej proponuje w nowej reformie systemu oświaty szereg zmian na wszystkich szczeblach edukacji szkolnej, między innymi w zakresie nauki programowania. Wkrótce nauka programowania czy robotyki wejdzie w zakres obowiązków nie tylko nauczycieli informatyki czy zajęć komputerowych, ale również nauczycieli nauczania wczesnoszkolnego. Dla tych ostatnich decyzja ministerstwa niesie wiele obaw, ale wystarczy odrobina kreatywności, podstawowa wiedza i właściwe narzędzia, aby nauka programowania była realizowana w przystępny i atrakcyjny sposób, by zachęcała uczniów do programowania.

### 3 Technologiczne uwarunkowania nauki programowania

W ostatnich latach kwestia efektywności narzędzi i metod stosowanych w nauce kodowania była przedmiotem badań zespołu ekspertów i edukatorów pod kierownictwem P. J. Richa. Badanie ankietowe zostało przeprowadzone z udziałem ponad 300 nauczycieli reprezentujących 23 kraje i blisko 60 tys. uczniów (w wieku 5–14 lat). Najczęściej wymienianym językiem wykorzystywanym do nauki programowania był Scratch (82%), który bazuje na operowaniu wizualnymi bloczkami z poleceniami. Podobną specyfikę pracy prezentuje Lego Robotics (Lego Mindstorms, Lego WeDo), wymieniony przez 43% nauczycieli. Równie popularny jest Blockly 36%. W ankiecie podawano także nazwy języków tekstowych (Python, JavaScript, Basic), co może wynikać z faktu, że w Wielkiej Brytanii uczniowie przed ukończeniem etapu nauki „key stage 3” (odpowiednik klasy VIII) muszą korzystać z 2 lub więcej języków programowania, w tym przynajmniej z 1 języka tekstowego [6].

Współczesny rynek programistyczny oddaje do dyspozycji nauczycieli, dzieci i rodziców wiele narzędzi edukacyjnych, w tym dostępnych poprzez Internet, które mogą pomóc kształtować umiejętność analizowania informacji, kodowania

informacji, czy rozwiązywania problemów. Dawniej w polskich szkołach podstawowych można było głównie spotkać środowisko Logo (Logomocja, Logo Kome-niusz). Obecnie popularne i coraz powszechniejsze jest programowanie wizualne w Balcie lub Scratch. Wiele zasług na polu popularyzacji nauki kodowania ma inicjatywa „Godzina Kodowania” zapoczątkowana w 2013 r., która ma swoje zago-rzałe grono wielbicieli w Polsce.

Tymczasem nie są to jedyne środowiska, jakie można wykorzystać w edukacji najmłodszych. Inne opcje, w tym „niekomputerowe” (tzw. unplugged), są szeroko popularyzowane w projektach realizowanych w ramach programu europejskiego eTwinning. Jednym z polecanych rozwiązań jest platforma Kodable – umożliwiła ona nauczycielom za darmo nauczanie dzieci kodowania oraz kontrolowanie ich postępów dzięki zakładaniu wirtualnych klas i kont uczniowskich. Zadania mają opracowaną skalę trudności stosownie do wieku dzieci, począwszy od poznania sekwencji i algorytmów w wieku 4–6 lat, do programowania obiektowego z użyciem JavaScript w wieku 9–11 lat.

Podobne możliwości do Kodable oferuje także platforma Tynker, która jest zgodna z podstawą programową szkół w Wielkiej Brytanii w zakresie nauki programowania. Jednak opłata za Tynker Classroom dla 1 klasy do 30 uczniów w VI.2017 r. wynosiła 399EUR, zaś pakiet Tynker School dla całej szkoły i wszystkich poziomów klas – 2600EUR, stąd platforma ta może być mniej osiągalna dla szkół i przedszkoli w Polsce. Ciekawą alternatywą dla popularnego w wielu kra-jach środowiska Scratch jest the Foos, program nagradzany za osiągnięcia w dzie-dzinie nauki programowania. Oprócz materiałów dla uczniów i nauczycieli ofe-ruje także możliwość korzystania offline. Rozkład nauczania zasad programowa-nia jest dostosowany tutaj do potrzeb szkół w Stanach Zjednoczonych. Korzysta-nie w pełni z jego możliwości jest także odpłatne. Warto też podkreślić, że the Foos proponuje część ćwiczeń dla dzieci w formie „niekomputerowej” czyli pa-pierowej, co jest dobrym rozwiązaniem polecanym przez niektórych nauczycieli kodowania. Rozumienie algorytmów i nauka programowania bazuje na umiejęt-ności ucznia do logicznego i kreatywnego myślenia, które jest niezależne od wy-korzystywanych materiałów i środków dydaktycznych. Warto pokazać dzieciom, że zabawa i nauka „bez prądu” może równie mocno wspierać rozwój ich kompe-tencji, jak i stosowanie komputerów, tabletów, robotów edukacyjnych.

Środowiska programowania dla dzieci z reguły są przyjazne, kolorowe, zawierają wiele samouczków lub ćwiczeń interaktywnie wprowadzających w arkana kodo-wania. Warto dodać, że zazwyczaj towarzyszy temu jakaś animowana postać, np. czarodziej (Baltie), kotek (Scratch), rodzina szalonych pomponów (Kodable), co dla dzieci szczególnie w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym jest interesu-jące i motywujące do zabawy i jednocześnie nauki.

Szybki rozwój techniki komputerowej promuje powstawanie środowisk progra-mowania. Tym wymaganiom próbują również sprostać firmy produkujące za-bawki edukacyjne, czy chociażby zyskujące na popularności roboty edukacyjne

[11]. Dotychczas bogatą ofertę można było znaleźć na rynkach zachodnich sąsiadów, np. roboty edukacyjne BeeBot popularne w brytyjskich oddziałach dla dzieci 5-letnich (odpowiednik polskiego przedszkola), prezentowane na Ryśunku 1, czy zestaw firmy Wonder zawierający roboty Dash i Dot (cena ok. 1300PLN, VI.2017 r.).



**Rysunek 1:** Beebot wykorzystywany w przedszkolu w Radomiu podczas realizacji projektu Comenius Regio „New Skills: Learning for Success” (źródła własne).

Innymi rozwiązaniami technicznymi mogą być także nowości produkowane od paru lat przez rodzimych producentów, takie jak roboty Ozobot współpracujące z platformą OzoBlockly czy Photon działający w środowisku Scratch oraz Google Blockly (koszt w VI.2017 r. pierwszego to ok. 390PLN wraz z akcesoriami, drugiego – ok. 170USD).

W radomskich placówkach roboty edukacyjne to wciąż rzadkość, stąd ogromną popularnością cieszą się zajęcia robotyki Lego oferowane przez prywatne placówki edukacyjne, które stać na zakup zestawów robotów. Dla niektórych placówek publicznych doposażenie w pomoce dydaktyczne do nauki programowania i robotyki to wciąż odległa przyszłość.

Wszystkie wyżej wymienione rozwiązania z sukcesem wdrażają w praktyce idee edukacji STEM (ang. akronim oznaczający science, technology, engineering and mathematics), czyli nauki przyrodnicze, technikę, inżynierię i matematykę, a zatem dziedziny, które już dziś i zapewne w przyszłości będą decydować o konkurencyjności absolwentów na rynku pracy. Z pewnością wymagają one wielu nakładów finansowych na początku, jednak z nadzieją można patrzeć, że oferta edukacyjna stale się rozszerza i konkurencja wymusza coraz to niższe ceny. Być może już wkrótce każda szkoła i przedszkole będzie mogło pochwalić się nie

tylko tablicą interaktywną, ale także zestawem do nauki programowania i robotyki.

#### **4 Przygotowanie nauczycieli edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej do nauki programowania**

Nauka kodowania może być intuicyjna, szczególnie w pracy z dziećmi młodszymi, które używają środowisk wizualnych. Ponadto niektóre ze środowisk programistycznych oferują wsparcie dla początkujących nauczycieli, np. platforma Kodable zapewnia pomoc, darmowe plany lekcji i monitoring postępów ucznia. Wystarczy wtedy podstawowe przygotowanie nauczycieli, bazujące głównie na umiejętności logicznego i kreatywnego myślenia. Mogą to częściowo potwierdzać badania zespołu P. J. Richa, w świetle których 55% nauczycieli kodujących w klasie nie miała żadnego lub miała tylko krótkie przeszkolenie (w tym 75% nauczycieli biorących udział w badaniu ze Stanów Zjednoczonych oraz 62% z Finlandii).

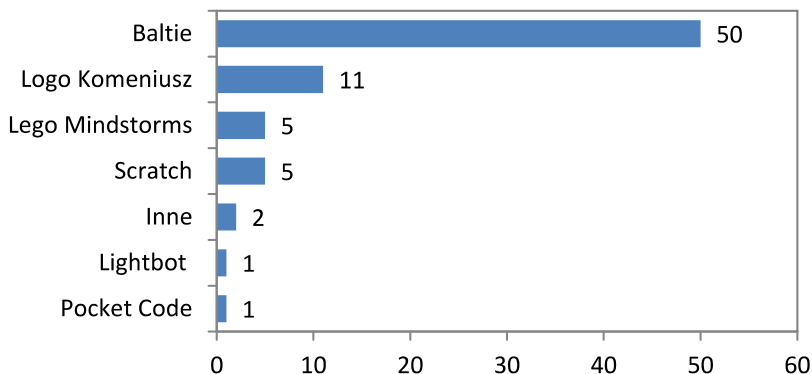
W Polsce nauczyciele edukacji wczesnoszkolnej staną przed koniecznością wdrożenia nauki kodowania do zakresu treści programowych. Osoby już pracujące w zawodzie będą mogły skorzystać z szerokiej formy wsparcia programu eTwinning, który systematycznie oferuje kursy on-line z zakresu programowania w Scratch oraz innych środowiskach dla najmłodszych. Wsparciem jest tu także inicjatywa „Godzina kodowania”, która umożliwia dorosłym a także dzieciom wzięcie udziału w kursie składającym się z kilkunastu zadań.

Istotne pytanie jawi się w kwestii przygotowania obecnych studentów kierunków nauczycielskich do nauki programowania i robotyki wśród dzieci. Badanie ankietowe w tym zakresie przeprowadzono w maju 2017 r. wśród 55 studentek i absolwentek kierunku Pedagogika specjalności edukacja przedszkolna i wczesnoszkolna (studia I i II st.) na Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu. Celem było m.in. zbadanie postaw przyszłych nauczycieli etapu edukacyjnego 0–1 do promowania kodowania wśród najmłodszych wychowanków.

Zaledwie 56% respondentek uważa decyzję ministra edukacji o nauce programowania przez dzieci za konieczną i zasadną. Reszta badanych (44%) nie widzi potrzeby lub nie ma zdania w tym zakresie. Niepokojący jest również fakt, że 31% badanych nie uważa by musiało doskonalić swoje umiejętności informatyczne.

Dotychczasowe doświadczenia ankietowanych z narzędziami programistycznymi koncentrują się głównie na znajomości programu Baltie (50 osób), który mogły poznać w toku studiów na przedmiotach związanych z metodyką prowadzenia zajęć komputerowych (30 godzin zajęć na studiach I stopnia, 45 godzin – II stopnia). Kilka osób deklarowało również znajomość narzędzi takich jak Scratch, Lego Komeniusz, Lego Mindstorms (Rysunek 2), co może być efektem współpracy z prywatnymi placówkami edukacyjnymi prowadzącymi zajęcia z robotyki Lego. Są to chlubne wyjątki, ponieważ zazwyczaj studentki odbywające praktyki pedagogiczne w przedszkolach i klasach I–III szkół podstawowych nie spotkały

się z nauką programowania. Zazwyczaj celem praktyki pedagogicznej jest konfrontacja wiedzy i umiejętności nabytych w toku studiów z rzeczywistością szkolną, gdzie student nabywa cenne doświadczenie praktyczne [8]. W przypadku kodowania i robotyki dzieje się to niestety niezmiernie rzadko. Można w tym miejscu dodać, że w szkołach na terenie Radomia sporadycznie występuje programowanie także w edukacji informatycznej w kl. IV–VI.



**Rysunek 2:** Znajomość języków/środków programowania wśród badanych.

Respondentki miały m.in. określić przyczyny trudności nauczycieli w toku uczenia się programowania. Najczęściej wymieniano tutaj brak przygotowania merytorycznego i informatycznego (36%) oraz słabą znajomość programów z uwagi na ich odpłatność lub skomplikowaną obsługę (22%). Tylko 24% badanych oceniło własne przygotowanie w zakresie nauki programowania jako dobre lub bardzo dobre, zaś aż 52% osób oceniło swoje umiejętności jako dostateczne, niewystarczające lub nie miało zdania w tym temacie. Pomimo tego tylko 35% studentek wyraziło chęć doskonalenia informatycznego.

Respondentki deklarowały, że w przyszłości będą korzystać w pracy nauczyciela z następujących narzędzi TI: programy multimedialne (98%), Internet (80%), programy użytkowe takie jak edytor tekstu, arkusz kalkulacyjny (45%) oraz programy narzędziowe (36%). Tylko 15% badanych będzie chciało korzystać z języków programowania. Niestety, ta postawa wskazuje, że z reguły wolą korzystać z gotowych rozwiązań, niż twórczo wdrażać nowe działania edukacyjne.

## 5 Podsumowanie

W świetle przytoczonych badań trudno zatem powiedzieć, że studia wyższe przygotowują absolwentów do nauczania dzieci programowania i robotyki. Jednak



charakter pracy nauczycieli oraz ogólne wymogi współczesnego rynku pracy zakładają, że każdy pracownik w ramach swoich kompetencji powinien posiadać transgresyjny potencjał, który umożliwi integrację elementów struktury poznawczej danej osoby i równoważenie jej relacji ze światem. W tym świetle kompetencje zakładają aktywność i twórczość podmiotu, który uczestniczy w przemianach społecznych [2]. Zatem zmieniające się wymogi odnośnie warsztatu pracy pedagoga nie są zaskoczeniem, nowością ani dla pracowników sektora edukacji, ani dla studentów. W ostatnim dziesięcioleciu nauczyciele edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej musieli doskonalić swe umiejętności diagnostyczne, zgodnie z koniecznością oceniania gotowości szkolnej dzieci korzystających z rocznego przygotowania szkolnego. W 2014 r. ministerstwo edukacji rozszerzyło podstawę programową wychowania przedszkolnego wprowadzając na nauczycielach wymóg dokształcenia się w zakresie języka obcego [7]. Obecnie nauczyciele edukacji wczesnoszkolnej powinni rozwijać lub doskonalić swój warsztat o umiejętności programowania.

Zazwyczaj reformy w polskim systemie oświaty nie szły w parze z wystarczającym wsparciem szkoleniowym dla kadry pedagogicznej. Czy stanie się tak również w przypadku „rewolucji w kodowaniu szkół”? Oceniając obecne (nikłe) działania ministerstwa można mieć obawy, że po raz kolejny ciężar pospiesznie wprowadzanych zmian poniosą na swych barkach pedagodzy.

## References

1. CARR, B. *Płytki umysł. Jak Internet wpływa na nasz mózg*. Gliwice : Helion, 2012. ISBN 978-83-246-4138-3.
2. MĘCZKOWSKA, A. Kompetencja, W *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*, PILCH, T. (red.), T. II, Warszawa : Wydawnictwo Akademickie Żak, 2003. ISBN 83-89501-06-6.
3. The NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition. The New Media Consortium, 2016, [on-line] ([www.nmc.org](http://www.nmc.org)).
4. PAPERT, S. *Burza mózgow. Dzieci i komputery*. Warszawa : PWN, 1996. ISBN 83-01-12197-1.
5. POLAK, M.: Trendy na horyzoncie szkolnej edukacji. 20-11-2016, [on-line] ([www.edunews.pl/badania-i-debaty/badania/3670-trendy-na-horyzoncie-szkolnej-edukacji](http://www.edunews.pl/badania-i-debaty/badania/3670-trendy-na-horyzoncie-szkolnej-edukacji)).
6. RICH, P. J. – BROWNING, S. – PERKINS, M. – SHOOP, T. – BELIKOV, O. – YOSHIKAWA, E. *Coding in K-8: Computational Practices in Primary Education from Around the World*. [on-line] ([www.academia.edu](http://www.academia.edu)).
7. Rozporządzenie MEN zmieniające rozporządzenie o podstawie programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół z dn. 30 maja 2014 r. Dz. U. z dn. 18 czerwca 2014 r.
8. SAŁATA, E.: Przygotowanie do praktyk zawodowych przyszłych nauczycieli w opinii studentów i nauczycieli opiekunów. W *Edukacja – Technika – Informatyka*, T. 18, Zeszyt 4, 2016, s. 185–194.
9. Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2016. Informatyka. CKE, 2016, [on-line] ([www.cke.edu.pl](http://www.cke.edu.pl)).

10. SZYMAŃSKI, M. *Socjologia edukacji. Zarys problematyki*. Kraków : Impuls, 2013. s. 7, ISBN 978-83-7587-907-0.
11. ZASOŃSKI, S. *Robotyka w nauczaniu wczesnoszkolnym, czy w ogóle to możliwe?* 04.02.2017, [on-line] ([www.edunews.pl](http://www.edunews.pl)).
12. ZIĘBAKOWSKA-CECOT, K. Programy współpracy z rodzicami jako forma wsparcia społecznego uczniów. W *Wsparcie społeczne i współpraca jako instrument walki z wykluczeniem społecznym*, ZAMKOWSKA, A. (red.), Radom : Wydaw. UTH, 2013, s. 184–195, ISBN 978-83-7351-419-6.

**Reviewed by:** Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

### **Contact address**

dr Beata Kuźmińska-Sołśnia

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu  
Wydział Informatyki i Matematyki, Katedra Informatyki  
ul. Malczewskiego 20A, 26-600 Radom

E-mail: [kuzminskab@poczta.onet.pl](mailto:kuzminskab@poczta.onet.pl)

dr Katarzyna Ziębakowska-Cecot

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu  
Wydział Filologiczno-Pedagogiczny, Katedra Pedagogiki i Psychologii  
Zakład Edukacji Informatyczno-Medialnej  
ul. Malczewskiego 20A, 26-600 Radom

E-mail: [ziebakowskacecot@o2.pl](mailto:ziebakowskacecot@o2.pl)

# III New Technologies and ICT in Education

## REAL-TIME FEATURES IN MODERN ENVIRONMENTS

Victoria H. BAKONYI, Jnr. Zoltán ILLÉS, Dr. Zoltán ILLÉS, HU

**Abstract:** Some decades ago the need for real-time functionality was negligible – it appeared only on special scientific or military fields. Therefore, only a small number of programmers had to be familiar with the topic. In the last decades, the situation has become very different while we got used to receiving real-time information about almost everything in our daily life too. In one hand answering this requirement appeared the general-purpose multitasking operating systems like Linux offering such features which should warrant for the given tasks to finish within the deadline. On the other hand, we are surrounded by a lot of smart devices (micro controllers) in our private homes as well, usually working on a single task. Thus, the importance of real-time operating systems (RTOS) and programming rapidly has grown – therefore its role must grow in education as well. In our paper, we would like to present our ideas about where and what to teach of real-time possibilities in programmers – and IT teacher trainings.

**Keywords:** real-time operating systems, real-time applications, higher education.

### 1 Introduction

Fifty years ago, people must write a letter and wait sometimes several weeks for the answer to communicate with each other. They had to go to the library to read about the results of the newest researches. The need for getting feedbacks just in time appeared only on some special fields: measurements, controlling, strategical areas or in the case of some medical systems.

With the spread of mobile smart devices, we accustomed to get information immediately. As the proverb says *“Time is money”*. Therefore, we expect to get real-time news, real-time weather report, real-time traffic report and real-time business information, we use real-time services in case of paying with bank-card, using card door locking systems etc. Moreover, today we are surrounded by a lot of other smart devices, phones, glasses, refrigerators, vacuum-cleaners, cars, homes etc. and they all give us real-time help in our daily life. Thus, the knowledge about implementing real-time applications (RTAp) is became important in all type of informatics trainings.

## 2 Real-time systems

Firstly, we should define what a real-time system is. To dissolve a delusion, it is not the synonym of a very quick system. It means that it will finish its task within the given deadline. If any delay is not acceptable then it is called *hard real-time* otherwise it is a *soft real-time* system.

Some decades ago when computers and operating systems were not so developed – meaning that they were not able to work parallel – the task to implement a real-time application was not so complicate. Naturally the programmer had to know the detailed information about the execution time of the single instructions, the accuracy of the system clock and the timer. The execution time and features of interrupts and handling signals were also important. Knowing the previously mentioned data a well-trained programmer could count the punctual execution time of the task. Therefore, it was possible to write even a hard real-time application under DOS operating system too. [1]

Nowadays microcontrollers are very similar from a lot of point of view to the old single task computers. Usually they are working on a single special task therefore the evaluation of execution time depends on the same features as we described previously. There are embedded systems without an OS (operating system) and with it e.g. QNX, Windows CE.

At the same time with the growing need of real-time solutions, general purpose multi-task operating systems like Linux added real-time functionalities (module) to ensure the implementation of such applications. But we can say almost all leading operating system offers real-time features for today. Naturally the system clock, the timer(s), the execution time of a single instruction all are important. Per the modern hardware technology all examined details are quicker and more accurate than before. But it is not enough for us in a parallel system; the real interesting question in the case of a multiuser, multitask OS is: how can be finish within the deadline running together several different tasks. (This became more complicated if there are several CPUs in the system.) The main part of this work is done by the schedulers. The common idea is to give some priority levels to the processes and so they can get more resources to run. Moreover, in such systems some CPUs may be dedicated to the real-time processes. Other interesting thing is working on a Linux platform that we must keep in mind the differences of normal and real-time signals. [2, 3, 4]

Nowadays we are always connected to the net using web-applications to help ourselves in our daily life. In the case of a so-called real-time application we must face to new theoretical and technical problems. Using HTTP protocol, it

is not an axiomatically thing to change the clients' information continuously without a new request. In modern environments, we have different methods to solve this problem like SignalR module in ASP.NET system. [5]

### 3 Real-time technology in informatics trainings

“Over some period, all the modern electronic devices have appeared in education gradually, and the mobile phone, tablet, smart phone as well, they want to take their place in it.” [6]

Designing the syllabus of any university training we should keep in mind two things and balance between them:

- to give a strong base of general ideas (to give a chance to students to be able to learn newness throughout their whole vocational life);
- to teach some of the most modern technology (to be able to take place in the working market immediately).

Rapid changes in the world of technology and informatics make our work especially difficult. [7]

There are two different ways to achieve modernization:

- in each 3–5 years develop a new branch of subjects due to the new needs of industry and throw away the previously taught topics;
- always make some slight changes in all subjects per the needs.

The mixture of the above-mentioned choices will result the best solution by our opinion. In this case the topics are always up-to-date and it requires less effort at the “big” changing periods.

From this point of view we looked through our subjects *Fundament of Computers*, *Operating systems* and *Developing web-applications II*. The first two are compulsory subjects of BSc informatics trainings (for programmers and for teachers) and the third one is a choose able MSc subject.

#### 3.1 Fundament of Computers

The general goal of the subject (<http://fundofcomp.inf.elte.hu/>) simplifying it is to show the beginners the architecture of a computer and network; the basic operating system possibilities on different platforms mainly in Linux and in Windows; and to teach the bases of script writing on both widely spread systems.

Nowadays we are living in the age of *IoT* (Internet of Things). We state that at the beginning of their studies students should see that the technical world around them is not a mystical thing; we just use different type of computers. Term by term we add some plus information about microcontrollers as well

demonstrating their possibilities with some interesting funny projects like a “beer cooking system” with Raspberry Pi implemented by a young colleague Ádám Baráth to give some motivation. (Figure 1)



**Figure 1:** Beer cooking project from Baráth, Ádám.

Students should understand that almost everything around us contains some small computers which we can program. The programming language, the environment is different but the main concepts of programming is the same! We do not have to change our programming paradigms and we can implement code for any devices. In the same time, they understand that they have a quasi-real-time system due this programs are running alone on the device.

### 3.2 Operating systems

Operating systems subject (<http://os.inf.elte.hu/>) is for advanced students therefore the goal of the subject is to make them understand the tasks of an operating system. How an OS manages memory, IO devices, which types of schedulers we use, which type of IPCs (Inter Process Communication) exist, what the main algorithms of a system are etc.

```
illes@oprendszerek:~> chrt -m
SCHED_OTHER min/max priority : 0/0
SCHED_FIFO min/max priority  : 1/99
SCHED_RR min/max priority    : 1/99
SCHED_BATCH min/max priority  : 0/0
SCHED_IDLE min/max priority   : 0/0
[1]+  Done                  nice sleep 15
illes@oprendszerek:~>
```

**Figure 2:** Different schedulers and priority levels.

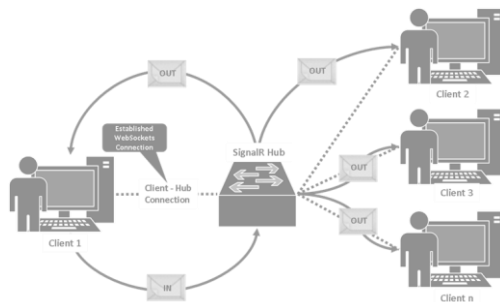
Though Linux and Windows are not RTOS systems, both has real-time features and there are RT systems based on Linux e.g. Suse Linux Enterprise Real-Time Extension.

In the syllabus time to time we strengthen the presentation of real-time features. We:

- We show the different priority levels of processes, highlight the role of scheduling e.g. SCHED\_OTHER, SCHED\_FF, SCHED\_RR, SCHED\_IDLE, in parallel execution of different priority tasks. (Figure 2).
- We demonstrate the different behaviour of real-time and “normal” signals – each of the real-time signals will arrive to the process while only one of the same type of normal signal will be handled. Moreover, real-time signals will be handled immediately.
- We explain the idea of different RT IPCs.
- We speak about the usage of RT clocks and timers.
- We speak about CPU shields, CPU sets with which we can dedicate a given CPU to a given real-time task, thus all other normal processes will be executed by the remaining CPU-s.

### 3.3. Developing web-applications II

The goal of the subject (<http://aspnet.inf.elte.hu/>) is to present a modern, up-to-date environment for implementing web-based applications. It oversees the classification of different web-applications, speaks about the working mechanism beyond the scenes, demonstrate the usage and architecture of services, deals with authentication possibilities and modern database handling.



**Figure 3:** SignalR mechanism (figure from <http://bit.ly/2dcS3ah>).

Real-time module SignalR is a nice and easy to use possibility to create RTAp-s. In the background a hub is working, which connects server and clients. Therefore, clients can be refreshed automatically at each changes of

server side without a manual request. From a client, we can send some messages to the server using JavaScript functions to the hub and it broadcasts them to the clients.

#### 4 E-Lecture system

Presenting the importance of using real-time applications in our teaching practice too, we implemented a real-time web-based BYOD (Bring Your Own Device) system in ELTE (Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary). The application goal is to create an electronic catalogue of the students sitting in the auditoriums and to activate students during lectures. The application can authenticate the teachers and the students and manages the database of attendances and questions – answers. Both teachers and both students may ask just in time from each other using this application. (Figure 4). [8]



**Figure 4:** Students' real-time feedbacks on teachers' page.

#### 5 Conclusion

University education must set an example therefore we do have to remain up-to-date in our teaching methods and contents. The spread of real-time applications in daily life must change the focus points of several topics, subjects. We state that all informatics students even on BSc level must be able to know the bases of real-time programming. To use modern technologies and ideas in programmer trainings is very important but to teach them to the future informatics teachers is much more important! That is why our next goal is not to simply demonstrate some experiments but to make students of the teacher trainings to work on small own projects with microcontrollers. The future is in their hands!

#### References

1. ILLÉS, Z., HAVANCSÁK, K.: Real-Time Computer Measurement Control under Dos – Windows Operating System. In *Annales Universitatis Scientiarum*



- Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae Sectio Computatorica XVII.* Pp. 193–199. (1998).
2. *SUSE® Linux Enterprise Real Time User's Guide, 4. chapter.* (<http://bit.ly/1Rlt0LP>).
  3. TANEMBAUM, A., WOODHULL, A.: *Modern Operating Systems.* 2014. ISBN-13 978-0133591620.
  4. LOVE, R.: *Linux kernel development.* Third Edition, Addison-Wesley, 2010.
  5. AGUILAR, José M.: *SignalR Programming in Microsoft ASP.NET.* 2014, Microsoft Press, ISBN 978-0-7356-8388-4.
  6. PSENÁKOVÁ, I. – SZABÓ, T.: Internet mint médium az oktatásban. In *1. IKT az oktatásban: Konferencia Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelv Tanítóképző Kar, Szabadka 12. április 2014.* Subotica : Újvidéki Egyetem, 2014. ISBN 978-86-87095-43-4, S. 228–236.
  7. HEIZLERNÉ, B. V. – ILLÉS, Z. – MENYHÁRT, L.: Viewpoints for the development of teaching contents in the field of informatics. In *Acta Didactica Napocensia* 6:(2) Paper 5. 10 p. (2013).
  8. ILLÉS, Z. Dr. – ILLÉS, Z. Ifj. – BAKONYI, V. H.: Mobile driven Changes in Education. In *Edukacja – Technika – Informatyka / Education Technology Computer Science.* 11:(1) pp. 310–315. (2015).

**Reviewed by:** Mgr. Tibor Szabó, PhD.

### **Contact address**

Viktória H. Bakonyi (ORCID 0000-0001-5093-8492)

Department of Media and Educational Informatics, Eötvös Loránd University Budapest, P. O. Box 120, H-1117 Budapest, Hungary

E-mail: hbv@inf.elte.hu

# PRACOVNÝ LIST AKO KOOPERAČNÝ A KOMUNIKAČNÝ NÁSTROJ E-LEARNINGOVÉHO KURZU

Peter BEISETZER, Jana BURGEROVÁ, SK

**Abstrakt:** Od e-learningu sa očakáva, že čo najefektívnejšie sprostredkuje rozvoj sledovaných kompetencií používateľov e-learningového kurzu. Na tomto výsledku majú podiel rôzne aspekty tejto formy edukácie. Naším zámerom je upriamiť pozornosť na oblasť komunikácie a kooperácie v rámci špecifik e-learningových kurzov. Pre tento prípad analyzujeme možnosť využiť pracovný list pre e-learningový kurz ako nástroj komunikácie a kooperácie.

**Kľúčové slová:** e-learning, komunikácia, kooperácia, pracovný list, metakognícia.

## WORKSHEET AS A CO-OPERATION AND COMMUNICATION TOOL FOR AN E-LEARNING COURSE

**Abstract:** At the Faculty of Education of the University of Prešov in Prešov, e-learning is becoming increasingly widespread in the preparation of primary education teachers. The published experience presents a methodology for the creation and application of worksheets strategically oriented towards metacognition. The design of the published worksheets reflects the need to develop a learning ability in the mindsets of their own thinking processes leading to comprehension to improve their own cognitive abilities. The self-reflexion and self-diagnosis of self-cognitive styles, methods, tactics and strategies set out in this way are the starting point for finding more effective cognitive and self-regulatory procedures.

**Keywords:** e-learning, communication, cooperation, worksheet, metacognition.

### 1 Úvod

Inovačné aktivity, zamerané na edukačné systémy, nemôžu obchádzať problematiku e-learningu a to aj napriek tomu, že sú voči nemu vyslovené určité výhody, ktoré vyplynuli z komparácie s prezenčnou formou výučby. Jednou z výhod sú napr. absencia osobného kontaktu (študent – študent, učiteľ – študent), nedostatok komunikácie, osamotenosť pri riešení problémov, izolácia v rámci osobných kontaktov učiacich sa. Uvedené argumenty môžu

ovplyvniť aktivity smerujúce k vytvoreniu e-learningového kurzu. Na základe uvedeného je predmetom nášho záujmu ponúknuť riešenie, ktoré bude minimalizovať obavy z e-learningu. Vychádzame z predpokladu, že správne volený kooperačný a komunikačný nástroj zrealizujúci vzdelávací proces realizovaný s podporou e-learningu.

### **1.1 Metakognície a autoregulácia – stratégie na tvorbu kooperačných a komunikačných nástrojov**

E-learningový kurz podlieha určitým kritériám. Jedným z nich je podmienka týkajúca sa existencie kooperačných a komunikačných nástrojov. Za takýto nástroj je možné považovať pracovné listy, ktorých interaktívna funkcia sprostredkuje systémovú a koncepcnú väzbu medzi prezenčnou formou výučby a e-learningom (aplikovaný na riadené samoštúdium). Pri takto zvolenom prístupe bude konštrukcia pracovného listu obsahovať činnosti zamerané na rozvoj schopností zamýšľať sa nad svojím rozmyšľaním, uvažovaním, analyzovaním, dedukovaním a pod. Ďalej monitorovaním vlastných myšlienok a to všetko na základe sebapoznania regulovania svojho správania (metakognície). Na tieto skutočnosti nadväzujú činnosti, v rámci ktorých učiaci sa rozvíjajú schopnosť vyhodnotiť, čo vedia a čo nevedia (autoregulované učenie). Uvedené má za cieľ viesť učiacich sa k tomu, aby si sami určili smer a stratégie svojho ďalšieho učenia sa. Zároveň si treba uvedomiť, že takýmto prístupom ich učíme sa učiť.

## **2 Kľúčové stratégie pre tvorbu pracovného listu**

Úspešné vytvorenie kooperačného a komunikačného nástroja v podobe pracovného listu predpokladá tvorivý potenciál učiteľa. V rámci nami zvoleného prístupu výber úloh volíme tak, aby sa od učiaceho vyžadovali schopnosť sledovať, riadiť a kontrolovať seba samého. K tomu je potrebný aktívny prístup učiaceho sa k vyhodnoteniu svojich myšlienkových postupov. Je dobré, ak učiaci sa si bude vedomí toho, že riešenie úloh má za cieľ vyvolať u neho stav, v rámci ktorého „spoznáva ako spoznáva“, t. j. žiadané aktivity rozvíjajú myšlienkové procesy, ktoré sa podieľajú na vlastných poznávacích procesoch.

Takto učiaci sa bude mať informácie o sebe samom, t. j. ako rieši nejaký problém, pričom zároveň skúma a kontroluje svoje procesy mentálneho spracovávaní. Tým sa naplní obsah stratégie o monitorovaní vlastných kognitívnych procesov (kontrola, riadenie a regulovanie kognitívnych procesov na princípe disponovania vedomosťami učiaceho sa o sebe samom). Ďalším významným princípom takto zvoleného prístupu je odbúravanie mechanického učenia sa a využívanie aktívneho učenia sa. Výsledkom je stav, keď učiaci sa

chápe postupy vedúce k spracovaniu informácií na základe skúmania procesov svojho myslenia.

## 2.1 Pracovný list – pedagogické poznámky k metodickému prístupu

Nami prezentovaný prístup má oporu v metakognitívnych stratégiách. Z tohto dôvodu sú brané do úvahy poznatky o kategóriách metakognície (Martinez, 2006). Každá z kategórií u učiacich sa monitoruje, kontroluje a plánuje myslenie, pamäť a porozumenie s cieľom voliť optimálne postupy poznávacieho procesu s porozumením. Jednotlivé časti pracovného listu vedú učiaceho sa ku kladeniu si otázok ako:

- K riešeniu úlohy viem všetko, viem len niečo, neviem v podstate nič?
- Viem čo mám vyriešiť, čo mám urobiť, aby sa mi to podarilo, zvolil som ten najsprávnejší prístup, sú moje rozhodnutia funkčné?
- Majú moje námety, návrhy riešenia význam?

V prípade, že konštrukcia pracovných listov akceptuje vyššie uvedené, bude učiaci sa vedený k tomu, aby:

- tvoril vlastné postupy,
- osvojoval si rôzne stratégie riešenia problému (následne ich zautomatizoval a premenil na zručnosti),
- v činnostiach uplatňoval vlastné myšlienkové postupy,
- plánoval, kontroloval, hodnotil, riadil, vyjadroval vlastný názor,
- monitoroval svoje učenie sa, t. j. zhodnocuje ho s cieľom určiť, ktoré poznatky si potrebuje ešte osvojiť.

Prezentovaný komunikačný a kooperačný nástroj vytvára podmienky pre vznik synergického efektu v oblasti metakognície. Na lineárne usporiadané úlohy je aplikovaný metodický algoritmus:

- a) Riešenie bez usmernenia. Myšlienkové operácie učiaceho sa nie sú usmerňované. Ten spoznáva vlastnú úroveň sledovaných schopností a zručností, ktorú konfrontuje s požadovanou. Súčasťou úlohy je vyjadrenie sa učiaceho sa k náročnosti úlohy. Vyhodnotenie za celú skupinu robí tútor (obrázok 1 – číslo 1 symbolizuje najnižšiu a číslo 10 najvyššiu náročnosť).

Učiaci sa vyjadrujú pripomienky a podnety k úlohe, resp. riešeniu úlohy. Napr.: „Aká zmena prispeje k vylepšeniu tejto úlohy? Stručne uveďte, čo na úlohe oceňujete, čo je potrebné zmeniť alebo doplniť (napr. v texte úlohy, v grafickom vyobrazení a pod.).“ Informácie sú vyhodnotené v zmysle pripravenosti učiaceho sa konať v prospech stratégie rozvoja daných schopností

a zručností. Aktívny prístup učiaceho sa k analyticko-syntetickej činnosti smeruje k uvedomeniu si nejasností, resp. vlastných predstáv o činnostiach spojených s riešením úlohy.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sledovaný aspekt	Stupnica náročnosti úlohy									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Počet <b>správnych</b> riešení na úrovni náročnosti										
Počet <b>nesprávnych</b> riešení na úrovni náročnosti										
Počet <b>správnych</b> riešení na rozhraní náročnosti										
Počet <b>nesprávnych</b> riešení na rozhraní náročnosti										

**Obrázok 1:** Tabuľka vyjadrujúca náročnosť úlohy a prehľad o úrovni skupiny.

Aktivita učiacich sa, rozšírená o oblasť podnetov a pripomienok, má za cieľ vyvolať u nich väčšiu sústredenosť a uvedomenie si súvislosti zámerného pôsobenia. Cieľom je dosiahnuť stav, keď učitelia sa nie je len objektom, na ktorý systém pôsobí, ale je zároveň subjektom aktívne pôsobiacim na výučbový proces. V rámci vyhodnotenia týchto aktivít je možné dať učiaceho sa vyjadrenie do súvislosti s problematikou vnútornej motivácie a úrovňou hodnotených schopností a zručností, kde učitelia sa s:

- dostatočnou úrovňou sledovaných schopností a zručností môže svoje pripomienky smerovať k požiadavke zvýšiť náročnosť úlohy. (posudzujeme ako očakávaný stav, s následným rozhodnutím pokračovať diferencovane).
- nedostatočnou úrovňou sledovaných schopností a zručností môže svoje pripomienky smerovať k zjednodušeniu úlohy. Napr. výzvu pre úpravu textu je možné posudzovať ako:
  - nedostatočné porozumenie problému, resp. pokynov, nejasná orientácia v súbore požiadaviek,
  - nedostatočne známy obsah použitých pojmov, t. j. učitelia sa nekomunikuje danými vyjadrovacími prostriedkami,
  - viacvýznamové vysvetlenie zadania úlohy a pod.

- b) Riešenie s usmernením. Pre túto časť je aplikovaná stratégia „učiť sa ako sa učiť“. K tomu využijeme algoritmus usmernenia analyticko-syntetických činností učiacich sa. Činností majú svoju postupnosť stanovenú krokmi, ktoré vizualizujú myšlienkové operácie. Vo vedomí učiaceho sa dôjde k uvedomeniu si kľúčových súvislostí, na základe ktorých dochádza k porozumeniu. Rozvoj sledovaných schopností a zručností takto podporíme sebakontrolou, sebahodnotením a sebariadením.
- c) Parciálne riešenie. Každé riešenie úlohy predpokladá určité schopnosti a zručnosti. V prípade, že učiaci sa nimi nedisponuje, je to situácia pre ich rozvoj. Zaradenie „parciálneho riešenia“ do systému rozvoja má za cieľ vyvolať u učiaceho sa väčšie sústredenie sa na podstatný detail úlohy. Riešeniu primárnej úlohy predchádza riešenie parciálnej, ktorá s ňou súvisí. Parciálna úloha je zameraná na detail, ktorý je vyhodnotený ako možný zdroj ťažkostí, resp. omylov. Cieľom zaradenia parciálnej úlohy je upozorniť učiaceho sa na kľúčovú informáciu, ktorej uvedomenie, resp. neuvedomenie si zásadne ovplyvní výsledok riešenia úlohy.
- d) Učiacim sa navrhnuté zadanie a riešenie úlohy. V tejto časti sú volené aktivity učiaceho sa tak, aby na ich základe došlo k synergickému efektu v rozvoji sledovaných schopností a zručností. Z hľadiska edukačnej stratégie sú pre učiaceho sa vytvorené podmienky umožňujúce z vonkajšieho prostredia prijímať objektívnu realitu. Učiaci sa s v nich ocitá v pozícii, keď je sám sebe objektom aj subjektom výchovy a vzdelávania, t. j. sám seba vychováva a vzdeláva. V rámci tejto činnosti podlieha riadeniu a sebariadeniu – dá si príkaz, postaví úlohu, kontroluje, hodnotí a pod. Miera spomenutých atribútov závisí od jeho osobnostnej úrovni, napr. tvorivých schopností (senzitivita, fluencia, flexibilita, originalita, elaborácia, redefinovanie a i.). Jednotlivé časti zadania obsahujú:
- návrh zadania úlohy. Samotný návrh úlohy spočíva v modifikácii tých úloh, ktoré boli skôr riešené. Vypracovanie textu, zadania úlohy je prvou predstavou učiaceho sa o tom, ako má prebiehať rozvoj sledovaných schopností a zručností. Zároveň informuje o svojich schopnostiach riešiť takéto úlohy, čo sa premieta do jeho predstavy o predpokladanej úrovni.
  - návrhy ponúk riešenia. Okrem jedného správneho riešenia učiaci sa vypracuje minimálne tri ponuky s rozpoznatelnými odchýlkami. Ku každej ponuke vypracuje písomnú charakteristiku, ktorou identifikuje súvislosti potvrdzujúce, resp. vyvracajúce správne riešenie. Je možné pripustiť, že navrhnuté nevyhovujúce riešenia vznikli ako skúsenosť

z analytickej činnosti, v rámci ktorej učiaci sa mal pochybnosti, resp. sa dopustil omylu. Danými odchýlkami učiaci vyjadruje svoju predstavu o situácii, keď „reálnosť“ môže z dôvodu nízkej úrovne sledovaných schopností a zručností byť stotožnená napr. s „podobnosťou“ a pod. V časti „komentár“ učiaci sa argumentáciou zdôvodní vyhovujúce riešenie a v prípade nevyhovujúceho riešenia poukáže na detaily odlišujúce určujúce časti správneho riešenia

- e) Vyjadrenie učiaceho sa k pracovnému listu. Táto časť pracovného listu plní funkciu spätnej väzby. Učiaci sa majú možnosť vyjadriť názory a postoje k obsahu pracovného listu a k práci s ním. Cieľom je odhaliť súvislosti, ktoré informujú o tom, či učiaci sa realizované činnosti vníma ako zmysluplné a koncepčné.

### 3 Záver

Takto prebiehajúce učenie sa rozvíja cvičením sledované schopností a zručností, ktoré sa postupne automatizujú. Skúmanie procesov vlastného učenia sa je vyššia forma vyhodnocovania osobnostných predpokladov, t. j. nakoľko sú tieto predpoklady efektívne pre riešenie problémových úloh. Takýto prístup mení postoj k učeniu sa, riadi motiváciu a konkretizuje schopnosť porozumenia (učiaci sa má vedomostí o svojom myslení, pozná činitele, ktoré ovplyvňujú jeho myslenie – vyberá tie, ktoré mu vyhovujú najlepšie).

### References

1. MARTINEZ, M. E.: What is Metacognition? *Phi Delta Kappan*, 2006, vol. 87, n. 9, p. 696–699.
2. STERNBERG, R. J. – PRETZ, J. E.: *Cognition and Intelligence*. Cambridge University Press, 2004, 359 p. ISBN 9780511261879.
3. BEISETZER, P.: *Priestorová predstavivosť – rozvoj s podporou pracovných listov*. Prešov : PU v Prešove, 2016. ISBN 978-80-555-1627-1.

**Reviewed by:** doc. PaedDr. Martina Maněnová, Ph.D.

### Contact address

doc. PaedDr. Peter Beisetzer, PhD.  
FHPV PU v Prešove, 17. novembra 1  
080 01 Prešov  
E-mail: peter.beisetzer@unipo.sk

doc. Ing. Jana Burgerová, PhD.  
PF PU v Prešove, 17. novembra 1  
080 01 Prešov  
E-mail: jana.burgerova@unipo.sk

# RASPBERRY PI AZ OKTATÁSBAN

Krisztina CZAKÓOVÁ, Márk CSÓKA, SK

**Absztrakt:** A Raspberry Pi alkalmazása az oktatásban támogatja a modern oktatási stratégiákat, melyek célja az aktív tanulás megvalósulása hasznos tevékenység mellett. Ezek a kisméretű számítógépek már sok területen bizonyítottak. A publikáció fő célja, hogy ismertesse a manapság egyre nagyobb népszerűségnek örvendő mikroszámítógépeket és ezek potenciális felhasználási lehetőségeit iskolai környezetben. Arra kerestük a választ, vajon az oktatásban is megállhatják-e a helyüket, és ha igen, mi mindenre alkalmasak? A publikáció tárgyát képező eszközön, a *Raspberry Pi 3 Model B*-n kipróbálásra és értékelésre kerültek a különböző elérhető operációs rendszerek és azokon futtatható alkalmazások, valamint ezek mindennapi felhasználási lehetőségei. Az értékelésnél az ISCED3 követelményrendszere szolgált alapul.

**Kulcsszavak:** Raspberry Pi, modern oktatási stratégiák, informatika, operációs rendszer.

## RASPBERRY PI IN THE EDUCATION

**Abstract:** The aim of the contribution is to describe the branch of microcomputers which have nowadays got under the scope and have a continuously growing popularity. The other goal is to discover the potential usage of the above-mentioned computers in school institutes. These so called single board computers have already proven their worthiness in many different fields. Different types of operating systems were installed and tested on a *Raspberry Pi 3 Model B* device, as well as the available applications. After the description of operating systems, the paper deals with their comparison regarding school environment. The comparison was based on the requirements listed in the ISCED 3 and created as objective as possible.

**Keywords:** Raspberry Pi, modern teaching strategies, IT, operating system.

### 1 Bevezetés

Az informatika nagyon gyorsan fejlődő tudományág, oktatástechnológia szempontjából kimondottan nehéz lépést tartani, éveken belül elavulttá válhatnak az újnak vélt eszközök. A mikroszámítógépek gyors fejlődése és azok számtalan ötletes felhasználási módja a mindennapi gyakorlatban új lehetőségeket tár a mai modern digitális kor felhasználói elé. Az általunk vizsgált



mikroszámítógépek megközelítőleg bankkártya méretűek, ebből a szempontból közelebb állnak egy okostelefonhoz, viszont az asztali számítógépekre jellemző főbb kimenetekkel rendelkeznek. Felhasználási céltól függően több operációs rendszerből is lehet választani.

Az első Raspberry Pi modell 2012-ben került kiadásra, azóta sok fejlődésen és fejlesztésen ment keresztül. Renделkezik beépített Wi-Fi és Bluetooth modulokkal, növelték a RAM és CPU kapacitását is. Az idő múlásával egyre több gyártó ismerte fel a benne rejlő potenciát, így jelenleg már jelentős választékból lehetett dönteni a megfelelő modell kiválasztását illetően. A piaca egyre gyarapodik és az általa elérhető funkciók száma is bővül. Ehhez jön hozzá a felhasználók egyre népesebb közössége, akik tapasztalataikat és ötleteiket készségesen megosztják egymással. Ezt bizonyítja az interneten megtalálható rengeteg útmutató és videó, ami segít különböző projektek megvalósításában, akár olyan felhasználókat bevonva, akik nem rendelkeznek magas szintű informatikai tapasztalatokkal.

### 1.1 Raspberry Pi bemutatása

A számítógépes technológia fejlődésével egyre több lehetőség nyílik az egykártyás számítógépek előtt. Jellemzően a Raspberry családdal szeretnének foglalkozni, de fontosnak véltük megemlíteni a konkurenciáit ezen a piacon. Pár említendő példa az elmúlt évek felhozatalából: *BeagleBoard*, *PandaBoard*, *BananaPi*, *Orange Pi*, *CHIP*, *ODROID*, *micro:bit*, stb.



Ábra 1: Raspberry Pi 3 Model B [2].

A széles választékot látva felmerülhet a kérdés, miért pont a Raspberry Pi-re esett a választásunk. A döntésünknek több oka is van. Az egyik a hatalmas közösség, melyet csupán néhány év leforgása alatt sikerült kiépíteni. Számtalan érdekes projekt és megoldás köszönhető a kísérletező kedvű felhasználóknak, amikhez többnyire az útmutatót is elérhetővé teszik [1, 5]. A következő érv a Raspberry Alapítvány irányból érkező magas szintű támogatás (online ingyenesen elérhető *MagPi* magazin formájában), valamint támogatás azon cégek részéről is, akik ezekhez a mikroszámítógéphez készítenek hardvert, illetve szoftvert.

A népszerűséget az is bizonyítja, hogy az eladott Raspberry Pi termékek száma 2017 elején elérte a 12,5 millió darabot, melynek harmadát a legújabb teljes méretű modell, a *Raspberry Pi 3 Model B* tette ki. [2]

## 2 Raspberry Pi 3 Model B bemutatása

Az alapítók eredeti célja az volt, hogy megalkossanak egy árban elérhető miniatúr számítógépet, elsősorban iskolai oktatásra. Az évek során több modellel bővült a család, jelenleg a 3. generáció az aktuális, amit 2016 februárjában adtak ki, a *Raspberry Pi 3 Model B*. Az eddig megjelent modellek között ránézésre nem véltünk felfedezni nagy eltéréseket. A legnagyobb különbség a portok számában rejlik (pl. a 3. generáció már 4db USB bemenettel rendelkezik), ami jelentősen megkönnyíti több periféria egyszerre történő használatát. Hardver szempontjából viszont folyamatosan nyomon követhető a fejlesztés, ez jól megfigyelhető a RAM és CPU teljesítményén. Ezen kívül a 3. generáció már rendelkezik beépített Wi-fi és Bluetooth modemmel is. [6]

Létezik egy még kisebb, még olcsóbb modell is, a *Raspberry Pi Zero*. Ár szempontjából az eredeti Zero ajánlott fogyasztói ára 5\$, az újabb, *Raspberry Pi Zero W* modellé 10\$. A két készülék között a különbség abban rejlik, hogy az utóbbi megkapta a 3. generációs Pi-ben használt Wi-fi és Bluetooth modemet. A Zero számítógépeket kifejezetten különböző hobbi-projektek (pl. megfigyelő vagy éjjellátó kamerák készítése, intelligens tükör, stb.) megvalósítására szánták, ahol a teljesítmény nem elsődleges szempont. Létezik még egy harmadik típus, a *Compute Module*, ami specifikációk szempontjából a másik két verzió hardverét örökölte, viszont elsősorban ipari használatra szánták. Ebből kifolyólag számunkra nem releváns és nem is kerül tárgyalásra. [1, 5, 6]

### 2.2 Operációs rendszerek és elérhető szoftverek értékelése

Raspberry Pi használatakor az egyik legnagyobb különbség, hogy az asztali gépekkel és laptopokkal ellentétben nem a térségünkben elterjedt Microsoft Windows, vagy OS X operációs rendszer valamelyik verziója fut rajta, hanem

Linux alapú operációs rendszerek egyike. A Linux rendszerek nagy előnye az előbbiekkal ellentétben az, hogy nyílt forráskódúak és nagyrészt ingyenesek. Raspberry-n többek között elérhető az Arch Linux és Raspbian, utóbbi a Debian Raspberry Pi-re optimalizált változata. Az elérhető operációs rendszereket érdemes az szerint felosztani, hogy elérhetőek-e a NOOBS (New Out of Box Software) telepítőn keresztül, vagy sem. Ez azért fontos, mert a NOOBS az operációs rendszerek telepítését hivatott megkönnyíteni, felhasználóbarát installálást biztosít. További elérhető operációs rendszerek a következők: Chromium OS, Android, Flint OS, Kali Linux, stb. [6]

Ennek a fejezetnek a lehető legobjektívebb elkészítéséhez szükség volt az operációs rendszerek kipróbálására, elsősorban azzal a tudattal, hogy iskolai környezetben mennyire lennének használhatók teljes értékű asztali számítógépként.

	Feladat	Raspbian	Chromium OS, Flint OS	OSMC, Libre ELEC
Reprezentációk és eszközök	Képszerkesztés	Gimp		
	Szövegszerkesztés	LibreOffice Write	Google Docs	
	Prezentációkészítés	LibreOffice Impress	Google Sheets	
	Multimédia használata	VLC, Audacity	Online	
	Táblázatkezelés és grafikon-szerkesztés	LibreOffice, Calc	Google Slides	
Kommunikáció és együttműködés	Web-szerkesztés	Bluefish, Lazarus	Cloud 9	
	Böngészés	Chromium, Midian	Chrome	
	Kommunikáció formái			
	Fájlmegosztás			
Algoritmikus problémamegoldás	Programozás	Scratch, Bluefish, Lazarus	Cloud 9	
	Problémák felismerése			
	Hiba keresése és javítása			
Hardver és szoftver	Mappa és fájlkezelés			
	Operációs rendszer kezelése			
	Perifériák			
	Internet			
	Biztonság és vírusvédelem			
Szoftver használat				

**Ábra 2:** Operációs rendszerek összehasonlítása [2].

Az értékelés alapjául az ISCED 3-t vettük alapul, mivel teljes egészében lefedi az ISCED 2-t és tovább bővíti azt. A táblázat (ábra 2) szerkesztésénél az eredeti dokumentumban felsorolt követelményekre támaszkodtunk és az itt felsorolt témakörök lettek lehetőség szerint legrövidebben, kulcsszavakkal, szókapcsolatokkal kifejezve [3, 4]. Csekély eltérések miatt a táblázatban egy oszlopba kerültek a hasonló operációs rendszerek, mint például a Chromium OS és a Flint OS. Az alábbiakban felsorolt alkalmazások inkább példának és nem egyetlen lehetséges opcióként szolgálnak.

### 3 Iskolai és otthoni felhasználási lehetőségek

A Raspberry Pi eszközökben otthoni felhasználáson kívül informatikaoktatás és iskolai segédeszköz formájában is hatalmas potencia rejlik. Az alacsony fogyasztás, kis méret és ár arány (35\$) mind vonzóvá teszi az érdeklődő felhasználók számára.

Az iskolai felhasználás során 2 szempontot vettünk figyelembe. Elsőként, hogy lehetséges-e felhasználni informatika oktatása során. Ebből a szempontból használhatónak bizonyult, mivel lehet rajta programozni (pl. Scratch, Bluefish, Lazarus) és az irodai alapsomag is használható. Mivel az operációs rendszer memória kártyáról fut, minden diák rendelkezhet saját rendszerrel és akár teljes hozzáféréssel. Ez nagyban megkönnyíti a programok telepítését és nem szükséges a rendszergazda gyakori bevonása. Továbbá gyakoroltatható operációs rendszerek telepítése is. Haladó csoport esetén össze lehet kötni a gépeket egy belső hálózatba, „hostolni” esetleg fájlok megosztását bemutatni. A második szempont: a Raspberry Pi, mint tanári segédeszköz. Ebben az esetben néhány gép is elég, mint tanári számítógép, melyhez szükség szerint projektor is köthető. [2]

Otthoni felhasználás esetén internetezéshez, levelezéshez, dokumentumok készítéséhez teljes mértékben megfelel, akár média lejátszó is könnyen kialakítható belőle OSMC vagy OpenELEC rendszerek segítségével.

### 4 Befejezés

A kipróbált és elérhető operációs rendszerek sokszínűvé teszik a Raspberry Pi lehetőségeit és tovább növelik a benne rejlő potenciát. Mindegyikről elmondható, hogy igyekeznek mást nyújtani és eltérni a többitől.

Irodai munka elvégzésére, szórakozásra, internetezésre teljesen megfelelő az eszköz. Otthoni és iskolai környezetben egyaránt megállja a helyét, rugalmas és könnyen átalakítható hasznos célra. Az otthoni használat esetén alkalmas egy általános asztali gép kiváltására, ill. médialejátszóként is funkcionálhat. Iskolai környezetben is rejlenek benne lehetőségek, informatika oktatás során és tanári segédeszközként egyaránt. Mindezek ellenére még fejlesztésre van szüksége az egy-áramkörös számítógépeknek, mivel grafikailag igényes műveletek elvégzésére (pl. 3D modellezés, grafikailag igényesebb játékok futtatása) még nem alkalmasak. Ettől eltekintve az átlag felhasználó által igénybe vett funkciók többsége elvégezhető egy Raspberry Pi 3-on. A hozzá tartozó operációs rendszerek képfájllai interneten ingyenesen elérhetőek, telepítésük egyszerű és több memóriakártya esetén elég csak cserélni azokat.

Célunk bővíteni a kipróbált operációs rendszerek listáját, hogy átfogóbb képet tudjunk alkotni a kínálatról és kiemelhetőbb legyen az egyes rendszerek

közötti különbség. Több gyakorlati projektet is meg szeretnénk valósítani a Raspberry Pi 3 alkalmazásával és letesztelni a készülék egyes (speciális) komponenseit.

## References

1. ARCHER, W. et al. The Official Raspberry Pi Projects Book. Volume 2. In Barnes, R.: *The MagPi Essentials*. London : 2017. 204 p. ([https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Projects\\_Book\\_v2.pdf](https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Projects_Book_v2.pdf)).
2. CSÓKA, M. *Raspberry Pi felhasználási lehetőségei az oktatásban*. (Možnosti uplatnenia Raspberry Pi vo vzdelávaní) : diplomamunka. Komárno : Selye János Egyetem, 2017, 71 p.
3. MINEDU. *Informatika – gymnázium so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2017. 18 p. (<https://www.minedu.sk/data/att/7903.pdf>).
4. MINEDU. *Informatika – nižšie stredné vzdelávanie*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2017. 31 p. (<https://www.minedu.sk/data/att/7510.pdf>).
5. NORRIS, D. *Raspberry Pi Projekty*. Brno : Computer Press, 2015. 264 p. ISBN 978-80-251-4346-9.
6. UPTON, E. – HALFACREE, G. *Raspberry Pi User Guide*. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd. 2016. 293 p. ISBN 978-1-119-26436-1.

**Reviewed by:** Ing. Ondrej Takáč, PhD.

## Contact address

PaedDr. Krisztina Czakoová, PhD., Mgr. Márk Csóka  
Matematika és Informatika Tanszék, Selye János Egyetem  
Bratislavská cesta 3322, Komárno  
E-mail: czakoovak@ujes.sk, csokam@gmail.com

# IMPLEMENTATION OF CA – TECHNOLOGY IN TEACHING: COMPUTER AIDED DESIGN

Anna ŠMERINGAIOVÁ, Slavko PAVLENKO, SK

**Abstract:** The current trend of development, design and production in engineering industry is characterized by their strong support by various CA technologies. The aim of FVT TU Košice is the education of universally educated engineers who are capable to find a job in wide spectrum of engineering companies. The combination of professional knowledge, language skills, good computer skills and knowledge of using different CAX systems to solve technical problems increases the chances of school graduates' employability. The article describes forms and methods of teaching whose primary objective is to acquaint students with the issues of selected vocational subjects by illustrative and the most accessible way. By implementation of CAD/CAM/CAE technology in the learning process students learn to use them actively for the construction and technological design and for solving various technical problem.

**Keywords:** CAX system, modelling, simulation, specialized laboratory, forms and methods of teaching.

## 1 Introduction

The engineering industry has an irreplaceable place in the economy of every industrial developed state. Equally the development of other industries depends on the development of the engineering industry. The driving force of technical progress has always been people – professionally prepared, able to accept new ideas and able to find new solutions. Technical universities are primarily responsible for the preparation of young engineers, who can quickly adapt to the working conditions and requirements of large and small engineering companies at home and abroad. The basic professional orientation of Faculty of Manufacturing Technologies with a seat in Prešov, The Technical University of Košice, are manufacturing technologies, computer aided manufacturing technologies, manufacturing machinery and production management. During the study, students attend study subjects oriented to systems of computer aided manufacturing technologies in the field of computer aided design (CAD), computer aided manufacturing (CAM), computer aided engineering (CAE), product data management (PDM) and computer aided planning (CAP).

## 2 New Forms and Methods of Teaching

The introduction of CA technologies into all areas of engineering practice resulted in the need for new forms and methods of future engineers training. Fundamental objectives in relation with the implementation of CA systems in the educational process are

- To explain the basic principle of working in 3D CAD systems to students.
- To show the possibilities of practical use of various applications to students.
- Implementation of the new methods using modern multimedia educational tools into teaching process is a necessary step to increase interest in study of technical oriented subjects and level of the issue understanding. Simultaneously with the innovation of classical forms of teaching there is the onset of electronic forms (e-learning), which provide a wide space for development, improving the quality of teaching and its accessibility through the development of internet technology.
- New progressive teaching methods require more than new teachers and students approach to the learning process but for this form of education they also require suitable special teaching resources and teaching materials. A necessary condition for the introduction of CA systems into teaching is the acquisition of their hardware and software facilities.
- 3 Software Selection

## 3 Software Selection

Except "Large" CAD systems (CATIA, NX Unigraphics and Creo) are today in engineering practice used other massively widespread CAD systems (Solid-Edge, SolidWorks, Autodesk Inventor). Individual applications provide computer support of construction design, technological preparation of manufacturing and efficient running of manufacturing. Shared data platform is important for the entire system. Individual applications provide computer support of construction design, technological preparation of manufacturing and efficient running of manufacturing. Each company have chosen the appropriate CAD system based on the needs of its manufacturing program and the conditions for cooperation with suppliers. Similarly, in the case of FVT TU in Kosice with a seat in Prešov was necessary to choose a specific CAD system. For software selection, have been established two basic criteria:

- Selection of one basic CAD system that will be implemented in the whole FVT teaching. Syllabuses will be modified so that students could solve

workloads across multiple vocational subjects used a common database of data in several applications of that system.

- Choose other optional CA systems for special cases. This is particularly the possibility of carrying out calculations using FEM.

Software needs analysis for teaching all vocational subjects was performed for FVT. Based on the results, main CA system for educational process was chosen, which is Creo 3.0. Selected optional systems Unigraphics, Autodesk Inventor and computing programs ANSYS and MATLAB, or others will be available in special cases. They will also serve as alternatives to the support system of Creo. Allowing, for example, work on creation of 3D models and technical drawings in several types of CAD systems (e.g. Creo and Autodesk Inventor) student acquires the ability to quickly adapt to the working environment of other CA systems. When seeking employment, student is then able to prepare operatively for the interview and requirements of knowledge of the work in a graphical system other than that with which he worked during the study.

#### **4 Virtual classrooms and virtual laboratories**

The content of individual content-related, respectively interlinked subjects that students of the Faculty of Manufacturing Technologies TU in Košice with seat in Prešov attend is typically designed to achieve their mutual synergy. An important part in the theoretical and practical education in the field of CA technology are involved Department of Computer Aided Manufacturing Technology (KPPVT) and the Department of Technical Systems Design (KNMTS).

KPPVT guarantees study subjects focused on systems of computer aided manufacturing technology. For the needs of vocational subjects teaching have been created specialized laboratories on this department:

**Laboratory for CAD/CAM systems and robotics** combines learning and laboratory environment that allows theoretical and practical training in the CAD and CAM areas. The main workplace software tool is Creo Parametric 3.0. Students acquire knowledge and practical skills related to basic computer modelling, creation of machining sequences for turning and milling technology. Using the postprocessor students creates from prepared CAM full CNC programs whose realisation in the workplace is physically performed using didactic machinery EMCO. The workplace is also equipped with the necessary hardware and software for education in the field of robotics. Programs prepared in a Robot Studio software are realizable thanks to an industrial robot arm ABB IRB 140 with the use for handling, assembling,



technological and other purposes. The workplace is a modern learning environment with the internet connection support and audio-visual equipment. This allows the external form of education through shared connection (Skype/TeamViewer) with two-way transmission of live video and audio

**Laboratory for CAD/CAM/CAE systems** integrates all the CA field components. CAD and CAM field are represented by the software Unigraphics NX 9.0. Other software tools for education at this facility are programs Witness and Ansys, where lessons take place in the simulation and visualization of industrial processes and technology departments.

**Workplace for 3D digitization and 3D printing** has the facilities and software tools for the implementation of rapid prototyping. Using contact and contactless scanners it is possible to create models of objects and spaces by 3D digitisation techniques. Subsequently may be created prototype models using 3D printers with the use of FDM respectively REP-RAP technologies.

**Laboratory of virtual and augmented reality** allows researching methods of use of elements of augmented reality in technological processes. Developed and realised application areas cover a wide industrial spectrum, including process visualization, creation of assemblies, design of workplaces and individual technological operations.

KNTS introduces to students the working environment in which calculations for the basic types of machine parts and units, their design, sizing and processing of the technical documentation are required. For teaching needs, have been created specialized laboratories:

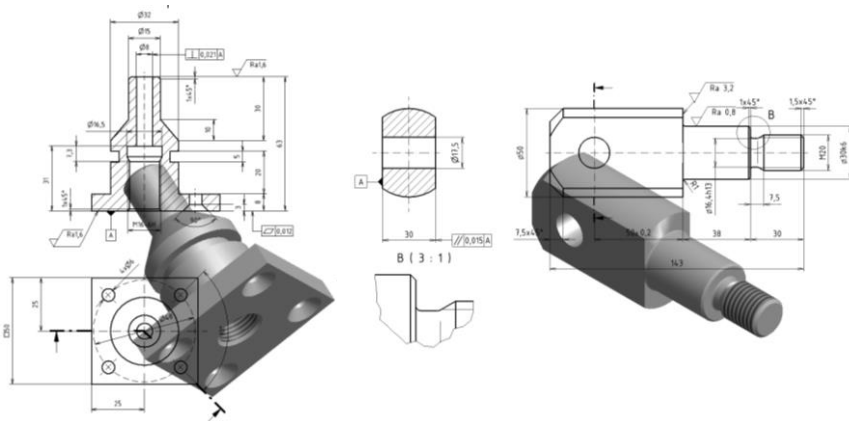
**Laboratory for CAD/CAE systems** combines teaching and laboratory environment that allows theoretical and practical training in the areas of CAD and CAE. Twenty study PC assemblies are equipped with main software tool Creo Parametric 3.0 and the supplementary program Autodesk Inventor Professional 2017. The laboratory is designed for computer modeling, assembly and production of drawings. Students will learn how to simulate the behavior of structures and structural parts with the use of FEM by creating a geometric and computation models. At the same time, it is possible to realize the kinematic and dynamic analysis of mechanisms (assemblies).

**Laboratory for actuators design** is equipped with Creo Parametric 3.0, Autodesk Inventor Professional 2017 and Mechsoft. Here takes place teaching about machine parts and mechanisms, whose main objective is the application of theoretical knowledge of basic engineering disciplines in the design and construction of specific machine parts.

## 5 Procedures and work results

Scope of using various applications of CA systems to solve student works in various subjects taught not only in KPPVT and KNMTS, but also in other departments of FVT is wide. Further are listed just a few examples.

Ability to create 3D models of components belongs to the basis of technical computer literacy. By learning the basics of displaying components on technical drawings, students create drawings per models of components and vice versa, based on the technical drawing they create models of the components – Figure 1.

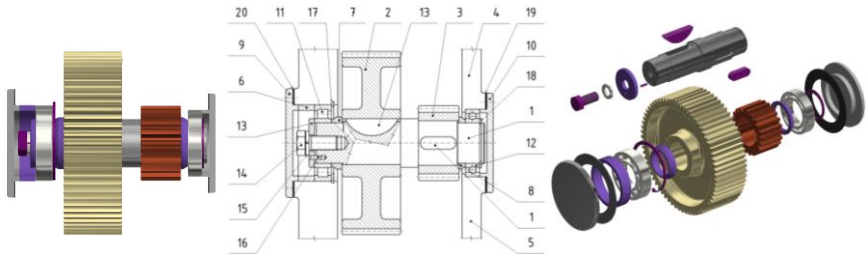


**Figure 1:** Modelling and manufacturing drawings [5].

The content of a specialized subjects, which are taught by KNMTS is construction design. The realization of 3D models of different types of transmission mechanisms as well as other construction assemblies is an excellent study tool. By modelling, students will acquire basic working practices and computer skills, and they develop their spatial imagination. For many students, it is an interesting and entertaining activity, at which they consolidate the knowledge from several professional subjects such as Technical Documentation, Technical Mechanics, Machine Parts and Mechanisms. In Figure 2 is an example of a problem solving (design of shaft support) from the subject Technical Documentation.

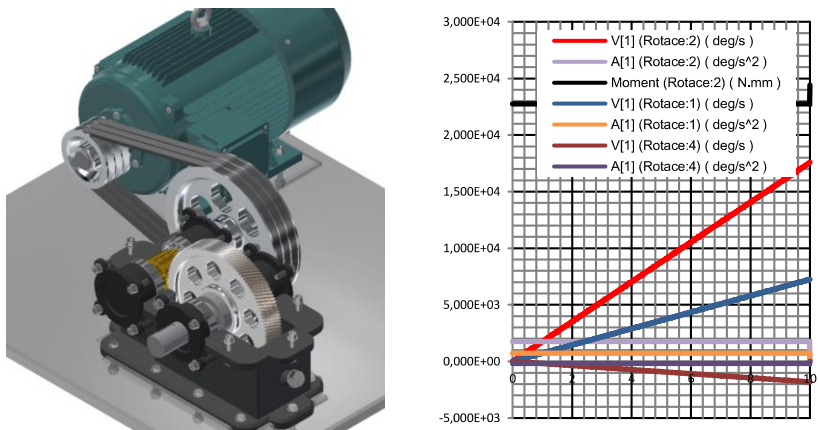
Creation of the virtual model, preparation of the simulation, and realisation of static, kinematic and dynamic analyses using the selected CAD/CAE sys-

tems in the education process greatly supports the visualisation and understanding of the issues of the gears, respectively operation of complete drive stations. In Figure 3 is the example of a drive station model.



**Figure 2:** Design of shaft support.

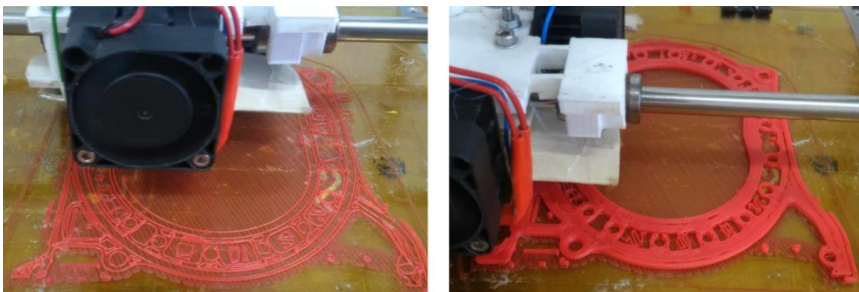
The model created in the Autodesk Inventor Professional graphical system is the result of a semester work from the Computer Mechanisms Analysis subject. The aim was to design the gear mechanism and to create its kinematic analysis. The subject was attended by students of the second year of bachelor study. Then all the acquired knowledge and computer skills can be fully utilized in the complex design of the drive station.



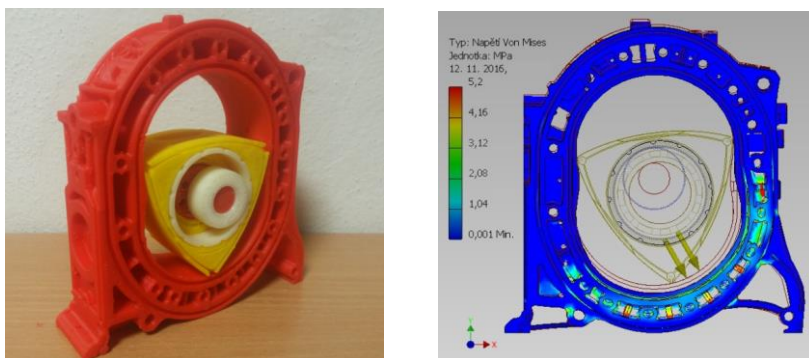
**Figure 3:** Transmission mechanism model and its kinematic analysis results.

Students can improve their computer skills and knowledge of working with CA technologies in practice by solving specific tasks within bachelor’s and master’s theses. The theme of one of the diploma theses was Wankel’s engine. A virtual model was created within the solution of the diploma thesis. The

strength analysis of functional parts of the engine was carried out. The student also took advantage of the possibility of realizing 3D print on a three-dimensional printer at KPPVT – Figure 4. The result is a functional model of Wankel engine at a reduced scale – Figure 5.



**Figure 4:** 3D print of the Wankel engine combustion chamber [2].



**Figure 5:** Wankel engine model and strength analysis results [2].

The improvement of the interest in the technology need to be started already with primary school pupils. Collectives of KNMTS, FVT in Prešov, TU in Košice, under the leadership of prof. Ing. S. Pavlenko, CSc. and FHPV PU in Prešov, under the leadership of prof. PaedDr. J. Pavelka, CSc. participated in a shared project – the creation of the “Center for Education and Popularization of Technologies” (CEPT). The project aims to increase the interest of elementary school pupils in technology, to develop technical thinking, to build a relationship to technology and to study areas with technical focus. The development and education centre for the popularization of scientific and tech-

nical knowledge is equipped with functional models of real machines, apparatuses and equipment with which pupils of elementary schools can come into contact daily in their home and in their life. [3]

Understanding the principles on which day-to-day needs works is supported by their virtual models and illustrative functional simulations which are the result of the bachelor's and diploma theses of FVT TUKE students. In FIG. 6 is a model of the crank mechanism of a motorcycle Jawa 50, which is the result of a bachelor thesis solution. Presented are the components of the mechanism which are complemented by images of their virtual models and functional video-simulation.



**Figure 6:** Crankshaft mechanism model of the Jawa 50 engine [1].

## 6 Conclusion

In the 21st century for engineers are no longer sufficient just expertise. Computer skills and knowledge of university graduates gained in the use of CA technologies today are one of the basic requirements of mechanical engineering companies and increases possibilities for student's application in the field.

Introduction of new forms and methods, implementation of modern CA technologies in the teaching process and re-return to close cooperation of university and practice are necessary for education of successful, educated and competitive engineers.

*This work has been supported by the Cultural and Educational Grant Agency of the Slovak republic KEGA under the Grant No. 080TUKE-4/2015.*

## References

1. KMEČ, M.: *Simulácia pohybu a kinematická analýza kľukového mechanizmu*, bakalárska práca, 2015.
2. KMEČ, M.: *Návrh a funkčná analýza Wankelovho motora*, diplomová práca, 2017.
3. PAVELKA, J. – PAVLENKO, S. Podpora vzdelávania k technike a popularizácie techniky. In *Technika a vzdelávanie*. Roč. 5, č. 2, 2016, p. 6–8. ISSN 1339-9888.
4. ŠMERINGAIOVÁ, A.: Modeling and simulation of mechanisms. In *Quaere 2014: recenzovaný zborník príspevků vědecké interdisciplinární mezinárodní vědecké konference doktorandů a odborných asistentů*. Hradec Králové : Magnanimitas, 2014. p. 1465–1471. ISBN 978-80-87952-04-7.
5. ŠMERINGAIOVÁ, A.: *Počítačové modelovanie Návodů na cvičenia*. 1. vyd. Prešov : TU, 2014. 75 p. ISBN 978-80-553-1897-4.

**Reviewed by:** prof. PaedDr. Jozef Pavelka, CSc.; Dr. H. c. doc. PaedDr. Vladimír Šebeň, CSc.

## Contact address

Ing. Anna Šmeringaiová, PhD.

Katedra navrhovania a monitorovania technických systémov, Fakulta výrobných technológií TUKE, Štúrova 31, 080 01 Prešov, Slovakia

E-mail: [anna.smeringaiova@tuke.sk](mailto:anna.smeringaiova@tuke.sk)

prof. Ing. Slavko Pavlenko, CSc.

Katedra navrhovania a monitorovania technických systémov, Fakulta výrobných technológií TUKE, Štúrova 31, 080 01 Prešov, Slovakia

E-mail: [slavko.pavlenko@tuke.sk](mailto:slavko.pavlenko@tuke.sk)

# MULTIMÉDIUM JAKO SOUČÁST INTERNETOVÉHO PROSTŘEDÍ S VYUŽITÍM V ODBORNÝCH PŘEDMĚTECH

Ladislav RUDOLF, CZ

**Abstrakt:** Multimédia, která zahrnují problematiku různých vzdělávacích oblastí, jsou nedílnou součástí studia různých oborů a příprav na výuku. Mohou tvořit jednu součást, která se navenek jeví jako komplexně zpracovaná učební pomůcka. Možností pro tvorbu multimediální pomůcky je využití kapacity prostředí přímo v internetu. Ke spuštění potřebujeme znát pouze funkční webovou adresu. Příspěvek se zabývá ukázkou využitím internetového prostředí, kde se nachází vybrané výukové multimedium. Součástí článku je i didaktické průzkumné šetření, které řeší evaluaci výukového multimédia ze strany respondentů.

**Klíčová slova:** multimedium, webová adresa, didaktický průzkum, evaluace, internetové prostředí, učební pomůcka.

## MULTIMEDIA AS A PART OF INTERNET ENVIRONMENT USED IN VOCATIONAL SUBJECTS

**Abstract:** Multimedia, which include the issue of the diverse educational areas, are an integral part of various fields of study and preparation for teaching. They form one component that outwardly appears to be a complex processed teaching aid. They may contain various links and references on the internet but this is not a binding requirement. This device may also be stored with attachments on CD or on an external disc. Another option for creating multimedia equipment is the utilization of Internet environment capacity. We only need to know viable web address. The paper deals with an example of using the Internet environment, where the selected educational multimedia is placed. The article contains also didactic exploratory research that deals with the evaluation of educational multimedia.

**Keywords:** multimedia, web address, educational research, evaluation, internet environment, teaching aid.

### 1 Úvod

V dnešní době digitálních technologií plynou i nové možnosti pro školství a vzdělávání. Jedná se o užívání internetu a také možnosti využití úložiště v internetovém prostředí. K tomu nám pomáhají nové moderní informační technologie. V článku je uvedena ukáзка odborné digitální učební pomůcky, která je zaměřena na energetická zařízení a využívá úložiště na internetu. Učební pomůcka tvoří

kompletní celek, který je založen na rozmístění a spouštění prvků z prostředí v komunikaci s internetem. Jednotlivé objekty se zobrazují kliknutím na název spouštěného souboru. Například materiály k tématu elektrických strojů a přístrojů. V rámci posouzení efektivity užívání digitálního multimédia je proveden pedagogický dotazníkový průzkum. Jeho výsledkem je potvrzení hypotézy, která vypovídá o přínosu digitálního multimédia ve výuce odborných předmětů.

### 1.1 Multimediální učební pomůcka v rámci prostředí internetu

Prostředí internetu může být užíváno v rámci různých vzdělávacích oblastí. Jedná se například o učební materiály a přípravy na výuku, které jsou umístěny na internetu a tvoří digitální učební pomůcku. Prostředí internetu může tvořit jednu součást, která se navenek jeví jako komplexně zpracovaná učební pomůcka [5].



**Obrázek 1:** Výřez úvodní stránky multimédia (<http://projekty.osu.cz/irp2016/>).

Může obsahovat různé vazby a odkazy na internet a tato vazba je podmínkou. Takovou pomůcku tvoří multimédium. Multimediální pomůcka využívá kapacity prostředí přímo v internetu. Ke spuštění multimédia je potřeba funkční webová adresa [1].

Internetové prostředí slouží studentům ke studiu a přípravě na zkoušku. V případě přednášejícího zase slouží k přednesení tématu studentům.

### 1.2 Multimediální učební pomůcka v rámci prostředí internetu

Prostředí internetu nám pro uložení učebních materiálů umožňuje, že všechny materiály k výuce jsou pohromadě v jednom úložišti. V příspěvku je uvedena možnost, kdy využíváme jako úložiště internetové prostředí.



Ukázka vstupní ovládací části multimédia pro předmět „Elektrické stroje a přístroje“ je uvedena na obrázku 1. Je zde vidět rozložení ovládacích tlačítek, které spouštějí jednotlivé názvy kapitol uvedeného předmětu. Výhodou je, že všechny potřebné materiály k výuce má student nebo vyučující v jednom úložišti. K tomu potřebuje znát jen adresu webu a mít připojení k internetu.

### Prezentace

[Asynchronní motory](#)

[Elektrické stroje a přístroje](#)

[Odpojovače](#)

[Svodiče přepětí](#)

[Výkonové vypínače](#)

[ES01 - Asynchronní elektromotory](#)

[ES02 - Asynchronní elektromotory](#)

[ES03 - Asynchronní elektromotory](#)

[ES04 - Synchronní elektromotory](#)

[ES05 - Komutátorové elektromotory](#)

[ES06 - Transformátory](#)



Transformátor 400 kV/110 kV



Měřicí transformátor



**Obrázek 2:** Stránka multimédia pro ovládání prezentací (<http://projekty.osu.cz/irp2016/prezentace.html>).

### Učební texty

[Asynchronní motory](#)

[Elektrické stroje a přístroje](#)

[Elektrické stroje a přístroje - skriptum](#)

[Elektrické stroje a přístroje - elearning](#)

[Elektrické stroje - základní pojmy](#)

[Jednofázový indukční motor](#)

[Stejnoseměrné stroje](#)

[Synchronní indukční stroje](#)



Užití motoru v praxi



běh doprava

Určení směru otáčení motoru

**Obrázek 3:** Stránka multimédia pro ovládání učebních textů (<http://projekty.osu.cz/irp2016/ucebnitext.html>).

Příkladem jedné z možností ovládání multimédia je ukázka spouštění výukových prezentací dle obrázku 2. Je zde vidět návaznost tlačítka „Prezentace“,

které je uvedeno v levém sloupci na obrázku 1. Po aktivaci tlačítka „Prezentace“ se otevře možnost výběru prezentací dle potřeby vyučujícího nebo studenta. Ukázka otevření a orientace v této části multimédia je uvedena na obrázku 2. V levé části jsou vyobrazeny názvy výukových prezentací dle tematického zaměření. Další možnosti doplňování prezentací je závislé dle potřeby vyučujícího. V článku jsou na ukázkou uvedeny tři vybrané obrazovky, neboť další ovládání multimédia je stejné. Liší se jen materiály a tématem, který zrovna potřebujeme zobrazit. Například „Učební texty“ dle obrázku 3. Další část příspěvku je zaměřena na evaluaci použití multimédia ve výuce a hodnocení pomocí hodnotících otázek ze strany studentů.

## 2 Evaluace a hodnocení digitální učební pomůcky

V rámci zaměření a tvorby článku z hlediska představení učebního materiálu ve formě digitální učební pomůcky následuje dotazníkové šetření. Jedná se o evaluaci, kde respondenti hodnotí učební pomůcku ve formě webového prostředí. Je stanoveno sedm otázek, které hodnotí pohled respondenta na použití, obsah a přípravu na zkoušku. Výsledky odpovědí jsou uvedeny v tabulkách. Odpovědi dotazníku jsou hodnoceny pomocí škálové stupnice, uvedené v tabulce 1. Odpovědi respondentů jsou zaneseny a hodnoceny v tabulce 2. Další částí průzkumného šetření je vyhodnocení výsledků za podmínek průměru bodů jednotlivých respondentů. K výsledkům, uvedeným v tabulce 2 je stanovena hypotéza H1, která má potvrdit ze strany respondentů přínos užívání digitálních učebních pomůcek [4].

**Tabulka 1:** Stupnice škálového hodnocení evaluačního dotazníku.

-3	-2	-1	0	1	2	3
určitě ne	ne	asi ne	bez názoru	asi ano	ano	určitě ano

Vyhodnocení výsledků je uvedeno v tabulce 2. Hodnoty byly dosaženy pomocí škálového hodnocení bodů jednotlivých otázek dotazníku u vybraného počtu respondentů. Škálová stupnice je uvedena v tabulce 1. Závěry se opírají o formulovanou hypotézu H1. Odpovědi respondentů jsou uvedeny v tabulce 2. Pro jasnou odpověď kladného přijetí učební pomůcky ve formě multimédia v prostředí internetu musí být ze všech otázek stanovena průměrná hodnota bodového hodnocení. Z hlediska počtu respondentů, bylo základem pro posouzení studium stejného předmětu s názvem „Elektrické stroje a přístroje“. Evaluační dotazník, jeho tvorba a stupnice pro názor na otázku byla stanovena tak, aby výsledky odpovídaly konkrétním a jednoznačným závěrům [3].

**Tabulka 2:** Hodnocení respondentů evaluačního dotazníku.

Respondenti	Číslo otázky dotazníku a získané body							Počet bodů	Průměr bodů
	1	2	3	4	5	6	7		
1A	2	3	3	2	2	3	3	18	2,57
2B	3	2	2	3	3	3	3	19	2,71
3C	2	3	2	2	2	2	3	16	2,28
4D	2	3	3	3	2	3	2	18	2,57
5E	2	3	2	2	2	3	3	17	2,42
6F	2	3	1	2	2	2	3	15	2,14
7G	2	2	3	3	2	3	2	17	2,42
8H	2	3	2	2	3	3	3	18	2,57
9I	2	3	3	2	2	3	3	18	2,57
10J	1	3	3	2	3	2	3	17	2,42

**Otázky pro hodnocení evaluačního dotazníku ze strany respondentů:**

1. Vyhovuje vám webové učební prostředí ke studiu?
2. Dozvěděli jste se všechny potřebné informace z prostředí webové učební pomůcky?
3. Byl pro Vás výklad učitele pomocí webového prostředí dostatečně srozumitelný?
4. Motivovali Vás vědomosti získané v internetovém učebním materiálu k snadnějšímu pochopení učiva?
5. Byli pro Vás poskytnuté učební materiály ve webovém prostředí podnětné a zajímavé?
6. Myslíte si, že grafická stránka a orientace ve webovém prostředí je snadná a vyhovující?
7. Myslíte si, že jste získali dostatečné množství informací k přípravě na zkoušku?

**Hypotéza H1:**

Předpokládáme, že v rámci evaluace hodnocení webového prostředí pro předmět „Elektrické stroje a přístroje“ dojde ze strany jednotlivých respondentů k dosažení průměrné míry souhlasu velikosti 2,1 a více bodů.

**Vyhodnocení evaluačního dotazníku**

Dotazník obsahoval 7 otázek z oblasti evaluace multimediální učební pomůcky, umístěné v internetovém prostředí. Jak žáci odpovídali v evaluačním

dotazníku, ukazuje tabulka 2. Z tabulky 2 vyplývá, že hypotéza H1 se potvrdila. Jednotliví respondenti dosáhli průměrné velikosti míry souhlasu hodnoty 2,1 a více bodů.

### 3 Závěr

Multimediální výuková pomůcka s úložištěm na internetu má široké uplatnění ve výuce. Výsledky dotazníkového šetření ukázaly, že přináší pro výuku nové formy pohledů s přínosem na studovanou problematiku. Mít výukové materiály v jednom úložišti je pro studenty přínosné. Výuka s podporou multimédia v prostředí internetu byla pro studenty zajímavá a vedla k větší pozornosti studentů a zpětné vazbě s učitelem. Průzkumné dotazníkové šetření, které bylo vztaženo k formulované hypotéze ukázalo pozitivní přínos multimédia s úložištěm na internetu ve výuce.

### References

1. *Elektrické stroje a přístroje*. [online]. (2016). Ostrava : Ostravská univerzita [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: (<http://projekty.osu.cz/irp2016/>).
2. RUDOLF, L.: Integrované výukové prostředky ve výuce. In *Trendy ve vzdělávání*. Univerzita Palackého v Olomouci. 2015, s. 43–46. ISBN 978-80-87658-26-0.
3. CHRÁSKA, M.: *Metody pedagogického výzkumu*. Praha : Grada Publishing, a. s., vydání 2016. 2 s. 169–172. ISBN 978-80-247-5326-3.
4. BASLER, J. – DOSTÁL, J.: Analysis of studies focused on research of computer games' influence with an accent on education and people's psychics. In *ICERI2016 Proceedings, Seville, SPAIN: 9th International Conference of Education, Research and Innovation*, 2016. s. 33–40. ISBN 978-84-617-5895-1. ISSN 2340-1095.
5. GALETKA, M. a kol.: *Přenosová soustava České republiky*. Ostrava : Moravskoslezský energetický klastr, 2014. 51 s. ISBN 978-80-905392-3-5.

**Reviewed by:** doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.

### Contact address

doc. Ing. Ladislav Rudolf, PhD.

University of Ostrava, Faculty of Education

Fráni Šrámka 3, 709 00 Ostrava – Mariánské Hory, Czech Republic

E-mail: [ladislav.rudolf@osu.cz](mailto:ladislav.rudolf@osu.cz)

## IV Modern Teaching of Mathematics

### CRITICAL RESEARCH OF TEACHING MATHEMATICS – ACTION RESEARCH IN TEACHING – YOU DON'T MEASURE AND DON'T CUT, LEAVE IT ALL TO STUDENTS; YOU “ARE STILL ON YOUR WAY”

Dušan KOSTRUB, Eva SEVERINI, SK

**Abstract:** Learning problems require time (months), collaboration, creativity and learning new competencies. Design thinking as constructionist learning is an object of didactic interest. Constructionism enables the realization of a learning process that is designed as a developed entity of the elaboration of information into intelligent human thoughts, products and artefacts, which have intellectual (idea), manual (materialistic product/artefact) and expressive (artistic product/artefact) form. The learning and teaching process is created by the learning subjects (learners) together with the teaching subjects – they take the role of designers. They are the protagonists of the active elaboration of information gained from the outside and use their skills to identify and acquire relevant information, together with the ability to search for information obtained in the learning problem, learning theme/topic. Constructionism in a learning and teaching process, an activity of the integration of intelligence (to deal with problems and to be creative), in which the subjects try to transcribe and translate relevant information (as an important entity), into their own mental activity. It is primarily about the process of transforming the known into the unknown and vice versa, resulting in various versions of knowing/understanding. Thus, students learn in an active and conscious way, which leads to more learning than is required from the subject matter itself. This scientific study focuses on a learning and teaching process whose goal was to create an experimentally based (by experimenting with learning materials, sources and relevant information), explicative, educational video of students and for students in the context of mathematics. Inductive and participative didactics and qualitative methodology with the relevant design were applied. Two different outcomes of this study were achieved. From the process of making the video and from the realization of the constructionist design of the learning and teaching process. The participating subjects were comprised of two 5th year elementary school classes.

**Keywords:** constructionism, design, the learning and teaching process, qualitative methodology, students.

## 1 Introduction

Active learning is a question of didactics, which is not only the science of the rules of the teaching process, but also about ingenuity, design and ideas, about what is possible in the process and with the process of teaching. The term “active learning and teaching” refers to integrity in the process of learning and teaching, as well as their mutual dependence and complementarity. The process of teaching is understood here as a form of pedagogical communication between the teacher and the students. This context raises a key question: How to organize the process of teaching to ensure that the learning subject is active?

The students are understood as active subjects in the process of teaching but the emphasis is placed on the connection of the forms of learning and development – it is the main precondition for them to be used in new situations and everyday life. The aim of the active process of teaching is to develop the personality and individuality of each learning subject rather than just to obtain knowledge. In this concept of the teaching process, the main task of the teacher is to encourage the subjects, to be partners in affective interaction and regulators of the social relations within the learning group. This is how the high-quality process of learning and teaching is supported (improved communication between teachers and students, and between the students themselves; acquiring permanent and, for society, applicable knowledge as well as intellectual independence).

The students do not simply learn facts; they also learn how to obtain them (it concerns the development of competencies). They are more than just passive listeners and recipients of information that should be remembered and subsequently reproduced, but in this way, they learn to think – they develop the culture of thinking (this is a question of cultural and discursive practice). The process of active learning is not based on a “memory workout” but on developing the ability to distinguish and think over, or, more precisely, the skill to pose questions and come up with solutions to problems.

Active learning is based on taking the active attitude of the learner, which is then maintained by the didactically elaborated, intentional strategy of the teacher. This strategy raises the process of the social construction of knowledge and the appearance of competencies of the learning subject regarding the objectives, topic, content – the curriculum, all based on the application of reshaping and supporting components. However, a learning subject is organically integrated into the learning group which, by its dynamics and cohesion, is instrumental. It concerns collaborative forms of learning. The teacher’s elaborated strategy lies in converging on and moving away from the learning group (zooming) so that an active form of learning is created and supervised by the teacher as well as the learning subjects and corresponding to the didactic structure of the teaching process (D. Kostrub, E. Severini, 2016):

1. Didactic structure of the opening of teaching – *the pre-active stage of teaching*. It includes teaching activities to develop basic competencies; it concerns starting activities, inputs, questions focused on the topic.
2. Didactic structure of the development of teaching – *the interactive stage of teaching*. It includes teaching activities to develop emerging competencies, activities focusing on the integration of new information, activities to assign importance.
3. Didactic structure of the conclusion of teaching – *the post-active stage of teaching*. It includes teaching activities to identify evolved competencies, reflected knowledge, feedback, global visualization of developed competencies based on the evidence of their presence in teaching activities. The didactic structure of teaching in its stages is a process controlled in its entirety.

## 2 Characteristics of critical research

Based on the results presented in scientific papers (D. Kostrub, 2017), this study develops the basic concept of teaching mathematics (a selected mathematics curriculum) with the support of digital technology, in which the only protagonists are 5th year elementary school students. Two principal findings (emerging within the qualitative research) are so determinative that it is necessary to focus the process of teaching mathematics on their elimination. It concerns the lower level of self-confidence of students and the loss of their assurance when they encounter unexpected difficulties in using digital technology in a mode available to them.

The issue of self-confidence is paramount because it relates to students' emotions, which influence the quality of their learning processes. In thinking about how to design the teaching of a selected curriculum of mathematics to ensure that self-confidence is supported (and not suppressed), it was necessary to determine the factors that can be influenced by our efforts. The above mentioned scientific papers (D. Kostrub, 2017) state that it concerns external influences resulting from setting of the teaching of other subjects, and lying in individual concepts of the teaching of colleagues who prefer transmissive models of teaching based on behavioral theories of learning.

Colleagues can change these models from the outside (e.g., based on our wishes), but (only) if they themselves realize that the transmissive model is not sufficient for their students and/or is ineffective or directly damaging. However, this study will not approach the topic from this aspect. The loss of students' assurance due to encountering difficulties of an (for them) unknown character when using digital technology is a professional challenge for our concept of teaching.<sup>1</sup> We connected it with our intention to support students in their search for solutions to

difficulties in using digital technology (and in coping with such situations), and we considered linking it to supporting their self-confidence.

Per the inductive and participative model of teaching, it is unthinkable to act on students with a kind of training of self-confidence or ability to cope with obstacles or difficulties. On the contrary, the process of teaching is to be designed so that by a certain socio-cultural approach (by implementing free, autonomous and mainly meaningful discursive and cultural practices of students), the mentioned processes are evoked, enabling changes to be made. Within the teaching process, it seemed to be natural to engage students in activities (teaching activities) which would, by their intrinsic nature of the current world (the digital world of our students), captivate them to such a degree that they would achieve changes by applying their own inner motivation.

For the students, the change was self-evident, in the sense: "We do not want to make errors, but we do not want to be afraid of them either." Concerning the support of self-confidence, the students were aware of the presence of mutual respect, acceptance and mainly interpersonal understanding. Students are not praised for desired behavior or blamed for mistakes or a lack of attention; on the contrary, they are invited to become and be equal partners – colleagues like adults at work. The students are connected by the subject of their cooperation and by the result they want to achieve. This teaching method encourages collaborative learning; students take roles and perform them (which is typical for collaborative cultures); they do activities, discuss activities, search for common ground and apply their own skills. It is a conglomerate of skills in three frameworks (defined, e.g., by F. Frabboni, 2001), such as: (1) the framework of verbal communicative means, (2) the framework of non-verbal communicative means, and (3) the scientific and environmental framework.

Constructionism allows for the teaching process as a design in which the developed entity elaborates information into the shape of intelligent human thoughts, products and artefacts that have intellectual (an idea), manual (a material product/artefact) as well as expressive (an art product/artefact) forms. The design of the teaching process is created by the learning subjects together with the teaching subjects – they are in the roles of designers. These subjects are the protagonists of the active elaboration of information obtained from outside, and they use their skills to distinguish and obtain relevant information while searching for information related to the learning problem and/or learning topic.

Experimentation with selected mathematical curricula in combination with manipulation activities allows the involved subjects to change the perspective of viewing the curriculum – to see (understand) it in other contexts. The framework

---

<sup>1</sup> In cooperation with senior lecturer Dr. Lilla Koreňová, PhD., an instructor of mathematics and digital technology from the Faculty of Education, Comenius University in Bratislava, and a regular teacher of mathematics of two fifth-grade classes at an elementary school in Bratislava-Staré Mesto.



concept of teaching and its activities was considered based on recommendations from J. Raths (1971 In J. G. Sacristán & A. I. Pérez Gómez, 2008). Constructionism in the teaching process is an activity of intelligence (to solve problems and issues, and to succeed in coping with them), where the subjects try to transcribe and translate relevant information (as an important entity) in their own intellectual activities based on the implementation of thematically interconnected discursive and cultural practices. It mainly concerns the processes of transforming the known into the unknown, and the unknown into the known.

This results in various versions of cognition. In this way, the students actively and consciously learn (and retain) more than required by the subject of mathematics. This study is focused on the implementation of teaching whose goal was to create, by experimenting with teaching materials (linked to the curriculum of mathematics), teaching sources, relevant information, and an explicative educational video by students and for students. Inductive and participative instruction and a qualitative methodology with a corresponding design were applied. *The results are threefold; the results related to the creation of the video, the results related to the constructionist design of teaching, and the results related to the students.* Of course, the results of the study described herein could also be linked to the teacher, but since the mentioned teacher is a researcher cooperating with the author of this scientific study, and in terms of methodology, it is action research.

The didactic reality is jointly and mutually created by the teacher together with the children, students and participants, from which it follows that the interpretation of didactic reality is created by these subjects based on their social construction of its representation. Therefore, it is given due attention by the researcher.

To think about the process of teaching is:

1. A question of importance – What importance do I, as a subject, give to the process of teaching? What importance do the other subjects of teaching give to the process of teaching? Is there a semantic agreement between the other subjects of teaching and me and between the other subjects and each other? Which interpretations of the importance of teaching process can be agreed on and which interpretations are impossible to agree on and why? The research question is linked to finding an answer to at least two determinative sub-questions: (a) Is the interpretation of the didactic reality of the teaching process important because the considered reality refers to and influences the concerned subjects? And (b) Is the interpretation of the didactic reality of the teaching process important because it presents (indicates) or reveals something (un)typical or (un)specific about the steady behavior of the subjects in the teaching process?

2. A question of conceptualization – Which terms related to the importance of the teaching process allow development and a more detailed specification of abstracting thoughts (integration of knowledge into higher and newer units based on the creation of systems, terms and their relations under the influence of the preferred values) and why? Which concepts and conceptions enter the interpretation of the meaning/meanings of the teaching process? Do concepts and conceptions of the interpretation of the teaching process require a change, and under which perspective should such change take place? It concerns the engagement of the dialectic process of “picking up”, understanding and interpreting reality in which the experienced, the implemented and the realized allow for the configuring of the form of thinking that connects the subject with real questions, topics and issues of understanding the teaching process. It is also a question of critical thinking (methodological reasoning). Critical opinions form the precondition of the research (action) transformation of the teaching process to ensure that the vital practice of cultural and discursive practices of the teaching process can be re-dimensioned (repeatedly dimensioned). It refers to focusing on concepts (conceptions) that best describe the studied phenomenon.
3. A question of research – What seems to be necessary to be studied in the teaching process – why should it be studied by research? What specifically starts to emerge (appear) in studying the teaching process and why? Is it necessary to apply practical exploration (What needs to be understood?) or critical exploration (What needs to be justifiably changed?)? Why formulate and identify the existing problems (their profile, extent, impact on the structures of the teaching process etc.) which emerge? Various contrasts that are actually present and methodologically handled may help teachers (children, pupils, students etc.) emphasize new, different functions, elements, factors of the teaching process that might have escaped their attention before the study (and/or were not in the center of their interest or were too distant for them – they did not concern them) (and now they have appeared and/or emerged), and identify and verify which functions, elements, entities and factors of the teaching process are relevant (or irrelevant) for their new concept of cognition and interpretation of the importance of the teaching process. The study shall help understand the problem and learn about the opinions of the subjects, describe the functionality of the studied phenomena in relation to the system (specific, not general connections) and outline a new explication theory and/or give rise to change.

The central idea is that the one who turns on the educational video should know what it is all about; how to proceed, in the case of the self- and autonomous measurement of subjects, without errors and mistakes in line with information given by the video-recording. The idea of constructionism “from you, through us, for you (the others)” means that the students must first obtain relevant information from external sources, and adjust the information to their own learning intentions, which is not unambiguous, as the information is part of a certain information murmur. The students had to take a critical standpoint on the information they selected so that it could be usable by them.

The elaboration of information also requires achieving a compromise with reality. After elaborating the information and using intellectual as well as social representations, the students search for, study and verify the truth of their arguments, but in particular, they make experiments with the selected mathematical curriculum. Even though (from their point of view) they are playing, in fact they are creating an educational video, more precisely a video in which they must harmonize several important aspects that have a significant impact on the final product. The inspiration for how to do it (the know-how) is not learnable; what is learnable is the content of the curriculum, the techniques and technology, but the inspirations are a result of the level of creative thinking about creative competencies. The creation of a learning environment takes place because of the collaboration of the teacher and the students, but the creation of the video is a matter of the students themselves. The students create the educational video by which they present other students with certain types of problems related to the curriculum addressed by the video. This process includes abstraction, the student’s conception and consideration of the applicability of the sophisticated processing of the topic of the educational video. The students must consider the audience for whom the educational video can be a benefit. It means that they must coordinate several points of view and can put themselves in the place of the other students and their way of thinking, while the education needs are considered too.

### **2.1 Design studio, or “from you, through us, for you (the others)”**

The creation of an educational video<sup>2</sup> is an idea whose aim is to connect the learning preconditions of students with the selected mathematical curriculum and their own learning (development) potential. By applying inductive and participative teaching, a group of students becomes a learning group which (after taking the roles by particular entities), can represent a design studio in terms of symbolism. The students’ activities in the design studio represent cultural and discursive practices corresponding to a real design studio.

---

<sup>2</sup> Neither technical nor technological aspect of the video creation is a subject of this study.

The roles have an important task (and a substitutive function) in the implementation of cultural and discursive practices. As T. S. Popkewitz (2009, p. 138) states, the teaching process is a social construct of reality because it deals with the areas of cultural practices and applying content; collaboration means the performance of jointly and mutually shared decisions. Each actor has unique experiences and points of view that are discussed by means of collaboration practice. J. G. Sacristán, et al. (2008, p. 73) states that learning is fundamentally a by-product of the participation of individuals in social practices by which they become members of a social community. By taking the roles of developers, the students transposed their actions into the corresponding professional area.

This was one of the assumptions for thinking and acting in the previously mentioned representative dimension. Mathematical knowledge must be actively construed; it cannot be passed on by the teacher, presented by a textbook, or forced by a workbook/worksheet at the time and just at that time when its understanding by the students themselves is expected. The students (the subjects of our research) implemented processes of the social construction of mathematical cognition based on the principles of comprehensibility, social acceptability (with the teacher's support of the processes of cross-checking of correctness), and interest – attractiveness. We also bore in mind the support of self-confidence (e.g., self-affirmation, self-assurance, self-trust) (for more information see: D. Kostrub, 2017, p. 103–124), which also needs to be externally enforced in the school context (as we determined by our research). It is not easy for a teacher to know how to support the self-confidence of a student. We provided students with opportunities (with the help of learning scaffoldings) to be important and beneficial for the other subjects, which means, among others, being responsible and learning to see the world through the eyes of the others – placing oneself in the point of view of the others (interaction of minds).

As mentioned by S. Papert & I. Harel (1991), constructionism means learning based on a design, actions and constructing projects with use-specific materials and means (e.g., a computer, words, videos, media, etc.) via social collaboration and the social construction of knowledge indicated by the idea that “You can learn by performing activities (by making things), or even better, by speaking about what you are performing (doing).” The task of the teacher is to be aware of the plurality of teaching possibilities and environments that support and multiply them. Education of Symmetry using a constructivist approach and manipulative techniques and digital technologies lead to greater motivation of the students for the given topic, as well as to activating higher cognitive functions. The disadvantage is material and time demand; sometimes it is hard to acquire tablets for the entire class (L. Koreňová, 2017).

The students used conventional items (measuring instruments such as a ruler or measuring tape) as well as unconventional items (body parts, a cord or pieces of paper) to measure objects, whereby in the case of unconventional measuring, it

was necessary to make some considerations outside the framework of common convention, which posed no problem to the students. The students defined their own unit of length (e.g., the dimension of a radiator, a mobile phone or a threshold, etc.) and using such length, they compared (determined) how many times the circumference selected by them is contained in the given length. The starting point was the teacher's proposal (an intellectual challenge) to draw a plane figure and then to measure its circumference and content. From this moment on, the teacher as well as the researcher were interested in the strategies developed by the students in such a "teaching" situation. The strategy of an open and direct approach prevailed. The students most often took a piece of cord, which they placed tightly along the circumference of their plane figure, and measured its length. They realized that when it concerned a direct line it was a unit of length. In measuring content, the students preferred a square grid they drew in their picture (the plane figure) and determined how many squares were contained therein. Some students determined the number of complete squares, while other students considered the partial squares, and others decided for rectangles with which they filled up their plane figure.

We obtained many video-recordings that will be sorted out based on agreed criteria so that incomplete and unusable video-recordings will be excluded. The sorted-out video-recordings will be edited and modified for educational needs (an oral commentary will be added) and distributed to other users. The first video-recordings will be publicly analyzed in a group to eliminate any errors and shortcomings in terms of content. Furthermore, a basic and usable list of criteria for creating videos will be drafted to prevent errors and deficiencies, which is necessary, because the students should be fully aware of them.

Also, these activities related to the assessment and evaluation of video-recordings will be recorded. In this way, a kind of specimen will be created showing the students how to think and act. It is important for us to identify conceptual schemes, and intellectual and social representations of students including their considerations on the selected mathematical curriculum and on the method of experimenting with them. Watching the sequences of the video together and commenting on it will enable the viewers to identify the misconceptions of students within an argumentation dialogue as part of teaching. Cognition is created together and mutually in the discourse (in a discussion commonly controlled and supported by the teacher) where narration plays an important role. The mutual interaction of the minds of involved subjects is inherent. This video-recording will also be used.

A monothematic educational video will be created from among the selected video-recordings (and their discourse and evaluation sequences), containing a thematic unit of the selected curriculum with the accompanying students' commentary, in which our aim is to ensure that the commentary is presented in the

students' language, with clear and correct pronunciation, and mathematical precision. We believe that an educational activity is of greater value when it connects the learners with reality: by touching, handling, applying, testing and selecting materials and objects. The teaching scaffoldings are based on collaboration, a global point of view (a perspective), coordination, communication and controlled participation. They are also based on the provision of corresponding conditions and circumstances to ensure that the learning subjects know how to get to the bottom of something which is still new to them, and to do something that they find to be still invincible for them. By means of the education scaffoldings, the learner can be helped so that the learning subject (subjects) first does (do) not solve the problem alone, but with the reasonable support of others (his/her peers, a teacher). Once the learning subject obtains the required cognitive tools, and the available and usable cognitive devices, and activates the required skills, external help becomes superfluous, in terms of didactic aspects, because the learning subject can continue his/her own, and rely on his/her own potential (auto-regulation).

### **3 Results of the current stage of the research**

1. Video creation: The students decide on the design and concept of the educational video because they feel committed to creating an educational video that will be valuable and instructive, but mainly they are fully aware of its impact on the target group. They know that as the creators they are responsible for it, and they divide their responsibility into the application of democratic principles, the protection of intellectual property and the quality of their product.
2. The constructionist design of teaching involves constructionism, design, architecture. It is a conceptual art shared jointly and mutually by the students and their teachers because of the discursive and narrative essence of teaching in which they make proposals, discuss, describe, present, approve, evaluate, judge, agree, create and rework the non-material form of their products into a material form and vice versa. This takes place in the form of intentional but indirect student and teacher participation in teaching activities, controlled by the teacher, in which, however, the teacher acts as a consultant when he/she is invited by the students to comment on their ideas, while avoiding any reference to mistakes. Constructionist teaching takes place through didactically considered but conceptually open teaching activities, and through discourse (controlled argumentation, handling facts) in the form of individual as well as group exploration (learning groups), thanks to which common knowledge and understanding is established.

3. The students are authentic and complete (their whole personality is involved). The students apply corresponding cognitive tools, such as thinking and speech about the cognitive prostheses available in their surroundings. Their minds are thus formed in a different way, which means that digital technology delimits and structures cognitive schemes in a way that was unfamiliar to students of previous decades. The confidence arising from the availability of conventional information is pertinent; nevertheless, based on such information, a conceptually reflective teacher supports the formation of unconventional knowledge which can be used for other teaching contexts. The students can perform both specific and unspecific transfers, which is a precondition for the teacher to lead the teaching process based on the principles of constructionism. The students communicate because they want to know and understand. The students create and re-create because they are inspired and fulfilled by the procedural aspect of the transformation of the known into the unknown and vice versa. Moreover, they focus on the product and during the creation of it they transform their intellectual plans and designs and simultaneously outline not only the rules but also the criteria influencing their creation, assessment and evaluation of their final product.

The research described herein took place based on the principles of qualitative methodology, which means that the findings were generated from the point of view of its subjects.

## References

1. CABANOVÁ, K.: Attention capture preferences in teachers and pupils: differences and similarities. In *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2013, 106, pp. 519–522.
2. KOSTRUB, D.: 3× meraj, potom rež, len si žiakov neporež! Interpretatívne skúmanie výučby matematiky – Look Before You Leap, Just Don't Jump On Your Students. Interpretative Examination of Teaching Mathematics. In *Pedagogická revue*, 2017, r. 64, č. 1. s. 103–124.
3. KOSTRUB, D.: *Základy kvalitatívnej metodológie: keď interpretované významy znamenajú viac ako vysoké čísla*. 1. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského, 2016. 162 s. ISBN 978-80-223-4166-0.
4. KOSTRUB, D. – SEVERINI, e.: Aktívne učenie sa v procese výučby. In *Aktywność poznawcza i działaniaowa dzieci w badaniach pedagogicznych*. Kraków : Uniwersytet Pedagogiczny, 2016. s. 339–343. ISBN 978-83-7271-979-9.
5. KOREŇOVÁ, L.: Symmetry in elementary education with the use of digital technologies and manipulations. In *APLIMAT: 16th Conference on Applied Mathematics*. Bratislava : Spektrum, 2017. pp. 836–845. ISBN 978-80-227-4650-2.

6. KOREŇOVÁ, L.: What to use for mathematics in high school: PC, tablet or graphing calculator. In *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 22, No. 2, 2015, pp. 59–64. ISSN 1744-2710. WOS:000389187500004.
7. KOREŇOVÁ, L.: *Digitálne technológie v školskej matematike*. Bratislava : KEC FMFI UK, 2015. 111 s. ISBN 978-80-8147-025-7.
8. PAPERT, S. – HAREL, I.: *Constructionism*. New York : Ablex Publishing Corporation, 1991.
9. POPKEWITZ, T. S.: *El cosmopolitismo y la era de la reforma escolar. La ciencia, la educación y la construcción de la sociedad mediante la construcción de la infancia*. Madrid : Ediciones Morata, 2009.
10. SACRISTÁN, J. G. – GÓMEZ PÉREZ, A.: *Comprender y transformar la enseñanza*. 12. vyd. Madrid : Morata, 2008. 448 p. ISBN 84-711-2373-8.

**Reviewed by:** PaedDr. Milan Pokorný, PhD.

### **Contact address**

prof. Dr. Dušan Kostrub, PhD.

Comenius University in Bratislava, Faculty of Education  
Institute of Educational Sciences and Studies  
Račianska 59, Bratislava 813 34 Slovakia  
E-mail: kostrub@fedu.uniba.sk

Dr. Eva Severini, PhD.

Comenius University in Bratislava, Faculty of Education  
Institute of Educational Sciences and Studies  
Račianska 59, Bratislava 813 34 Slovakia  
E-mail: severini@fedu.uniba.sk



# MEASURING OF THE MATH ANXIETY IN SLOVAKIA

Jana FIALOVÁ, SK

**Abstract:** Math anxiety is a well-known term in the world. It is systematically studied since 1968, but in the Slovakia, it is still not noted. Therefore, we customize the well-known tool to measure it – the abbreviated math anxiety scale (AMAS) by Hopko et al. to Slovak language and measure the prevalence of math anxiety in a sample of students in the Faculty of Education in Trnava. The AMAS assess scores on continuous measures, and there is no clear criterion for how severe the anxiety must be for individuals to be labelled as high in math anxiety. For this reason, we measure also math anxiety in a group of math students and from the distribution of scores in this group we get a value, which can be used as the lower bound for non-math students to be labelled as high anxious.

**Keywords:** math anxiety, abbreviated math anxiety scale, prevalence of math anxiety, measuring of math anxiety, Slovak version of AMAS.

## 1 Introduction

Mathematics anxiety is defined as feeling of tension and anxiety that interfere with the manipulation of numbers and the solving of mathematical problems in a wide variety of ordinary life and academic situation. [12]

Already in 1968, Lang stated that math anxiety is, like any other phobia, influencing individuals on three different levels. All three differential effects of math anxiety are confirmed independently:

- a) Physiological reactions (i.e., high pulse rate, problems with breathing, symptoms of the indigestion, flush) as frequent accompanying symptoms of math anxiety are described by Faust [8].
- b) Cognitive effects of math anxiety (worrisome thoughts, panic, paranoia, passivity, defection of the self-confidence) are demonstrated by Richardson and Woolfolk [14].
- c) Avoiding behaviour concerning number processing and calculation is systematically analysed by Hembree [9].

### 1.1 Math anxiety and math ability

More extensive research on the link between math ability and math anxiety began only in the 1990s [1, 9, 10].

However, the association between math ability and math anxiety may not be unidirectional. Rather, it has been suggested previously that emotional factors might generally influence cognitive abilities. (e.g. [7]). Concerning the possible impact of math anxiety on calculation ability, some authors state that the avoidance behaviour caused by math anxiety will most probably lead to a vicious cycle being characterized by less calculation practice, which will cause a lag in learning and therefore even more disappointment and emotional problems [3]. The assumption that math anxiety influences math ability is strongly supported by a meta-analysis showing the successful treatment of math anxiety in adults leads to significant improvement of their calculation performance [9]. Worrying thoughts are very hard to inhibit and therefore will absorb working memory and attentional resources – “deficient inhibition mechanism” [10].

Krinzinger et al. [12] first study the causal relations between math anxiety and math ability during development, particularly at the beginning of primary school, when children are introduced to formal calculation, receive feedback on their performance, and start to compare their skills with those of their peers. In their longitudinally study they found no significant association between calculation ability and math anxiety, which contradicts the consistently reported negative correlation between math anxiety and math ability in adults [9]. What was found is the highly significant linear increase of calculation ability with time, significant but small linear decrease in the evaluation of mathematics over time and significantly increasing math anxiety with age.

## **1.2 Prevalence of math anxiety**

Estimates of the prevalence of mathematics anxiety vary quite widely, and are of course likely to be dependent on the populations being sampled, on the measures used (though many of the studies involve similar measures) and, perhaps especially, on what criteria are used to categorize people as “math anxious”. Most measures of math anxiety assess scores on continuous measures, and there is no clear criterion for how severe the anxiety must be for individuals to be labelled as high in math anxiety [6]. Some of the estimations are: 11% of university students [13]. Betz [4] concludes that about 68% of students enrolled in math classes experience high math anxiety. Ashcraft and Moore [2] estimate that 17% of population have high levels of math anxiety. Chinn [5] suggest the far lower figure of 2 – 6% of secondary school pupils in England, which may simply indicate the use of an unusually strict criterion for defining pupils as having high math anxiety. There is no doubt, even when taking the lowest estimates, that it is a very significant problem.

### 1.3 Measures of math anxiety

Pioneering work on the assessment of math anxiety involves construction of the 98-item Math Anxiety Rating Scale (MARS) – Richardson Suinn 1978 which is followed by the creation of several abbreviated instruments. Hopko et al. [11] develop an abbreviated measure of math anxiety using large representative sample of 1239 undergraduate students – a 9-item abbreviated math anxiety scale called AMAS. They also evaluate the measure on an independent sample by assessing its factor structure, internal consistency, test-retest reliability, and validity with very good results. [11]

## 2 Method

In this part, we explore research which have been made in the years 2016 – 2017 in the Trnava university.

### 2.1 Participants

Participants include 167 students of the Faculty of Education of Trnava University in Trnava. The sample consists of 46 students of teacher training in combination with mathematics, 92 students of the pre-primary and primary education and 29 students of teacher training in combination of other academic subjects with the biology or chemistry.

Students of mathematics have been chosen for the criterion for individuals as having high math anxiety. Student who chose math and wants to be a math teacher does not demonstrate one of the characteristic symptoms of the math anxiety, which is the avoidance behaviour. So, we assume, that in this group the prevalence of high math anxiety is less probable.

### 2.2 Assessment measures

For our research, we need the Slovak version of a math anxiety scale. So, we perform this Slovak AMAS where the respondents should mark one of the boxes, where 1 is for no anxiety and 5 for very high anxiety. The minimal score is 9 and the maximal score is 45 points for one individual.

### Dotazník

Prečítaj si, prosím, nasledujúce popisy situácií a vyznač na škále mieru úzkosti, ktorú by si v danej situácii asi prežíval. Škála je od 1 = „úplne v pohode“ až po 5 = maximálna úzkosť (nervozita, fyzické prejavy ako je „zvíera mi žalúdok“, potia sa mi dlane a pod.)

**Table 1:** Slovak AMAS.

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

1. Na to, aby som vyriešil danú úlohu, potrebujem použiť knihu s matematickými vzorcami.					
2. Rozmýšľam o zajtrajšom teste z matematiky.					
3. Sledujem učiteľa, ako rieši na tabuli zložitejšiu rovnicu.					
4. Píšem plánovaný test z matematiky.					
5. Dostal(a) som náročnejšiu domácu úlohu z matematiky, ktorú musím do budúcej hodiny vyriešiť.					
6. Počúvam výklad učiteľa na hodine matematiky.					
7. Počúvam spolužiaka, ktorý vysvetľuje nejaký matematický vzťah.					
8. Učiteľ rozdáva zadania neohláseného testu z matematiky.					
9. Na hodine matematiky začíname s novým tematickým celkom.					

**Table 2:** Math anxiety in the group of math students.

<i>Value Label</i>	<i>Value</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cum Percent</i>
	9,00	1	2,17	2,17	2,17
	12,00	6	13,04	13,04	15,22
	13,00	4	8,70	8,70	23,91
	14,00	7	15,22	15,22	39,13
	15,00	2	4,35	4,35	43,48
	16,00	2	4,35	4,35	47,83
	17,00	2	4,35	4,35	52,17
	18,00	3	6,52	6,52	58,70
	19,00	5	10,87	10,87	69,57
	20,00	1	2,17	2,17	71,74
	21,00	6	13,04	13,04	84,78
	22,00	4	8,70	8,70	93,48
	23,00	1	2,17	2,17	95,65
	24,00	1	2,17	2,17	97,83
	29,00	1	2,17	2,17	100,00
<i>Total</i>		46	100,0	100,0	

spolu

<i>N</i>	<i>Valid</i>	46
	<i>Missing</i>	0
<i>Mean</i>		17,09
<i>Std Dev</i>		4,24
<i>Minimum</i>		9,00
<i>Maximum</i>		29,00

### 3 Results

In the Table 2 we can see the distribution of the scores in the group of math students. The sample of math students have been chosen for searching of the value, which we can call the lower bound for high math anxiety. In the Table 2 we can see, that only 1 student of 46 has the score higher than 24. Therefore, we decide to label students who have the score of math anxiety higher than 24 as the high anxious.

**Table 3:** Math anxiety in the group of biology and chemistry students.

<i>Value Label</i>	<i>Value</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cum Percent</i>
	13,00	1	3,45	3,45	3,45
	15,00	1	3,45	3,45	6,90
	16,00	3	10,34	10,34	17,24
	17,00	5	17,24	17,24	34,48
	18,00	3	10,34	10,34	44,83
	19,00	2	6,90	6,90	51,72
	20,00	3	10,34	10,34	62,07
	21,00	2	6,90	6,90	68,97
	22,00	1	3,45	3,45	72,41
	23,00	2	6,90	6,90	79,31
	25,00	3	10,34	10,34	89,66
	30,00	1	3,45	3,45	93,10
	33,00	1	3,45	3,45	96,55
	34,00	1	3,45	3,45	100,00
	<i>Total</i>	29	100,0	100,0	

spolu

<i>N</i>	<i>Valid</i>	29
	<i>Missing</i>	0
<i>Mean</i>		20,52
<i>Std Dev</i>		5,13
<i>Minimum</i>		13,00
<i>Maximum</i>		34,00

In the Table 3 there is the distribution of math anxiety score in the sample of non-mathematic students. In this group 20.69% of the students have score higher than 24, so can be labelled as high anxious. This group involves students of other nature sciences like biology and chemistry, who sometimes also need to use mathematics.

In the group of the students of primary education (Table 4) 22.83% have the score higher than 24 points, so they can be called high anxious. The distribution is like the distribution in the group of non-math students, which can be caused by the similarity of the usefulness of math in the groups. Primary teacher must teach also mathematics and the teacher of chemistry or biology also need to know how to use math.

**Table 4:** Math anxiety in the group of students of primary education.

<i>Value Label</i>	<i>Value</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cum Percent</i>
	9,00	1	1,09	1,09	1,09
	10,00	2	2,17	2,17	3,26
	11,00	1	1,09	1,09	4,35
	12,00	4	4,35	4,35	8,70
	13,00	4	4,35	4,35	13,04
	14,00	3	3,26	3,26	16,30
	15,00	2	2,17	2,17	18,48
	16,00	3	3,26	3,26	21,74
	17,00	8	8,70	8,70	30,43
	18,00	8	8,70	8,70	39,13
	19,00	9	9,78	9,78	48,91
	20,00	1	1,09	1,09	50,00
	21,00	6	6,52	6,52	56,52
	22,00	11	11,96	11,96	68,48
	23,00	5	5,43	5,43	73,91
	24,00	3	3,26	3,26	77,17
	25,00	5	5,43	5,43	82,61
	26,00	3	3,26	3,26	85,87
	27,00	1	1,09	1,09	86,96
	28,00	1	1,09	1,09	88,04
	29,00	4	4,35	4,35	92,39
	30,00	3	3,26	3,26	95,65
	31,00	1	1,09	1,09	96,74
	32,00	1	1,09	1,09	97,83
	36,00	1	1,09	1,09	98,91
	37,00	1	1,09	1,09	100,00
	<i>Total</i>	92	100,0	100,0	

<i>N</i>	<i>Valid</i>	92
	<i>Missing</i>	0
<i>Mean</i>		20,50
<i>Std Dev</i>		5,81
<i>Minimum</i>		9,00
<i>Maximum</i>		37,00

It could be interesting to study the prevalence of math anxiety in the sample of adults who do not study at university or who have chosen the specialization where math is not very important like arts, history, psychology... Therefore, we can assume that the prevalence of math anxiety in the sample of all, for example, high school children or adults is much higher than 20%.

In the last sample of 92 students of the primary education we compute also the internal consistency of the 9 items. We obtain  $\alpha = 0.82$  similarly to the results of Hopko [11] who get  $\alpha = 0.83$ .

## 4 Discussion

It is well-known, that math anxiety can affect one's decision about the future profession. Children and young people who are afraid of math, do not enrol themselves in a university, where the considerable part of the study include also mathematics – like technically oriented universities, which in Slovakia deal for many years with insufficient number of students.

The question is – what can we do about the math anxiety? The first step is to observe it and to have a tool to measure it. This has been done in this paper.

It is possible to teach adults with math anxiety, some relaxation techniques, which have also good results in some researches [6].

But what can we do to prevent it?

Some researches show that the problem arises already in the primary school, because the children around 10 years old have the same value of the math anxiety as adults. For example, see [12], where we can see, how the math anxiety grows from the first to the third school year.

In a future research, we should focus on sources of math anxiety in primary school math classes.

## References

1. ASHCRAFT, M. H. – FAUST, M. W.: *Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation*. Cognition and Emotion. 1994, 8: p. 97–125.
2. ASHCRAFT, M. H. – MOORE, A. W.: *Mathematics anxiety and the affective drop in performance*. J. Psychoeduc. Assess. 271. 2009, p. 197–205. DOI: 10.1177/0734282908330580.
3. ASHCRAFT, M. H.: *Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences*. Current Directions in Psychological Science. 2002, 11: p. 181–185.
4. BETZ, N.: *Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students*. J. Couns Psychol. 1978, 25: p. 441–548. DOI: 10.1037/0022-0167.25.5.441.
5. CHINN, S.: *Mathematics anxiety in secondary students in England*. Dyslexia. 2009, 15: p. 61–68. DOI: 10.1002/dys.381.
6. DOWKER, A. – SARKAR, A. – LOOI, Ch. Y.: *Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?* Frontiers in Psychology. 2016, vol. 7 article 508. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00508.
7. EASTERBROOK, J. A.: *The effect of emotion on cue utilization and the organization of behaviour*. Psychological Review. 1959, 66: p. 183–201. PubMed: 13658305.
8. FAUST, M. W.: *Analysis of physiological reactivity in mathematics anxiety*. Bowling green State University Ohio. 1992. Unpublished doctoral dissertation.
9. HEMBREE, R.: *The nature, effects, and relief of mathematics anxiety*. Journal of Research in Mathematics Education. 1990, 21: p. 33–46.

10. HOPKO, D. R. – ASHCRAFT, M. H. – GUTE, J. – RUGGIERO, K. J. – LEWIS, C.: *Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism*. Journal of Anxiety Disorders. 1998, 12: p. 343–355. PubMed: 9699118.
11. HOPKO, D. R. et al.: *The abbreviated Math anxiety scale (AMAS): Construction, Validity, and reliability*. Assessment. 2003, vol. 10, no. 2, p. 178–182. DOI: 10.1177/1073191103010002008.
12. KRINZINGER, H. – KAUFMAN, L. – WILLMES, K.: *Math anxiety and Math Ability in Early Primary School Years*. J Psychoeducation Assess. 2009, June, 27(3): p. 206–225. DOI: 10.1177/0734282908330583.
13. RICHARDSON, F. C. – SUINN, R. M.: *The mathematics anxiety rating scale*. J. Couns. Psychol. 1972, 19, p. 551–554. DOI: 10.1037/h0033456.
14. RICHARDSON, F. C. – WOOLFOLK, R. T.: *Mathematics anxiety*. In SARASON, G. *Test anxiety: Theory, research, and application*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, N. J. 1980, p. 271–290.

*This work has been partially supported by the Slovak  
Ministry of Education (KEGA Grant No. 003UMB-4/2017).*

**Reviewed by:** doc. RNDr. Edita Partová, CSc.

**Contact address**

PaedDr. Jana Fialová, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Priemyselná 4, Trnava

E-mail: jana.fialova@truni.sk



# INTERACTIVE APPLICATIONS FOR TEACHING PERIMETER AND AREA OF PLANE FIGURES

Milan POKORNÝ, SK

**Abstract:** The paper deals with efficient utilization of modern information and communication technologies in mathematics teaching at primary schools. The author characterizes e-learning course, which can be efficiently used in combination with face-to-face teaching of plane figures for 11–16 years old children. The main advantage of the course is its interactivity, what differs the course from traditional printed materials. The interactive elements from the course support active learning of children, what leads to better understanding of the content of the course. The elements can be utilized in classrooms in a combination with computers or interactive whiteboards, as well as for voluntary activities of students at school clubs or as a part of their homework.

**Keywords:** ICT in education, interactivity, interactive whiteboard, teaching mathematics, perimeter, area of plane figures.

## 1 Introduction

It is well known that the integration of ICT into education was recommended by Papert in 1980. From that year, modern information and communication technologies have been widely used in teaching mathematics. Naturally, the way of ICT usage in education have changed.

The necessity of ICT utilization in teaching can be observed in activities of the ministries of education of different countries. Most countries have invested (and still are investing) considerable amounts of public resources in ICT equipment such as computers, whiteboards, connectivity, software, etc. (De Witte & Rogge, 2014). In our country, official state institutions realise the project Digipedia 2020, which is a new policy document on the conception of integration of ICT into education till 2020. The document defines the needs of Slovak schools in this area. One of the aims is to increase the amount of the digital content available for kindergartens, primary schools, secondary schools and universities.

There are many ways how to integrate technologies into education. E-learning has been defined in a range of different ways and definitions of e-learning, online learning, technology enhanced learning and distance learning often overlap (Moore et al., 2011). For example, Khan (2005) defines e-learning as

an innovative approach for delivering well-designed, learner-centred, interactive, and facilitated learning environment to anyone, anyplace, anytime by utilizing the attributes and resources of various digital technologies along with other forms of learning materials suited for open, flexible, and distributed learning.

The combination of an e-learning and a traditional face-to-face learning is known as blended learning. Concerns about the effectiveness of blended learning have led to an increasing number of studies on this topic. (Liu et al, 2016) Findings of Jeffrey et al (2012) reveal that students showed a strong liking for blended modes of learning and that blended learning may offer a richer learning experience than either online or traditional modes of learning.

In the current school environment, tablets and mobile telephones are gradually becoming standard integral teaching aids. (Voštinár & Hanzel, 2016). M-learning is defined as learning across multiple contexts, through social and content interactions, using personal electronic devices (Crompton, 2013).

In our primary schools, blended learning seems to be an ideal way how to integrate modern technologies into teaching mathematics. There are several studies that proved the efficiency of blended learning in teaching mathematics. For example, Cheung and Slavin (2013) found that ICT applications produce modest but positive effects on mathematics achievements in comparison to traditional methods. The study of Malatinská, Pokorný and Híc (2015) proved that blended learning can increase the level of knowledge of children (11–16 years old) at mathematics, as well as to improve their attitudes towards mathematics.

Naturally, utilization of blended learning does not automatically assure the improvement of teaching process. We must agree with Žilková (2014), who states that the quality of electronic education is primarily determined by the accurate e-content. However, there is a lack of well-designed interactive materials in Slovak language that can be efficiently used in teaching mathematics at primary or secondary school. Since the preparation of good interactive educational materials is really difficult, they are often prepared by professional teams. So it is not possible to anticipate that teachers will prepare the materials themselves. Thus, the teachers try to use the existing materials available on the Internet. The first problem is that the majority of applications that can be found on the Internet in Slovak language and used in mathematics teaching have only low level of interactivity, usually limited to checking of the correctness of students' answers. The second problem is that in our country the massive usage of English materials is limited by the language barrier.

To eliminate the lack of materials, we developed the course *Perimeter and Area of Plane Figures*, which is described in the following part of the paper.

## 2 Description of the course

The aim of the course *Perimeter and Area of Plane Figures* is to serve as an additional study material, which could be efficiently used in a combination with face-to-face teaching. Thus the course does not concentrate on detailed explanation of theory, since the theory is explained in printed textbooks. Instead of this, the course tries to utilize the strengths of electronic materials. One of the key advantages of the course is integration of interactive applications, which differ the course from the printed materials.

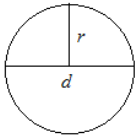
Doplňte chýbajúce údaje. Polomer a priemer kruhu sú celé čísla, obvod a obsah kruhu zaokrúhlite na dve desatinné miesta. Pracujte s hodnotou čísla pi 3,14.

$r$   Skontroluj

$d$   Skontroluj

$S$   Skontroluj

$o$  263,89


 $r$  ... polomer       $d = 2 \cdot r$   
 $d$  ... priemer       $o = 2 \cdot \pi \cdot r$   
 $o$  ... obvod       $S = \pi \cdot r^2$   
 $S$  ... obsah

Najprv vypočítajte polomer kruhu.

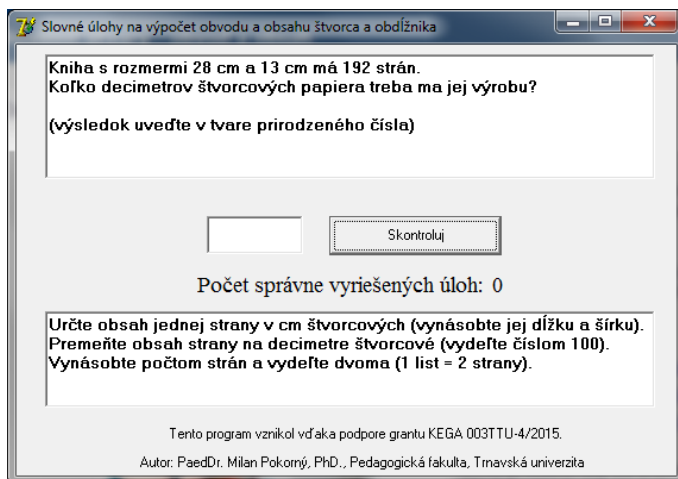
Tento program vznikol vďaka podpore grantu KEGA 003TTU-4/2015.  
 Autor: PaedDr. Milan Pokorný, PhD., Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita

**Figure 1:** The application for perimeter and area of a circle.

The course consists of four lessons. The first lesson concentrates on rectangles, the second lesson on area unit conversion, the third lesson on quadrilaterals (diamond, parallelogram, trapezium), and the fourth on circles and

circle sectors. There is no lesson dedicated to triangles, as this topic is covered in the course *Triangles and Their Properties*. All lessons contain a minimum amount of theory, which is immediately illustrated on the solved problems. However, the most important parts of the course are interactive applications and electronic tests.

The course contains 12 interactive applications. The main difference between the applications and the majority of similar applications on the Internet is that our applications provide a deeper feedback for children who cannot find the right answer. We will illustrate it on two examples. On Figure 1 the child tried to calculate the area of a circle from its perimeter. Since his answer was wrong, the application advised him to calculate the radius and then to try to calculate the area again. On Figure 2 we can see a feedback after an incorrect answer, which gives a detailed instruction how to find a correct solution.



**Figure 2:** Word problems – perimeter and area of a square and a rectangle.

As we can see, the applications make children to actively find the solution, not to passively write down the correct solution from the blackboard. Since all numbers in the applications are randomly generated, as well as the order of word problems, each child has his own task on his monitor, so it is impossible to use the result from the classmates. However, there are more recommended ways how to use the applications: active work of children in a classroom; group work of the whole class on interactive whiteboard; child's own work in home, for example as a homework or preparation for a test; child's

own work at school, when their teacher is ill and they have a lesson with a temporary teacher; child's own work at school clubs.

The course also contain 9 electronic tests. After each lesson, there is a test that provides an immediate feedback about the level of child's knowledge. There is also a series of five tests of graduate difficulty, which provides a feedback about the level of knowledge from the whole content of the course. These tests allow teacher to work with children individually according to the level of knowledge of each child. The tests also enable to prepare students to the national test *Testovanie 9*.

### 3 Conclusion

Many researches have proved that a proper integration of modern technologies can make the teaching process more interesting and more efficient. The technologies can have positive impact on the level of knowledge of students, as well as on their attitudes towards mathematics.

In the paper, we characterize our course, interactive elements, and electronic tests, which are determined for teaching perimeter and area of plane figures. The course is in Slovak language and it is free and available for all potential users. We are convinced that the course can be useful for children and can help them to master its content efficiently. Our belief is based on our experience with the utilization of similar interactive applications in teaching at primary schools.

However, it will be useful to realise a research focused on the efficiency of the course in teaching mathematics at primary schools and to analyse its results. This is one of our intentions for further study.

*This work has been supported by the Slovak Ministry of Education (KEGA Grants No. 003TTU-4/2015 and No. 003UMB-4/2017).*

### References

1. CROMPTON, H.: A Historical overview of m-learning: Toward learner-centered education. In BERGE, Z. L. and MUILENBURG, L. Y. (Eds.), *Handbook of Mobile Learning*, 2013, pp. 3–14. New York : Routledge.
2. CHEUNG, A. C. – SLAVIN, R. E.: The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: a meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 2013, pp. 88–113.
3. JEFFREY, L. M. – MILNE, J. – SUDDABY, G. – HIGGINS, A.: *Strategies for engaging learners in a blended environment*. 2012. Available: (<https://akoaootearoa.ac.nz/download/ng/file/group-3089/strategies-for-engaging-learners-in-a-blended-environment.pdf>).

4. KHAN, B.: *Managing e-learning strategies: Design, delivery, implementation and evaluation*. Hershey, PA: Idea Group Inc., 2005.
5. LIU, Q. – PENG, W. – ZHANG, F. – HU, R. – LI, Y. – YAN, W.: The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research* 18. 1. 2016.
6. MALATINSKÁ, S. – POKORNÝ, M. – HÍC, P.: Efficiency of Blended Learning in Teaching Mathematics at Primary School. In *Information, Communication and Education Application, Advances in Education Research*, Vol. 85, 2015, pp. 6–11.
7. MŠVVaŠ SR: *DIGIPEDIA 2020 Koncepcia informatizácie rezortu školstva s výhľadom do roku 2020*. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky, 2013. Available: (<http://www.minedu.sk/data/att/4796.pdf>).
8. MOORE, J. L. – DICKSON-DEANE, C. – GALYEN, K.: E-learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher Education*, 14, 2011, pp. 129–135.
9. PAPER, S.: *Mindstorms – Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980.
10. VOŠTINÁR, P. – HANZEL, P.: Mobile application – a tool for teachers, pupils and their families. *APLIMAT 2016 – 15th Conference on Applied Mathematics 2016, Proceedings*, 2016, pp. 1118–1125.
11. DE WITTE, K. – ROGGE, N.: Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education? *Computers & Education* 75, 2014, pp. 173–184.
12. ŽILKOVÁ, K.: Prednosti a riziká vzdelávania prostredníctvom e-learningového kurzu manipulačná geometria. *XXVI. DidMatTech 2013: New Technologies in Science and Education: International scientific and professional conference*. University of West Hungary, Győr, 2014, pp. 222–227. ISBN 978-963-334-184-1.

**Reviewed by:** doc. PaedDr. Katarína Žilková, PhD.

### Contact address

PaedDr. Milan Pokorný, PhD.

Trnava University, Faculty of Education

Priemysel'na 4, P. O. BOX 9, 918 43 Trnava

E-mail: mpokorny@truni.sk

# VYUŽÍVANIE INTERAKTÍVNYCH VZDELÁVACÍCH MATERIÁLOV VO VYUČOVANÍ MATEMATIKY

Ildikó PŠENÁKOVÁ, SK, Igor BAGANJ, RS, Tibor SZABÓ, SK

**Abstrakt:** Matematika patrí k učebným predmetom, ktorý väčšina žiakov v škole neoblubuje. Mnoho učiteľov matematiky na základných a stredných školách sa snaží na svojich hodinách zaviesť nové metódy a spôsoby vyučovania, aby predmet zatraktívnil a žiaci si ho obľúbili. Medzi takéto spôsoby patrí aj využívanie interaktívnej tabule a interaktívnych učebných materiálov, ktoré umožňujú zvýšiť názornosť vyučovania, zjednodušiť pochopenie učiva, zvýšiť motiváciu a aktivitu žiakov na hodinách. Budúci pedagógovia by preto mali ovládať správne používanie interaktívnej tabule a prípravu vhodných interaktívnych materiálov pre svoj predmet. Aké sú možnosti prípravy takýchto učebných materiálov pre matematiku popisuje nasledujúci článok.

**Kľúčové slová:** interaktívny učebný materiál, vyučovanie, učiteľ, matematika.

## USING INTERACTIVE EDUCATIONAL MATERIALS IN MATHEMATICS TEACHING

**Abstract:** Mathematics belongs to learning subjects that most students do not like at school. Many teachers of mathematics at elementary and secondary schools are trying to introduce new methods and ways of teaching in their classes to make the subject attractive and students to enjoy it. Such methods include the use of an interactive whiteboard and interactive learning materials that make it easier to learn lesson, simplify student understanding, and increase motivation and student activity in lessons. Future educators should therefore control the proper use of the interactive whiteboard and prepare appropriate interactive materials for their subject. In the following article, we describe some possibilities for prepare such learning materials for mathematics.

**Keywords:** interactive materials, education, teacher, mathematics.

### 1 Úvod

Zavádzanie moderných informačných a komunikačných technológií (IKT) do vyučovania neustále uľahčuje prácu pedagógov a vzdelávanie je stále atraktívnejšie, zaujímavejšie a pestrejšie aj pre študentov, ale predsa ešte často ostávajú len pasívnymi divákmi. Cieľom každého učiteľa by malo byť zaujať žiakov, podporovať ich tvorivosť a fantáziu, zvyšovať ich motiváciu, ale pritom im umožniť napredovať v učení vlastným tempom. Celé generácie pedagógov hľadali a neustále

hľadajú metódy, spôsoby a možnosti, pomocou ktorých by dokázali pre svojich žiakov vyučovanie spríjemniť a zjednodušiť. [1].

Aj vo vyučovaní matematiky sa dajú uplatniť niektoré možnosti IKT, ktoré môžu zdokonaľiť proces učenia a učenia sa a prispieť k rozvoju myšlienkových a tvorivých aktivít žiakov.

## 2 Interaktívne vyučovanie

Využívanie interaktívnych aplikácií vo výučbe sa rozšírilo hlavne vďaka zavedeniu interaktívnych tabulí do škôl. Samotný fakt, že interaktívna tabuľa je prítomná vo vyučovaní, však ešte neznamená, že ide o interaktívnu výučbu. Je potrebné rozlišovať, kde dochádza k vzájomnému pôsobeniu [2]:

- medzi používateľom (učiteľ alebo žiak) a technickým zariadením (interaktívna tabuľa a počítač),
- medzi učiteľom a žiakom/žiakmi,
- medzi žiakmi navzájom.

K interakcii medzi učiteľom a žiakmi alebo žiakmi navzájom môže dôjsť aj bez interaktívnej tabule a výučba bude aj tak interaktívna. Interaktívna tabuľa však môže výrazne prispieť k realizácii efektívnej interaktívnej výučby. Učitelia aj žiaci interaktívne manipulujú s objektmi na tabuli alebo obrazovke, a tak sa rovnako zapájajú do procesu výučby v triede.

Interaktivitu je možné chápať aj tak, že používateľ aktívne pracuje s technickými zariadeniami a s príslušnými softvérmi, ktoré reagujú na jeho vonkajšie príkazy, a práve skutočnosť, že objekty na obrazovke je možné riadiť vonkajšími podnetmi, robí proces vzdelávania interaktívnym.

Podstatou interaktívneho učenia teda je, aby študenti využívali svoje kognitívne schopnosti a aktívne sa zapájali do vzdelávania. Tým, že sa žiaci aktívne zapájajú do chodu vyučovacej hodiny v učebni, usmerňujú výklad prezentovaného problému a zasahujú do postupu riešenia príkladov, majú kreatívny vplyv na proces učenia. Interaktivita pomáha zapojiť študentov do práce, udržať ich pozornosť a výhodne sa dá využiť aj pri samoštúdiu.

Pri interaktívnej výučbe sa úloha učiteľa mení. Jeho úlohou je facilitácia, t. j. ul'ahčovať, umožňovať, napomáhať a podporovať. Jeho činnosť spočíva v usmerňovaní diskusií, zdôvodňovaní vhodných riešení a v riadení skupinovej aj individuálnej práce žiakov [2].

Je preto veľmi dôležité, aby si budúci pedagógovia osvojili didaktické aspekty používania interaktívnych zariadení, naučili sa ich správne využívať, naučili sa správnu tvorbu interaktívnych učebných materiálov, ktoré zároveň aj budú vedieť správne použiť, aby sa tak vyučovací proces stal účinnejším a efektívnejším [3].



### 3 Interaktívny učebný materiál

Interaktívny učebný materiál pôsobí súčasne na viac zmyslov žiakov. Je všeobecne známe, že tak dochádza k hlbšiemu a trvalejšiemu osvojeniu učiva a celkovo k lepším výsledkom vo vzdelávaní.

Interaktívny učebný materiál by teda mal mať nasledujúce charakteristické znaky:

- *interaktívnosť*, ktorá zabezpečí v procese učenia aktívnu činnosť zúčastnených,
- *nelinéarnosť*, t. j. použitie odkazov, ktoré oproti lineárnemu modelu umožňujú prechod učivom v ľubovoľnom smere,
- *multimediálnosť*, ktorá vyžaduje v obsahu menej textu, viac statických obrázkov, zvuku, animácií a videí.

Aj keď je vedľa obrazových ilustrácií text, žiaci ich oveľa rýchlejšie a jednoduchšie pochopia, ak sa paralelne s nimi objavuje aj vysvetľujúci zvuk, prípadne sa spustí animácia. Použitie interaktívnych obrázkov znižuje riziko kognitívneho preťaženia, takéto riešenia majú silnejšiu motiváciu a inšpirujú žiakov a študentov k samoštúdiu. [4]

Proces učenia a testovanie sú úzko spojené. Ak po prečítaní určitej časti učiva je možné pokračovať len po správnej odpovedi na kontrolné otázky, alebo jednotlivé ucelené časti – moduly učebného materiálu sa ukončia testom, prispieva to k lepšiemu osvojeniu učiva. Pritom interaktivita pomáha študentom pri testovaní a vyhodnotení úrovne získaných vedomostí, a testovanie je menej stresujúce, účinnejšie a objektívne.

Tvorba interaktívnych učebných materiálov, aplikácií a testov nie je jednoduchá úloha, preto len málo pedagógov na to vynaloží námahu a obetuje svoj čas. Pri vytváraní vlastných učebných materiálov asi najväčšiu úlohu zohráva cieľ, na ktorý majú slúžiť, ale pritom nesmieme zabudnúť ani na didaktické, technické, estetické, či ekonomické hľadiská. Často práve financie sú dôvodom, že učiteľ si radšej vytvorí vlastný materiál a nekúpi komerčne ponúkaný. Na druhej strane sú však k dispozícii aj také softvéry, ktoré pomáhajú pri tvorbe interaktívnych učebných materiálov a sú bezplatné (HotPotatoes). Okrem toho existuje aj možnosť vytvoriť potrebný materiál v samotnom produkte, v ktorom sa vyučuje (MS Office).

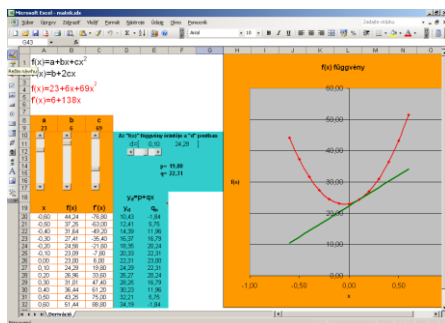
### 4 Využitie interaktívnych pomôcok pri výučbe matematiky

Aj vo výučbe matematiky sa môžu uplatniť ako učebné pomôcky aj rôzne štandardné aplikačné programy (MS Excel), matematické programové systémy (Matlab, Mathematica SageMath) ako aj vzdelávacie programy z matematiky (Cabri Geometry, GeoGebra) [5].

#### 4.1 Využitie MS Excel pri výučbe matematiky

Aplikačný program MS Excel sa vyučuje na stredných školách v rámci hodín informatiky a je štandardným programovým vybavením takmer všetkých školských počítačov. Prečo ho teda nevyužiť na hodinách matematiky, napríklad pri analýze problematiky vyučovania matematických funkcií. MS Excel pomáha pri vizualizácii učebnej látky, nakoľko s jeho pomocou je možné na základe zadaných údajov za pár sekúnd vygenerovať grafy funkcií.

Nami vytvorená učebná pomôcka [6] umožňuje pomocou grafických funkcií programu MS Excel jednoduchšie vysvetliť priebehy lineárnej, kvadratickej, goniometrickej a iných funkcií (obrázok 1).



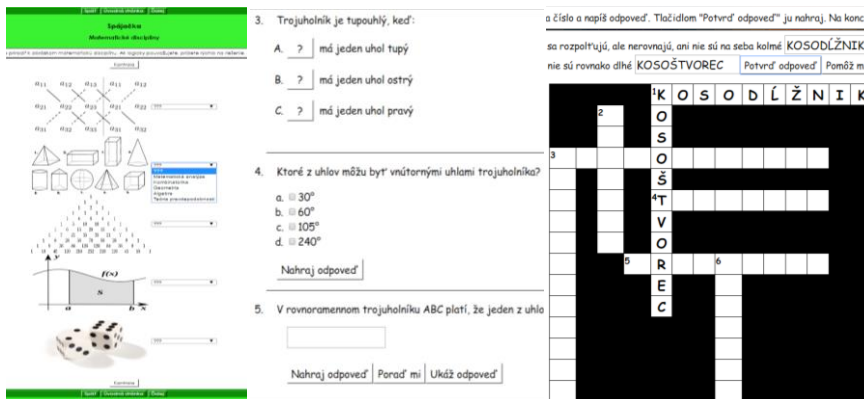
Obrázok 1: Náhľad obrazovky učebnej pomôcky.

K používaniu tejto pomôcky nie je potrebné, aby žiaci vedeli vytvárať grafy. Dôraz je kladený na pochopenie matematických funkcií a ich zobrazení. Interaktivita je zabezpečená pomocou posuvníkov, ktorými je možné nastaviť hodnoty koeficientov a, b, c vo funkcii. Zmenou jednotlivých hodnôt sa mení aj tvar zobrazených grafov, a tak žiaci názorne vidia vplyv koeficientov na priebeh funkcie.

Program MS Excel umožní učiteľovi, aby sa venoval viac postupu riešenia príkladov a nie numerickým výpočtom, pretože tie urobí program. Takto sa zrýchli práca žiakov, čo umožní vyriešiť na hodine oveľa viac príkladov a úloh. Vyučovacie hodiny sa tak stávajú pre žiakov zaujímavejšie, zábavnejšie a stráca sa často aj odpor k matematike.

#### 4.2 Využitie programu HotPotatoes

Medzi najpoužívanejšie programy na tvorbu interaktívnych testov patrí programový balík HotPotatoes. Obsahuje päť častí (JCross, JQuiz, JCloze, JMatch, JMix), ktoré umožňujú vytvárať interaktívne úlohy typu krížoviek, kvízov, doplňovania do medzier, priradovania párov a usporiadania neusporiadaných viet. Pre automatické zostavenie postupnosti cvičení a úloh vytvorených v jednotlivých častiach slúži nástroj The Masher.



a) JMatch

b) JQuiz

c) JCross

**Obrázok 2:** Príklady využitia HotPotatoes na testovanie v matematike.

Na obrázku 2 sú uvedené ukážky testov z matematiky vytvorené pomocou častí:

- JMatch* – priradovanie, v ktorom sú na ľavej strane zobrazené obrázky týkajúce sa matematických disciplín, ku ktorým je potrebné správne priradiť neusporiadané odpovede z ponuky na pravej strane obrazovky.
- JQuiz* – kvíz obsahuje rôzne typy otázok týkajúcich sa vlastností trojuholníkov. Odpovedať môžu žiaci, buď výberom jednej alebo viac správnych odpovedí alebo napísať krátku slovnú odpoveď.
- JCross* – je krížovka bez tajničky, týkajúca sa matematických pojmov.

Pri vyplňaní testov žiak môže žiadať príslušným tlačidlom o pomoc, ale pri vyhodnotení sa mu odpočítajú percentá z konečného skóre.

Program umožňuje zmenu prednastaveného vzhľadu testov (názov, tlačidlá, farba pozadia, typ písma...), čo zabezpečí ich rôznorodosť a pestrosť.

## 5 Záver

Interaktívne aplikácie umožňujú pedagógom zaviesť do praxe, vrátane vyučovania matematiky, najmodernejšie vyučovacie prostriedky, metódy a spôsoby, ktoré udržiavajú pozornosť žiakov a študentov, zvyšujú ich aktivitu, posilňujú vzájomnú spoluprácu, zosilňujú sociálne väzby a v neposlednom rade rozširujú a prehľbujú ich vedomosti a zručnosti.

## References

1. PŠENÁKOVÁ, I.: Interaktív alkalmazások az oktatásban. In *A magyar tannyelvű Tanító-képző Kar 2016-os tudományos konferenciájának tanulmánygyűjteménye*. Subotica : University of Novi Sad, Hungarian Language Teacher Training Faculty, 2016. ISBN 978-86-87095-71-7. CD-ROM, s. 459–464.
2. DOSTÁL, J.: Interaktivní tabule ve výuce. In *Journal of Technology and Information Education. Časopis pro technickou a informační výchovu*. 2009, Volume 1, Issue 3. ISSN 1803-537X, p. 11–16.
3. PŠENÁKOVÁ, I. – HORVÁTH, R. – SZABÓ, T.: Interaktívna tabuľa vo vzdelávaní budúcich pedagógov. Interactive whiteboard in the education of future teachers. 2016. In *„Edukacja – Technika – Informatyka”* nr. 1/15/2016, Poľsko, ISSN 2080-9069, ISSN 2450-9221 (online), p. 224–229.
4. KOMENCZI, B.: *E-learning tananyagok fejlesztésének módszertani kérdései*. (2009): Retrieved on September 11, 2016 from the World Wide Web ([http://old.ektf.hu/~kbert/2014\\_15\\_01/E\\_modszertan2009.pdf](http://old.ektf.hu/~kbert/2014_15_01/E_modszertan2009.pdf)).
5. SZABÓ, T. – MOLNÁR, J. – ŽITNÝ, R.: Vyučovanie matematických funkcií pomocou Matlabu. In *Trendy ve vzdělávání 2008*. Olomouc: Votobia, 2008. ISBN 978-80-7220-311-6, s. 478–481.
6. PŠENÁKOVÁ, I. – SZABÓ, T.: Matematika oktatása az MS Excel segítségével. In *Képzés és gyakorlat: tanulmánykötet*. Nitra : UKF, 2008. ISBN 978-80-8094-427-8, s. 39–43.

**Reviewed by:** Ing. Lukáš Smolárik, PhD.

## Contact address

Ing. Ildikó Pšenáková, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave

Priemysel'ná 4, P. O. Box 9

918 43 Trnava, Slovakia

E-mail: [ildiko.psenakova@truni.sk](mailto:ildiko.psenakova@truni.sk)

MSc. Igor Baganj

Jožef Atila 25

244 00 Kanjiža

Serbia

E-mail: [igorbaganj@yahoo.com](mailto:igorbaganj@yahoo.com)

Mgr. Tibor Szabó, PhD.

Constantine the Philosopher University in

Nitra, Faculty of Central European Studies

Dražovská cesta 4, 949 74, Nitra

E-mail: [tszabo@ukf.sk](mailto:tszabo@ukf.sk)

# NETRADIČNÉ NEVLASTNÉ INTEGRÁLY

Vladimír STREČKO, SK

**Abstrakt:** Článok predstavuje systém matematických úloh vedúcich k aplikácii Poissonovho, Dirichletovho a Lobačevského integrálov. Jedná sa o štandardné ako aj o neštandardné matematické úlohy. Cieľom príspevku je prezentovať konzistentný pohľad na danú problematiku. Dokázaná je konvergencia spomínaných integrálov. Hodnota jednotlivých integrálov je odvodená aparátom vyššej matematiky, ktorej 352. výročie vzniku si pripomenul celý matematický svet. Táto problematika sa marginálne vyučuje na VŠ technického, či prírodovedného zamerania. Článok je určený najmä študentom týchto zameraní ako aj začínajúcim učiteľom vyučujúcim integrálny počet. Článok je krásnou ukážkou kontinuity matematických poznatkov.

**Kľúčové slová:** nevlastný integrál, konvergencia integrálu, matematická úloha.

## UNUSUAL IMPROPER INTEGRALS

**Abstract:** The paper presents a system of mathematical tasks leading to the application of Poisson, Dirichlet and Lobachevsky integrals. The tasks dealt with are standard as well as non-standard mathematical problems. The objective of the paper is to present a consistent view on this issue. A convergence of the integrals has been proven, and the value of the integrals is derived by the apparatus of higher mathematics whose 352 anniversaries has been recently celebrated by the entire mathematical world. This issue is marginally taught at technical universities or faculties of natural sciences. The present article is aimed at students of these specialisations, as well as at novice teachers who teach integral calculus. The paper aspires to be a fitting example of the continuity of mathematical knowledge.

**Keywords:** improper integral, integral convergence, mathematical task.

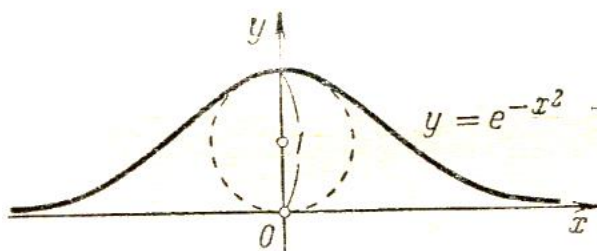
### 1 Úvod

Článok prináša systém matematických úloh s riešeniami, ktoré vedú k významným integrálom. Vyučujú sa na VŠ v tematickom celku *nevlastné integrály*. Cieľom príspevku je poukázať na výpočty spojené s danou problematikou, ako aj na previazanosť v riešení matematických úloh. Nezabúdame ani

na aplikáciu princípu kreativity v matematicko-pedagogickom procese, ktorý je v súčasnosti zdôrazňovaný v edukácii.

## 2 Vlastná problematika

Z viacerých významných kriviek, o ktorých sa dozvedajú študenti na VŠ je o. i. krivka pravdepodobností (obrázok 1).



**Obrázok 1:** Krivka pravdepodobností.

Jej analytické vyjadrenie má tvar  $y = e^{-x^2}$ . V tematickom celku *nevlastné integrály* sa vyskytujú aj úlohy, ktoré vedú na aplikáciu jedného dôležitého integrálu, ktorý je kvadrátúrou spomenutej krivky. Nesie názov podľa francúzskeho matematika S. D. Poissona (1781 – 1840). V ďalšom ukážeme, že Poissonov integrál  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx$  konverguje. Nájďme majorantnú funkciu k funkcii  $y = e^{-x^2}$ , ktorá konverguje. Tou môže byť napr. Agnesina krivka  $y = \frac{1}{1+x^2}$ . Platí, že

$$e^{-x^2} \leq \frac{1}{1+x^2}$$

$$\frac{1}{e^{x^2}} \leq \frac{1}{1+x^2}$$

$$1+x^2 \leq e^{x^2},$$

čo evidentne platí. Riešiteľ si môže načrtnúť grafickú interpretáciu situácie, aj dokázať, že číselná hodnota kvadrátúry Agnesinej krivky je  $\pi$ . Samotný výpočet hodnoty Poissonovho integrálu je založený na výpočte dvojného integrálu  $\iint_R e^{-x^2-y^2} dx dy$ , kde  $R$  je celá rovina  $R_{xy}$ , resp. dvojrozmerný euklidovský priestor. Pritom použijeme transformáciu nášho integrálu do polárnych súradníc. Zrejme

$$x = \rho \cos \varphi$$

$$y = \rho \sin \varphi,$$

pričom  $\varphi \in \langle 0, 2\pi \rangle$ ,  $\rho \in \langle 0, \infty \rangle$ .

Teda

$$\iint_{\mathbb{R}} e^{-x^2-y^2} dx dy = \int_0^{2\pi} \left( \int_0^{\infty} \rho e^{-\rho^2} d\rho \right) d\varphi = 2\pi \int_0^{\infty} \rho e^{-\rho^2} d\rho = \pi \int_0^{\infty} e^{-t} dt =$$

Substitúcia:

$$\rho^2 = t$$

$$2\rho d\rho = dt,$$

nové hranice integrovania sa nezmenia

$$= \pi \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A e^{-t} dt = \pi \lim_{A \rightarrow \infty} \left[ -\frac{1}{e^t} \right]_0^A = \pi \lim_{A \rightarrow \infty} \left( -\frac{1}{e^A} + 1 \right) = \pi.$$

Na daný dvojný integrál  $\iint_{\mathbb{R}} e^{-x^2-y^2} dx dy$  v pravouhlých súradniciach môžeme aplikovať jednoduché úpravy, t. j.

$$\begin{aligned} \iint_{\mathbb{R}} e^{-x^2-y^2} dx dy &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} e^{-y^2} dx dy = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy = \\ &= \left( \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx \right)^2. \end{aligned}$$

Porovnajúc obidva výsledky, máme  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi} \doteq 1,772$ .

Posledný integrál je vlastne Poissonov, ktorý sa uvádza ako  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  alebo ako  $\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ .

Teraz uvedieme niekoľko úloh, ktoré vedú k použitiu Poissonovho integrálu.

Úloha 1. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} e^{-ax^2} dx, a > 0.$$

Riešenie. Stačí použiť substitúciu

$$ax^2 = t^2$$

$$x = \frac{t}{\sqrt{a}}$$

$$dx = \frac{dt}{\sqrt{a}} ,$$

pričom hranice integrovania sa nezmenia. Po aplikácii substitúcie máme

$$\int_0^{\infty} e^{-t^2} \frac{dt}{\sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_0^{\infty} e^{-t^2} dt ,$$

pričom posledný integrál je Poissonov. Teda

$$\int_0^{\infty} e^{-ax^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{a}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}} .$$

Úloha 2. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}} dx.$$

Riešenie. Aplikujeme substitúciu

$$x = t^2$$

$$dx = 2t dt ,$$

pričom hranice integrovania sa nemenia. Čiže

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}} dx = \int_0^{\infty} \frac{e^{-t^2}}{t} 2 t dt = 2 \int_0^{\infty} e^{-t^2} dt = 2 \frac{\sqrt{\pi}}{2} = \sqrt{\pi} .$$

Úloha 3. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} x^3 e^{-x^8} dx .$$

Riešenie. Použijeme substitúciu

$$x^4 = t$$

$$4x^3 dx = dt,$$

pričom hranice integrovania sa nezmenia.

Teda

$$\int_0^{\infty} x^3 e^{-x^8} dx = \frac{1}{4} \int_0^{\infty} e^{-t} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{8} .$$



Úloha 4. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{1}{x^2}}}{x^2} dx.$$

Riešenie. Substitúcia je zrejmá

$$\begin{aligned} \frac{1}{x} &= t \\ -\frac{1}{x^2} dx &= dt \end{aligned}$$

s novými hranicami:  $\infty, 0$ . Náš integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{1}{x^2}}}{x^2} dx = \int_0^{\infty} e^{-t^2} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{2}.$$

Úloha 5. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\ln^2 x}}{x} dx.$$

Riešenie. Použijúc substitúciu

$$\begin{aligned} \ln x &= t \\ \frac{1}{x} dx &= dt \end{aligned}$$

s novými hranicami integrovania  $-\infty, \infty$ , máme

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\ln^2 x}}{x} dx = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt = \sqrt{\pi}.$$

Analogický je aj výpočet integrálu

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{e^{-\operatorname{tg}^2 x}}{\cos^2 x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}.$$

Úloha 6. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} x^2 e^{-x^2} dx.$$

Riešenie. V tomto prípade je výpočet založený na metóde per partes.

$$u = x \quad v' = xe^{-x^2}$$

$$u' = 1 \quad v = -\frac{e^{-x^2}}{2}.$$

Aplikujúc uvedenú metódu integrovania máme

$$\int_0^{\infty} x^2 e^{-x^2} dx = \left[ -\frac{1}{2} x e^{-x^2} \right]_0^{\infty} + \frac{1}{2} \int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4}.$$

Čitateľ musí dokázať, že limita  $\lim_{x \rightarrow \infty} x e^{-x^2} = 0$  (L'Hospitalovo pravidlo).

K tomuto integrálu vedie aj výpočet  $\int_0^{\infty} \sqrt{x} e^{-x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$  alebo  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^2 x}{\cos^4 x} e^{-\operatorname{tg}^2 x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4}$ , resp.  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{tg}^5 x}{\cos^2 x} e^{-\operatorname{tg}^4 x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{8}$ .

V závere tejto časti ukážeme hodnotu Laplaceovho integrálu, t. j.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = \sqrt{2\pi} \doteq 2,507.$$

Stačí v Poissonovom integráli zaviesť substitúciu  $x = \frac{t}{\sqrt{2}}$  alebo v Laplaceovom  $= t\sqrt{2}$ .

Analogicky prezentujeme integrál  $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2}$ , ktorý nesie názov podľa nemeckého matematika 19. storočia P. G. Dirichleta (1805 – 1859). Ukážeme, že Dirichletov integrál relatívne konverguje. Najprv ukážeme, že konverguje. integrál rozdelíme na dva integrály, t. j.  $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin x}{x} dx + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$ .

Prvý integrál je vlastný, lebo  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ . V druhom integráli aplikujeme metódu per partes, kde

$$u = \frac{1}{x} \quad v' = \sin x$$

$$u' = -\frac{1}{x^2} \quad v = -\cos x.$$

$$\text{Teda } \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \left[ -\frac{1}{x} \cos x \right]_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} - \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\cos x}{x^2} dx = 0 - \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\cos x}{x^2} dx,$$

pretože  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\cos x}{x} = 0$ . Integrál  $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\cos x}{x^2} dx$  konverguje, lebo  $|\cos x| \leq 1$ ,

$$\text{preto } \frac{\cos x}{x^2} \leq \frac{1}{x^2}.$$

Našli sme majorantnú funkciu, ktorej integrál konverguje

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{1}{x^2} dx = \left[ -\frac{1}{x} \right]_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} = \frac{2}{\pi}.$$

Z toho vyplýva, že aj  $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$  konverguje, teda  $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$  konverguje.

Teraz ukážeme, že integrál  $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{|\sin x|}{x} dx$  diverguje. Použijeme porovnávacie kritérium, nájdeme minorantnú funkciu, ktorej integrál diverguje.

Platí  $\frac{|\sin x|}{x} \geq \frac{\sin^2 x}{x}$ .

Z goniometrie vieme, že  $\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2}$ , čiže  $\frac{\sin^2 x}{x} = \frac{1 - \cos 2x}{2x}$ .

Integrál  $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{1 - \cos 2x}{2x} dx = \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{dx}{2x} - \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\cos 2x}{2x} dx = \frac{1}{2} [\ln |x|]_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} - \int_{\frac{\pi}{2}}^{\infty} \frac{\cos 2x}{2x} dx$ .

Pretože  $\lim_{x \rightarrow \infty} \ln x = \infty$ , celý integrál diverguje, druhý integrál konverguje (per partes).

Tým sme ukázali, že Dirichletov integrál konverguje, ale relatívne. Teraz vypočítame jeho číselnú hodnotu. Uvažujme integrál  $\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} e^{-ax} \sin x dx da$ , kde  $a$  je parameter. Jeho číselnú hodnotu vypočítame v danom a opačnom poradí diferenciálov.

$$\int_0^{\infty} \left( \int_0^{\infty} e^{-ax} \sin x dx \right) da = \int_0^{\infty} \left[ \frac{e^{-ax}}{a^2+1} (-a \sin x - \cos x) \right]_0^{\infty} da = \int_0^{\infty} \frac{da}{a^2+1} = [\arctg a]_0^{\infty} = \frac{\pi}{2}.$$

Pri obrátenom poradí integrovania výpočet vyzerá takto:

$$\int_0^{\infty} \left( \int_0^{\infty} e^{-ax} \sin x da \right) dx = \int_0^{\infty} \left[ -\frac{e^{-ax} \sin x}{x} \right]_0^{\infty} dx = \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx.$$

Porovnávajúc obe pravé strany uvažovaného integrálu dostávame

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2}.$$

Poznamenajme, že pri výpočte prvého integrálu sme použili integračný vzorec  $\int e^{ax} \sin bx dx = \frac{e^{ax}}{a^2+b^2} (a \sin bx - b \cos bx)$ , ktorý odporúčame aj odvodiť dvojnásobným použitím metódy per partes.

V ďalšom prezentujeme šesť úloh, ktoré vedú k Dirichletovmu integrálu.

Úloha 7. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin 2x}{x} dx.$$

Riešenie. Použitím substitúcie

$$2x = t \Rightarrow x = \frac{t}{2}$$

$$dx = \frac{dt}{2},$$

dostávame integrál s nezmenenými integračnými hranicami, t. j.

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin 2x}{x} dx = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin t}{\frac{t}{2}} dt = \int_0^{\infty} \frac{\sin t}{t} dt = \frac{\pi}{2}.$$

Vidíme, že výsledok integrovania nezávisí od periódy funkcie sínus.

Úloha 8. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin ax}{x} dx.$$

Riešenie. Prevedieme úvahu:

$$a > 0, a = 0, a < 0.$$

$a > 0$ :  $\int_0^{\infty} \frac{\sin ax}{x} dx = \frac{\pi}{2}$  ako v predchádzajúcej úlohe.

$a = 0$ :  $\sin 0 = 0$ ,  $\int_0^{\infty} 0 dx = 0$ .

$a < 0$ : Zrejme  $-a > 0$ , integrál  $\int_0^{\infty} \frac{\sin(-ax)}{x} dx = \frac{\pi}{2}$  bol odvodený pre  $a > 0$ .

Stačí vynásobiť obidve strany rovnosti číslom  $-1$  a dostaneme

$$-\int_0^{\infty} \frac{\sin(-ax)}{x} dx = -\frac{\pi}{2}.$$

Z vlastnosti nepárnosti funkcie  $y = \sin x$  vyplýva, že  $\sin x = -\sin(-x)$  alebo  $\sin(-x) = -\sin x$ .

U nás  $\int_0^{\infty} \frac{\sin ax}{x} dx = -\frac{\pi}{2}$ , ak  $a < 0$ .

Úloha 9. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin ax \cos bx}{x} dx, a > 0, b > 0.$$

Riešenie. Užitočné je odvodenie goniometrického vzorca

$$\sin mx \cos nx = \frac{1}{2} [\sin(m+n)x + \sin(m-n)x].$$

Tento vzorec aplikujeme na výpočet nášho integrálu. Teda

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin ax \cos bx}{x} dx = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin(a+b)x + \sin(a-b)x}{x} dx.$$

Výpočet integrálu sa redukuje na tri prípady:

1.  $a > b \Rightarrow \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin kx + \sin Kx}{x} dx$ , kde  $k > 0, K > 0$ . Z úlohy 8 vyplýva výsledok  $\int_0^{\infty} \frac{\sin ax \cos bx}{x} dx = \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \right) = \frac{\pi}{2}$ .
2.  $a = b \Rightarrow \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin 2bx}{x} dx = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{4}$ .
3.  $a < b \Rightarrow \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \left( \frac{\sin px}{x} + \frac{\sin Px}{x} \right) dx$ ,  $p > 0, P < 0$ . Z úlohy 8 čerpáme opäť výsledok, teda  $\int_0^{\infty} \frac{\sin ax \cos bx}{x} dx = \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} \right) = 0$ .

Úloha 10. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin^2 x}{x^2} dx.$$

Riešenie. Aplikáciou metódy per partes dostaneme

$$\begin{aligned} u &= \sin^2 x & v' &= \frac{1}{x^2} \\ u' &= \sin 2x & v &= -\frac{1}{x}. \end{aligned}$$

Náš integrál  $\int_0^{\infty} \frac{\sin^2 x}{x^2} dx = \left[ -\frac{\sin^2 x}{x} \right]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} \frac{\sin 2x}{x} dx = \frac{\pi}{2}$ , lebo  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin^2 x}{x} = 0$ ,  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} \cdot \sin x = 1 \cdot 0 = 0$  a posledný integrál bol vypočítaný v úlohe 7.

Úloha 11. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x}{x} dx.$$

Riešenie. Využijeme goniometrický vzorec  $\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2}$  pri úprave čitateľa v integráli, t. j.  $\sin^3 x = \sin x \cdot \sin^2 x = \sin x \cdot \frac{1 - \cos 2x}{2} = \frac{\sin x}{2} - \frac{\sin x \cos 2x}{2}$ .

Dosadiac do nášho integrálu máme

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x}{x} dx = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx - \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin x \cos 2x}{x} dx = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \cdot 0 = \frac{\pi}{4},$$

lebo prvý integrál je Dirichletov a druhý je z úlohy 9 tretí prípad.

Úloha 12. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin^4 x}{x^2} dx.$$

Riešenie. Na výpočet integrálu použijeme metódy z predchádzajúcich dvoch úloh. Najprv aplikujeme metódu per partes

$$u = \sin^4 x \qquad v' = \frac{1}{x^2}$$

$$u' = 4 \sin^3 x \cos x \qquad v = -\frac{1}{x}.$$

$$\text{Čiže } \int_0^{\infty} \frac{\sin^4 x}{x^2} dx = \underbrace{\left[ -\frac{\sin^4 x}{x} \right]_0^{\infty}}_0 + 4 \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x \cos x}{x} dx = 4 \int_0^{\infty} \frac{\sin^2 x \sin x \cos x}{x} dx.$$

V tomto integráli opäť aplikujeme goniometrický vzorec z úlohy 11.

$$4 \int_0^{\infty} \frac{\sin 2x (1 - \cos 2x)}{4x} dx = \int_0^{\infty} \left( \frac{\sin 2x}{x} - \frac{\sin 2x \cos 2x}{x} \right) dx = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4},$$

lebo prvý integrál bol riešený v úlohe 7 a druhý v úlohe 9 (druhý prípad).

Slávneho ruského matematika 19. storočia N. I. Lobačevského (1793 – 1856) zaujal integrál  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos x \, dx$ , resp.  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx$ . Oba integrály nesú svoje pomenovanie po ňom. Ukážeme, že integrál  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx$  konverguje. Použijeme metódu per partes, t. j.

$$\begin{aligned} u &= \ln \sin x & v' &= 1 \\ u' &= \frac{\cos x}{\sin x} & v &= x. \end{aligned}$$

$$\text{Lobačevského integrál } \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx = [x \ln \sin x]_0^{\frac{\pi}{2}} - \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cotg x \, dx.$$

Vypočítame limitu aplikáciou L'Hospitalovho pravidla

$$\lim_{x \rightarrow 0} x \ln \sin x = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \sin x}{\frac{1}{x}} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cotg x}{-\frac{1}{x^2}} = -\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{\tg x} = 0.$$

$$\text{Integrál } \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cotg x \, dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{x}{\tg x} dx \text{ je vlastný, lebo } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\tg x} = 1,$$

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{x}{\tg x} = 0.$$

Tým sme ukázali, že  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx$  konverguje.

V integráli  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos x \, dx$  stačí zaviesť substitúciu  $x = \frac{\pi}{2} - t$ ,  $dx = -dt$ , s novými hranicami  $\frac{\pi}{2}$ ,  $0$ . Tým dostaneme

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos x \, dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos\left(\frac{\pi}{2} - t\right) dt = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin t \, dt.$$

Z uvedeného plynie konvergencia aj pre  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos x \, dx$ , ale aj rovnosť teda  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos x \, dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx$ .

Teraz vypočítame číselnú hodnotu Lobačevského integrálu  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx$ .

Riešenie je neštandardné. Použijeme substitúciu  $x = 2t$ ,  $dx = 2dt$ , nové integračné hranice sú  $0, \frac{\pi}{4}$ . Teda

$$\begin{aligned} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx &= 2 \int_0^{\frac{\pi}{4}} \ln \sin 2t \, dt = 2 \int_0^{\frac{\pi}{4}} \ln(2 \sin t \cos t) \, dt = \\ &= 2 \int_0^{\frac{\pi}{4}} (\ln 2 + \ln \sin t + \ln \cos t) \, dt = \frac{\pi}{2} \ln 2 \\ &+ 2 \left( \int_0^{\frac{\pi}{4}} \ln \sin t \, dt + \int_0^{\frac{\pi}{4}} \ln \cos t \, dt \right) = \end{aligned}$$

V druhom integráli stačí použiť substitúciu  $t = \frac{\pi}{2} - z$ ,  $dt = -dz$ , nové integračné hranice sú  $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{4}$ .

$$= \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \left( \int_0^{\frac{\pi}{4}} \ln \sin t \, dt + \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin z \, dz \right) = \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx.$$

Na pravej strane sa objavil počítaný integrál pravdaže s inou konštantou. Pre-nesieme ho na ľavú stranu rovnosti a máme výsledok.

$$-\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx = \frac{\pi}{2} \ln 2, \quad \text{teda číselná hodnota nášho integrálu je}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx = -\frac{\pi}{2} \ln 2 \triangleq -1,089.$$

Poznamenajme, že uvedený integrál môžeme vypočítať aj aplikáciou gonio-metrického vzorca  $\sin x = 2 \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2}$ .

Uvedieme niekoľko úloh vedúcich k aplikácii Lobačevského integrálu.

Úloha 13. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cotg x \, dx.$$

Riešenie. Použijeme metódu per partes, kde

$$\begin{aligned} u &= x & v' &= \cotg x \\ u' &= 1 & v &= \ln \sin x, \end{aligned}$$

čím dostaneme

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cotg x \, dx = [x \ln \sin x]_0^{\frac{\pi}{2}} - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin x \, dx = \frac{\pi}{2} \ln 2,$$

pretože  $\lim_{x \rightarrow 0} x \ln \sin x = 0$  (aplikujeme L'Hospitalovo pravidlo).

Úloha 14. Vypočítajte integrál

$$\int_0^1 \frac{\arcsin x}{x} dx.$$

Riešenie. Stačí použiť substitúciu  $\arcsin x = t, x = \sin t, dx = \cos t \, dt$ , nové integračné hranice budú  $0, \frac{\pi}{2}$ . Náš integrál

$$\int_0^1 \frac{\arcsin x}{x} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} t \cotg t \, dt = \frac{\pi}{2} \ln 2.$$

Úloha 15. Vypočítajte integrál

$$\int_0^1 \frac{\ln x}{\sqrt{1-x^2}} dx.$$



Riešenie. Aplikáciou vhodnej substitúcie dostaneme Lobačevského integrál.  
Substitúcia

$$x = \sin t$$

$$dx = \cos t \, dt,$$

s novými integračnými hranicami  $0, \frac{\pi}{2}$ . Daný integrál

$$\int_0^1 \frac{\ln x}{\sqrt{1-x^2}} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos t \ln \sin t \, dt}{\sqrt{1-\sin^2 t}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin t \, dt = -\frac{\pi}{2} \ln 2.$$

Úloha 16. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\pi} x \ln \sin x \, dx.$$

Riešenie. Po niekoľkých pokusoch zisťujeme, že integrál sa nedá riešiť tradične. Siahneme teda na „šikovné“ postupy vedúce k cieľu. Najprv integrál rozdelíme na dva integrály, t. j.

$$\int_0^{\pi} x \ln \sin x \, dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \ln \sin x \, dx + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} x \ln \sin x \, dx.$$

V druhom integráli použijeme substitúciu

$$x = \pi - t$$

$$dx = -dt,$$

pričom nové hranice integrovania budú  $\frac{\pi}{2}, 0$ .

Náš integrál

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi} x \ln \sin x \, dx &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \ln \sin x \, dx + \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\pi - t) \ln \sin t \, dt = \\ &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \ln \sin x \, dx + \pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin t \, dt - \int_0^{\frac{\pi}{2}} t \ln \sin t \, dt = \\ &= \pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \sin t \, dt = -\frac{\pi^2}{2} \ln 2. \end{aligned}$$

Vidíme, že prvý a tretí integrál sa vzájomne rušia, teda anulujú.

Úloha 17. Vypočítajte integrál

$$\int_0^1 \frac{\ln(1-x) + \ln(1+x)}{\sqrt{1-x^2}} dx.$$

Riešenie. Využijúc vlastnosti logaritmov máme

$$\int_0^1 \frac{\ln(1-x^2)}{\sqrt{1-x^2}} dx.$$

Teraz stačí aplikovať substitúciu  $x = \sin t$ ,  $dx = \cos t dt$ , čím dostávame

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos^2 t dt = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos t dt = -\pi \ln 2.$$

Úloha 18. Vypočítajte integrál

$$\int_0^{\infty} \frac{\ln(1+x^2)}{1+x^2} dx.$$

Riešenie. Efektívne je použitie substitúcie

$$x = \operatorname{tg} t$$

$$dx = \frac{1}{\cos^2 t} dt,$$

pričom nové hranice integrovania sú  $0, \frac{\pi}{2}$ . Teda

$$\int_0^{\infty} \frac{\ln(1+x^2)}{1+x^2} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\ln(1+\operatorname{tg}^2 t)}{1+\operatorname{tg}^2 t} \frac{dt}{\cos^2 t}.$$

Po úprave integrandu dostaneme

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \frac{1}{\cos^2 t} dt = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\ln 1 - \ln \cos^2 t) dt = - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln \cos^2 t dt = \pi \ln 2.$$

Ako vidíme, aj tu sme využili riešenie predchádzajúcej úlohy.

### 3 Záver

V príspevku sme akcentovali dva aspekty:

1. kontinuitu pri riešení matematických úloh,
2. kreativitu a invenciu v prístupe k riešeniu matematických úloh.

Veríme, že nastolená problematika zaujala čitateľa Zborníka a riešenia úloh budú cennou pomocou pri analogických výpočtoch.

### References

1. BERMAN, G. N.: *Sbornik zadač po kursu matematičeskogo analiza*, Moskva : Nauka, 1985.
2. IVAN, J.: *Matematika 1, 2*. Bratislava : Alfa, 1989.
3. MARON, I. A.: *Diferencial'noje i integral'noje isčislenije v primerach I zadačach*. Moskva : Nauka, 1970.
4. STREČKO, V.: *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania na cvičeniach z matematiky*. Kandidátska dizertácia. Bratislava : MFF UK, 1994.
5. STREČKO, V.: *Problematika vyučovania matematiky v inžinierskom vzdelávaní*. Habilitačná práca. Nitra : FPV, UKF, 2000.

**Reviewed by:** doc. PaedDr. Lilla Koreňová, PhD.

### Contact address

doc. PaedDr. Vladimír Strečko, PhD.

Katedra fyziky, matematiky a techniky FHPV, Prešovská univerzita v Prešove  
Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovensko

E-mail: vstrecko@fhpv.unipo.sk

# REVOLÚCIA V MATEMATIKE 17. STOROČIA

Vladimír STREČKO, SK

**Abstrakt:** Článok je tvorený dvomi časťami. Na úvod je zdôraznená úloha motivácie v matematickej činnosti žiakov. Z teoretických prameňov sú uvedené formy motivácie matematickej činnosti. Pozornosť sa venuje tretej forme motivácie, t. j. motivácii historickými poznámkami v technológii matematickej edukácie. Prvá časť príspevku prináša prehľad faktov, ktoré vyústili v 17. storočí do vzniku kvalitatívne novej etapy vývoja matematiky. V spomínanom storočí vzniká tzv. vyššia matematika. Vstupuje do nej pohyb a matematika prestáva byť vedou len o stálych veličinách. Druhá časť príspevku je nosnou, lebo analyzuje stručne vznik a vývoj infinitezimálneho počtu. Spomína mená a prínos význačných matematikov tej doby. Ich dielo žije aj v súčasnosti. Myšlienky spomenutých vedcov a ich nasledovníkov sú súčasťou nielen učiva matematiky vo vyšších ročníkoch SŠ, ale predovšetkým tvoria podstatnú časť matematického učiva na technických, ekonomických a poľnohospodárskych fakultách na celom svete. Svetový pokrok bez aplikácie týchto ideí by bol nemysliteľný.

**Kľúčové slová:** motivácia, matematicko-pedagogický proces, kvadrátúra paraboly, diferenciálny počet, integrálny počet.

## THE REVOLUTION IN MATHEMATICS OF THE 17. CENTURY

**Abstract:** This article consists of two parts. The first one deals with the role of motivation in the mathematical activities of a student. Theoretically speaking, we have included the forms of motivation in mathematical activities. We have concentrated on the third form of motivation, i.e. motivation through historical notes in the technique of mathematical education. The first part of this article introduces facts, which resulted in a qualitatively new stage in the development of mathematics in the 17th century. It was in the said century that the so called "high mathematics" comes into being, mathematics is set in momentum and it ceases to be a science based on stable quantities. The second part of this article is the central one, for it analyses in brief the origin and development of infinitesimal calculus. It mentions famous mathematicians and their mathematical contributions in the given period, for their work has never ceased to exist. Their ideas are not only the core of the mathematical curriculum in primary schools, but also in secondary schools and various universities all over the world. We cannot think of a global progress without the inclusion of these ideas.

**Keywords:** motivation, mathematical-educational process, differential calculus, integral calculus, parabola quadrature.

## 1 Úvod

Dôležitou fázou matematicko-pedagogického procesu je popri expozícii, fixácii, aplikácii a klasifikácii aj motivácia matematickej činnosti. Bez nej by vyučovanie matematiky bolo preteoretizované, formálne a nudné. Vyučovanie práve tohto vyučovacieho predmetu vyžaduje vysokú úroveň výkonov a ich postupné skvalitňovanie. Výkony žiakov závisia okrem ich schopností aj od vhodnej motivácie učiva. Z výskumov vyučovacieho procesu vyplýva, že nulový výkon môže nastať pri nulovej motivácii.

Vo vyučovaní matematiky vyčleňujeme päť foriem motivácie:

1. motivácia matematickými úlohami,
2. motivácia rozhovorom,
3. motivácia historickými poznámkami,
4. motivácia exkurziou,
5. motivácia s akcentom na medzipredmetové vzťahy.

História vždy priťahovala mladých ľudí, ktorí radi počúvajú o velikánoch vedy. Podiel historických faktov z motivačného hľadiska nemožno zanedbať. Historické poznámky majú byť krátke, ale pútavé obsahom a formou, prihliadajúce na psychické osobitosti žiakov. Žiak si skôr a pevnejšie osvojí učivo, ak pozná okolnosti vzniku pojmov, ktoré sa v učive sprístupňujú. Našou snahou je prezentovať najmä fakty zaujímavé z etapy vyššej matematiky. Veríme, že v článku nájdú učitelia matematiky bez rozdielu typu a stupňa školy, kde pôsobia, dostatok systematicky usporiadaného materiálu aplikovateľného v matematickej edukácii.

V tomto roku si matematický svet pripomenie 352. výročie vzniku tzv. vyššej matematiky. V tejto súvislosti prináša príspevok skutočnosti súvisiace so vznikom a vývojom uvedenej etapy dejín matematiky.

## 2 Niekoľko informácií k problematike

Temno stredoveku vystriedala renesancia; návrat k antike, dochádza k zlomeniu duchovnej diktatúry cirkvi. Vzniká nová trieda – buržoázia. Dochádza k rozvoju obchodu, plavby na mori a z toho vyplýva rozvoj astronómie, čo súvisí s rozvojom matematiky. Ide o matematiku 16. storočia, ktorá zrekonštruovala všetky poznatky antiky, Indie, Číny, Arabov a netriviálne prispela k týmto poznatkom. V umení, najmä výtvarnom, išlo o umiestnenie postáv

plasticky, aby vznikol dojem hmotnej skutočnosti. Leonardo da Vinci (1452 – 1519) píše „Traktát o maliarstve“, v ktorom pojednáva o využití geometrických metód v umení. Albrecht Dürer (1471 – 1528) je najlepší matematik z umelcov tej doby a jeho myšlienky sa stali základom deskriptívnej geometrie 18. storočia. (používa zobrazenie častí ľudského tela na dve alebo tri navzájom kolmé roviny) Prvú encyklopédiu matematiky píše Luc Pacioli. Význam umelcov tkvie v tom, že sprístupnili geometrické poznatky iným umelcom, ktorí ich vo svojej práci potrebovali. Predložili geometrom problémy, ktoré stimulovali rozvoj geometrie o 200 rokov neskôr.

Na Oresmove úvahy nadväzuje Nicolas Chuquet (1445 – 1500), ktorý skúma mocniny a porovnáva aritmetickú a geometrickú postupnosť. Poznomenáva, že súčin členov geometrickej postupnosti odpovedá súčet členov aritmetickej postupnosti. Michael Stifel (1486 – 1567) rozšíril tento poznatok aj na záporné a racionálne exponenty, no nenapadlo ho využiť tento poznatok na počítanie. To urobil až matematik škótskeho pôvodu John Napier (1550 – 1617), ktorý sa zaujímal o zjednodušenie výpočtov v sférickej trigonometrii. Prišiel na myšlienku zostrojenia logaritmických tabuliek a roku 1594 tieto boli na svete. Tabuľky poslal Napier astronómovi Tychovi de Brahe do Prahy na vyskúšanie. Základom logaritmov bolo číslo  $e \doteq 2,71828\dots$

Henry Briggs (1561 – 1631) zjednodušil Napierovu myšlienku a zostrojil sedemmiestne tabuľky dekadických logaritmov, ktoré sa používajú dodnes. Matematika sa teda vyvíjala spolu s astronómiou a fyzikou. K vzniku logaritmov viedla teda potreba zjednodušiť výpočty z astronomických pozorovaní, ktoré desiatky rokov robili najmä Tycho de Brahe a Johann Kepler (1571 – 1630). Nezávisle od Napiera objavil logaritmy v Prahe aj Joost Bürgi (1552 – 1632), asistent Keplera na dvore panovníka Rudolfa (1600). Ide o krásny príklad užitočnosti predstihu teoretického výskumu pred potrebami praxe. Výsledky Chuqueta a Stifela patria do výskumu teoretického a ich autori nemali predstavu o možnosti ich využitia. Napier a Bürgi tieto teoretické poznatky poznali, boli inšpirovaní praktickou potrebou zjednodušenia výpočtov a dobre využili predstih teoretického výskumu.

Vo všetkých algebraických rozpravách stredoveku sa autori zaoberali riešením kvadratických rovníc a výnimočne študovali špeciálne typy rovníc 3. alebo 4. stupňa. Až v 16. storočí sa v tomto smere dosiahol úspech. Taliansky matematik Geronimo Cardano (1501 – 1576) v roku 1545 píše dielo „Ars magna“, v ktorom vykladá metódu riešenia rovníc 3. a 4. stupňa. Ukázal ako vo všeobecnej kubickej rovnici možno vhodnou substitúciou eliminovať kvadratický člen. V nudných geometrických úvahách dokazuje, že zostrojené číslo je koreňom rovnice. Na ilustráciu uveďme ako Cardano riešil rovnicu

typu  $x^3 + ax = b$  [Kocka plus  $a$ -krát strana dáva  $b$ ]. Zavádza substitúciu  $t^3 - s^3 = b$ ,  $t.s = \frac{a}{3}$ . Potom riešením rovnice je  $x = t - s$ . Zo substitúcie dostávame slávny Cardanov vzorec:

$$x = \sqrt[3]{\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3} + \frac{b}{2}} - \sqrt[3]{\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3} - \frac{b}{2}}$$

V prípade riešenia rovnice typu  $x^3 + b = ax$ , ktorá má tri rôzne reálne korene uvedená metóda Cardanovi zlyhala na tom, že potrebuje počítat

$\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - \left(\frac{a}{3}\right)^3}$ , ale výraz pod druhou odmocninou je záporný. Cardano zo-

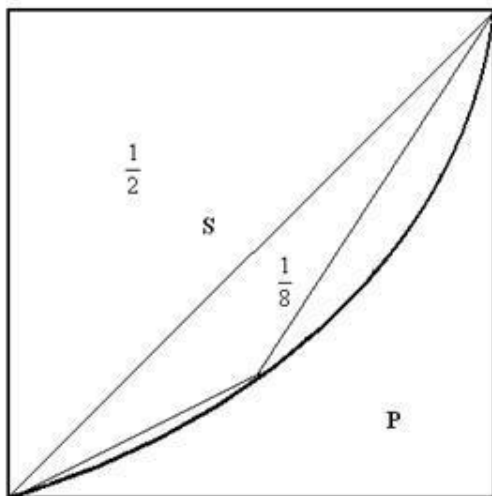
stal bezradný a vznikol tak slávny casus irreducibilis. [Pr.  $x^3 + 4 = 5x$  alebo  $x^3 + 1 = 3x$  resp.  $x^3 + 4 = 6x$ ] Francois Viète (1540 – 1603) – právnik a významný francúzsky matematik sa intenzívne zaoberal matematikou, napísal viac pojednaní o trigonometrii, v ktorých zosystematizoval a doplnil poznatky trigonometrie. Vpisovaním štvor-, osem-, šesťnásť- ...  $2^n$ -uholníkov do kružnice vypočítal, že  $\frac{2}{\pi} = \cos \frac{90^\circ}{2} \cos \frac{90^\circ}{4} \cos \frac{90^\circ}{8} \dots$

Svoje vedomosti z trigonometrie využil v algebre a pomocou funkcií sínus a kosínus spomenutý casus irreducibilis kubickej rovnice vyriešil. Väčšina textov čínskej, indickej, arabskej a európskej matematiky do 16. storočia pracovala s konkrétnymi číslami a používané symboly boli skratkou slov. Symbol  $\sqrt{\quad}$  pochádza z písmena  $r$  (radix – koreň). F. Viète urobil revolučnú zmenu tým, že ako prvý začal používať písmená na označenie čísel, samohlásky na označenie neznámych čísel, spoluhlásky na označenie čísel známych. Rozoznával len dve matematické disciplíny: algebru a aritmetiku. A práve F. Viète je zakladateľom algebr. [1]

### 3 Vznik a vývoj vyššej matematiky

V staroveku existovali mapy, na ktorých boli presne zakreslené pohoria Antarktídy objavené až v 20. storočí. Už v starovekom Egypte mali šošovky takej kvality, aké sme schopní dnes vyrobiť len pomocou elektrochemických reakcií. Už v staroveku robili matematici kvadratury kriviek a plôch aj napriek tomu, že integrálny počet bol objavený až v 17. storočí.

Roku 212 pred n. l. sa mocný Rím stal pánom sveta. Rímske légie porážali všetkých nepriateľov a vtrhli aj na Sicíliu, do mesta Syrakúzy. Tu žil Archimedes (287 – 212 pred n. l.). Maličké Syrakúzy v nerovnom boji zvíťazili, lebo Archimedove dômyselné stroje rozdrvili vojakov. Použité boli aj parabolické zrkadlá, do ohniska ktorých keď sa dostala loď, vzbĺkla ako slamka. Parabola patrila medzi obľúbené Archimedove krivky. On prvý uskutočnil kvadratúru paraboly. V 3. a 2. storočí pred n. l. v Grécku boli „v móde“ pojednania „O zápalných zrkadlách“, vynálezcom ktorých bol okrem Archimeda aj Diokles – objaviteľ kisoidy. Archimedes robil kvadratúru paraboly  $y = x^2$  v intervale  $(0, 1)$  tak, že ju nakreslil do štvorca so stranou 1 (obrázok 1).



**Obrázok 1:** Kvadratúra paraboly podľa Archimeda.

Vznikli dva krivočiare trojuholníky, do horného vpisoval vždy menšie a menšie trojuholníky a vypočítal obsah tohto trojuholníka:

$$S = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^5} + \frac{1}{2^7} + \dots = \frac{2}{3}. \quad \text{Teda žiadaný trojuholník má obsah}$$

$$P = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}. \quad \text{Metóda, ktorú Archimedes použil sa nazýva exhaustačná}$$

a pochádza od Eudoxa z Knidu (408 – 355 pred n. l.), ktorý aproximoval kruh polygónmi (mnohouholníkmi). Išlo o štvorce, pravidelný osemuholník, atď.



Pomocou svojej metódy prvý dokázal vzorec pre výpočet objemu štvorstena a kužeľa:  $V = \frac{1}{3} m(C)v$ . Dokázal, že objem gule je úmerný tretej mocniny jej polomeru. Eudox vedel, že obsah kruhu je úmerný štvorcu dĺžky jeho polomeru a obvod kruhu je úmerný polomeru  $r$ , ale až Archimedes dokázal, že v oboch prípadoch ide o tú istú konštantu, teda:  $2m(C) = r \cdot S(C)$ ,  $m(C)$  – obsah kruhu,  $S(C)$  – obvod kruhu.

Archimedes porovnaním obvodu kružnice s jej priemerom získal odhad pre  $\pi \in \left(3 \frac{10}{71}, 3 \frac{1}{7}\right)$ . Exhaustačnou metódou odvodil Archimedes vzorec na výpočet obsahu elipsy  $P = \pi ab$ , povrchu a objemu valca a gule. Ak k danej guli s polomerom  $r$  opíšeme valec s polomerom základne  $r$  a výškou  $2r$ , potom práve tak objem ako aj povrch danej gule sa rovnajú  $\frac{2}{3}$  objemu, resp. povrchu opísaného valca. Tento svoj výsledok si Archimedes tak cenil, že guľu s opísaným valcom si dal vytesať na svoj hrob. Významnou kvadrátúrou Archimeda bola kvadrátúra špirály  $\rho = a\varphi$  (Archimedova špirála). Rimania nakoniec Syrakúzy dobyli a Archimeda zabil neznámy vojak. [2]



**Obrázok 2:** Replika Galileiho ďalekohľadu z roku 1610.

Knižnica v Alexandrii bola zničená dvojnásobne. Prvý raz ju zničili v 8. storočí Arabi, no časť z nej preniesli do Cordóby a prekladali do arabčiny. Tunajšia

knížnica mala v 10. storočí 280 000 zväzkov a práve sem sa chodila vzdelávať celá Európa. Druhý raz bola knižnica vypálená roku 1236 pri križiackej výprave. Zvyšky kníh sa prekladali do latinčiny. Galileiho najlepši žiak Bonaventura Cavalieri (1598 – 1647) sa tiež zaoberal kvadratúrami a tiež vypočítal kvadratúru paraboly pomocou nekonečne malých veličín. Vypočítal objem gule veľmi jednoduchým spôsobom využitím ním formulovaného princípu. Prvý, kto do matematiky zaviedol nekonečne malé veličiny bol Galileo Galilei (1564 – 1642) pri vyriešení slávneho problému voľného pádu. Týmto objavom vyvrcholil celý rad Galileiho praktických objavov. Galilei zostrojil kružidlo, pomocou ktorého sa dala merať hmotnosť delových gúl, zostrojil teleskop (obrázok 2) a nové hviezdne mapy pre moreplavbu.

V roku 1520 formuloval M. Kopernik (1473 – 1543) heliocentrický systém v knihe „O pohybe nebeských sfér“, ktorá bola od roku 1616 na indexe. Na ňu nadviazal Galilei a napísal knihu „Dialóg o dvoch hlavných systémoch sveta“ (1632, Florencia). Galilei stál pri zrode pravdepodobnosti. Otázka bola položená: „Čo je pravdepodobnejšie?“ (nie, aká je pravdepodobnosť, že nastane to, či ono) Na Galileiho sa obrátil istý hazardný hráč s úlohou: „Ako to, že pri hádzaní tromi kockami padá súčet 10 častejšie ako 9? Veď všetkých rozkladov 9 a 10 na súčet prirodzených čísel je rovnaký.“ (šesť rozkladov) Galilei jednotlivé kocky očísloval a pri očíslovaní nie je jedno, či na prvej kocke padne číslo 6, na druhej 2 a na tretej 1. alebo na prvej 1, na druhej 6 a na tretej 2. Teda súčet 9 možno dostať pri hádzaní tromi kockami 25 spôsobmi, podobný rozklad v prípade 10 vedie k 27 spôsobom. Preto pri dlhotrvajúcej hre desiatka padá častejšie ako deviatka. Spis, v ktorom sa Galilei zaoberá touto problematikou vyšiel až r. 1715.

Predchodcovia Galileiho v pravdepodobnostnej predhistórii sa snažili vyriešiť tzv. úlohu rytiera de Mére: „Hrajú dvaja rovnako dobrí hráči, pričom každá hra sa končí víťazstvom jedného z nich. Zápas musia ukončiť vo chvíli, keď prvému chýbajú k celkovému víťazstvu dve víťazné partie, druhému tri. V akom pomere si majú rozdeliť stávkú?“ Správny pomer je 11 : 5 v prospech lepšieho. (L. Pacioli navrhol 2 : 1; G. Cardano tiež 2 : 1; iné návrhy 7 : 3.) V roku 1526 napísal G. Cardano knihu „O hre s kockou.“ Na Cardana úspešne nadviazal G. Galilei, aj keď uvedený problém vyriešili správne až B. Pascal a P. Fermat v roku 1654. Fundamentálnu úlohu v používaní nekonečne malých a nekonečne veľkých veličín zohral Galilei a Kepler ďalej rozvinul jeho úvahy. Ťažisko novej disciplíny sa presúva z Talianska do Francúzska, kde pôsobia René Descartes (1596 – 1654), Pierre de Fermat (1601 – 1665) a Blaise Pascal (1623 – 1662).

Kľúčom k rozvoju infinitezimálneho počtu bol objav analytickej geometrie Descartom, ktorý ho pod názvom „Geometria“ uverejnil ako dodatok

k svojmu filozofickému dielu „Rozprava o metode...“ Bol významný racionalistický filozof. Do histórie matematiky vstúpil z dvoch príčin:

1. možnosť algebraizácie geometrie,
2. možnosť zachytenia pohybu.

Kartézská súradnicová sústava bola pomenovaná podľa Descartovho latinského mena Cartesius. Mala by sa volať podľa Fermata – toulouského súdneho radcu. V roku 1629 napísal prácu „Úvod do štúdia rovinných a priestorových kriviek“, v ktorej skôr ako Descartes vybudoval analytickú geometriu v rovine. To, že „Geometria“ Descarta zatienila Fermatovo dielo bolo zapríčinené tým, že Fermat nepublikoval vôbec svoje výsledky. Oznamoval ich len v listoch svojim známym. Druhou príčinou bola vhodná symbolika zavedená Descartom, ktorá sa používa dodnes. K popularite Descartovej „Geometrie“ prispelo aj jej začlenenie do „Rozpravy o metode...“, kde svoju metódu prezentoval ako všeobecnú metódu na riešenie všetkých matematických úloh.

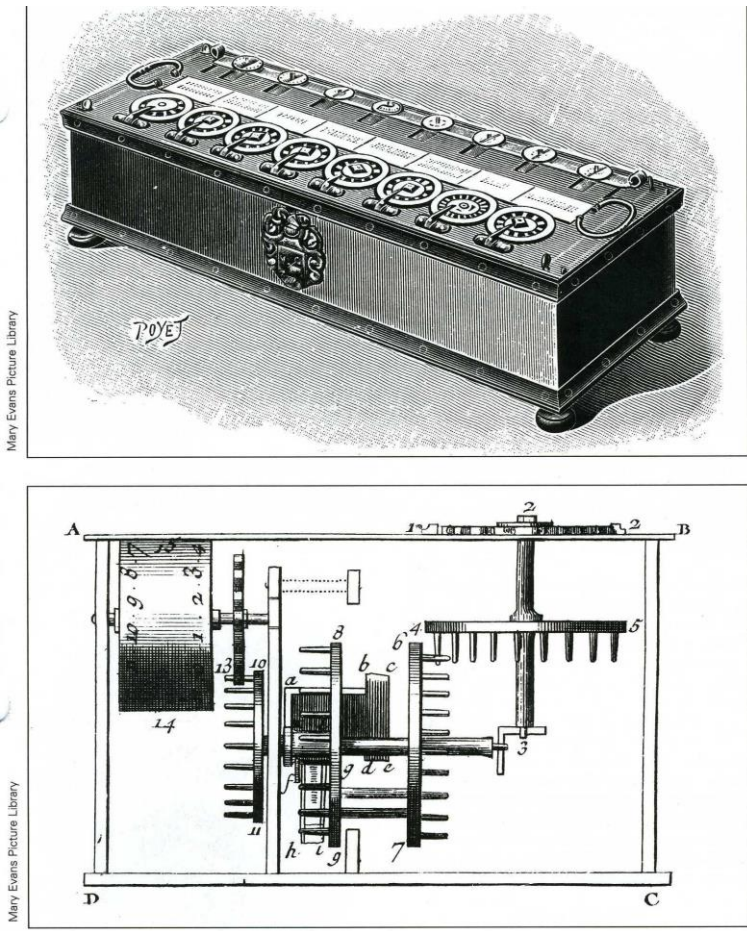
V roku 1993 sa podarilo dokázať tzv. Veľkú Fermatovu vetu: „Rovnica  $x^n + y^n = z^n$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,

pre  $n \geq 3$  nemá nenulové kladné celočíselné riešenie.“ Sú známe polemiky medzi Fermatom a Descartom ako prvé matematické polemiky. Diferenciálny počet sa vyvíjal nezávisle od integrálneho počtu a obmedzoval sa len na hľadanie dotyčníc, maxím a miním. Fermat pestoval obe disciplíny, preto u neho predpokladáme znalosť súvisu diferenciálneho a integrálneho počtu. Ako Fermat vykonal kvadratúru paraboly? Zobral ľubovoľné číslo  $q \in (0,1)$  a zostrojil postupnosť  $1, q, q^2, q^3, q^4, \dots$  Okolo krivky  $y = x^2, x \in \langle 0,1 \rangle$  opísal nekonečne veľa obdĺžnikov s výškami rovnými funkčným hodnotám funkcie  $y = x^2$  teda  $1, q^2, q^4, q^6, q^8, \dots$  a so šírkami  $1 - q, q - q^2, q^2 - q^3, q^3 - q^4, \dots$  Súčet obsahov týchto obdĺžnikov je:

$$S = 1 \cdot (1 - q) + q^2(q - q^2) + q^4(q^2 - q^3) + q^6(q^3 - q^4) + \dots = (1 - q)(1 + q^3 + q^6 + q^9 + \dots) = \frac{1 - q}{1 - q^3} = \frac{1}{1 + q + q^2}.$$

Ak sa priblíži  $q$  k jednotke,  $S$  sa bude blížiť k  $\frac{1}{3}$  a tým bola kvadratúra paraboly vykonaná. Na uvedenej metóde Fermata je evidentný intuitívny pojem limity aplikovaný v kvadratúre.

Fermat si vymieňal korešpondenciu aj s významným matematikom a fyzikom Blaisom Pascalom. Je známe, že Fermat dokázal integrovať parabolu, hyperbolu a exponenciálnu funkciu. Pascal ako prvý integroval trigonometrické funkcie. Spolu s Fermatom vytvorili základy novej matematickej disciplíny – teórie pravdepodobnosti. Ako 31-ročný B. Pascal si len zázrakom zachránil život, keď splašené kone s kočom, kde sedel, prepadli cez most do rieky. Odšiel do kláštora a odklonil sa od vedy. Jeho otec bol sudca, zaoberal sa matematikou a od neho pochádza krivka kardioida.



Obrázok 3: Pascalov mechanický počítací stroj.

Otec chránil chatrné synovo zdravie pred matematikou, no 12-ročný Blaise si zostrojil základy euklidovskej geometrie so svojskou terminológiou (priamka – palica, kruh – koleso). Potom sa už otec postaral o najlepšie matematické vyškolenie syna. Popri kvadraturách sa Pascal venuje kombinatike a fyzike (Pascalov trojuholník). Ku koncu života vypočítal kvadraturu cykloidy a Pascalovej ulity (slimáka). Pascal bol veľkým humanistom a jeho matematická tvorba mala uľahčiť ľudskú námahu. Ako 18-ročný zostrojil počítač stroj na uľahčenie práce finančných úradníkov otca (obrázok 3). V jednej svojej učebnici píše: „Všetko treba dokázať, a pri dokazovaní nemožno používať nič okrem axióm a skôr dokázaných viet.“

V Prahe pôsobil J. Kepler, ktorý už roku 1619 zostrojil dva počítačie stroje, ktoré zhoreli v roku narodenia Pascala. Tiež sa zaoberal kvadraturami a vypočítal objemy vyše 90 rotačných telies a výsledky uverejnil v spise „Nová stereometria vínnych sudov.“ Odvodil vzorec pre výpočet objemu anuloidu použitím nekonečne malých veličín. Obohatil Kopernikovo dielo o svoje tri zákony, ktoré hovoria ako sa planéty pohybujú, nie prečo. To bola úloha ďalších storočí a prvý zásadný krok v jej riešení urobil Isaac Newton. (1643 – 1727).

Keplerove zákony:

1. Planéty sa pohybujú okolo Slnka po eliptických dráhach, v spoločnom ohnisku ktorých je Slnko.
2. Sprievodič opíše za rovnaký čas rovnako veľké plochy, to znamená, že planéta sa pohybuje rýchlejšie v perihéliu než v aféliu.
3. Štvorce obežných dôb dvoch planét sú v rovnakom pomere ako tretie mocniny veľkých polosí ich dráh.

Newton študoval na univerzite v Cambridge. Bol veľmi húževnatý a talentovaný. Skoro vnikol do výskumov v matematike a fyzike a ako 22-ročný ovládal spisy Archimeda, Galilea a Descarta. Zaoberal sa všeobecnými vzťahmi medzi fluentami (funkciami) a fluxiami (deriváciami). Pre fluentu  $y = x^2$  (závislosť dráhy od času pri rovnomernej zrýchlenom pohybe) vypočítal jej fluxiu takto: Vzal tzv. nekonečne malú veličinu  $\theta$ . Za čas, za ktorý sa zmení  $x$  na  $x + \theta$  sa veličina  $x^2$  zmení na  $(x + \theta)^2 = x^2 + 2 \cdot \theta \cdot x + \theta^2$ . Pretože  $y = x^2$ , dostávame  $\dot{y} = 2x + \theta$ . Ale veličina  $\theta$  je nekonečne malá, nie je ničím v porovnaní s ostatnými veličinami, preto ju škrtneme a tak dostaneme fluxiu (deriváciu)  $\dot{y} = 2x$ .

Celé dni a noci Newton trávil nad nekonečnými radmi. Vedel, že  $P(U) = \frac{1}{3}$ , ak  $U(x=1, y=0, y=x^2)$ . Lahko dal do súvisu fluxie fluent  $y = x^n$ . Vzal meniaci sa obsah ako fluenta v závislosti od dĺžky abscisy  $x$ . Obsah nech je  $y = \frac{x^3}{3}$ . Potom  $\dot{y} = x^2$  a teda obsah odpovedá fluenta  $y = x^2$ . V roku

1669 sa Newton stal profesorom na Univerzite v Cambridgi a zostal starým mládencom podľa tradície. Miesto mu uvoľnil jeho bývalý učiteľ Isaac Barrow (1630 – 1677). Jednou z najvýznamnejších viet infinitezimálneho počtu je Newtonova-Leibnizova formula tvoriaca most medzi diferenciálnym a integrálnym počtom. Týmto objavom sa kvadratura paraboly zjednodušila:

$$\int_0^1 x^2 dx = \left[ \frac{x^3}{3} \right]_0^1 = \frac{1}{3}.$$

Túto formulu neobjavil ani Newton, ani Leibniz, ale Barrow so svojím učiteľom, profesorom v Oxforde, Johnom Wallisom (1616 – 1703), ktorý realizuje kvadraturu paraboly pomocou horných integrálnych súčtov. Newton publikuje až v roku 1693 v „Aritmetike nekonečných“, aj keď svoje výsledky dosiahol v roku 1665. Objavy vo fyzike zavŕšil v 80. rokoch 17. storočia svojím najvýznamnejším dielom „Philosophiae naturalis principia mathematica“. V roku 1672 sa stal za svoj d'alekohľad (obrázok 4) členom Royal Society založenej v roku 1662. V roku 1673 sa tu stretol s druhým zakladateľom infinitezimálneho počtu Gottfriedom Wilhelmom Leibnizom (1646 – 1716), ktorý bol tiež uvedený za člena spoločnosti za počítačový stroj, ktorý vedel sčítať a násobiť. V roku 1696 sa Newton stal správcou kráľovskej mincovne s 5-násobným platom v porovnaní s profesorským. Odvtedy sa vede venuje sporadicky, stáva sa predsedom Royal Society a vedu skôr organizuje. Newton odhalil zákony klasickej mechaniky, ktoré na celé storočia ovplyvnili nielen vedecké myslenie, ale položili základy súčasnej civilizácie.

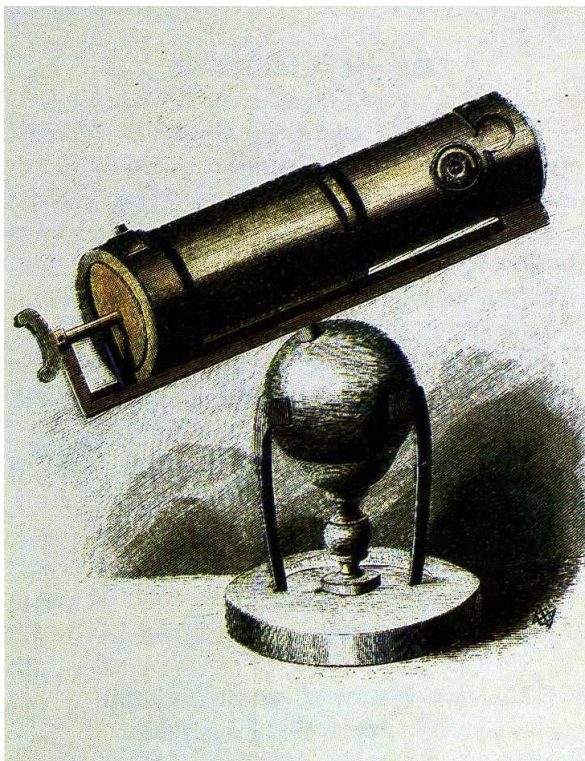
G. W. Leibniz bol zázračným dieťaťom – ako 10-ročný čítal latinských a gréckych klasikov, ako 13-ročný vytvoril denne 300 hexametrov, ako 25-ročný mal za sebou dve univerzity. Narodil sa v Lipsku a bol slovenského pôvodu (Ľubeneč). Do Paríža prišiel ako diplomat uhájiť mier. Tu sa ho ujal prezident Francúzskej akadémie vied Christian Huygens (1629 – 1695) – vynikajúci fyzik, matematik a astronóm, tvorca vlnovej teórie svetla, objaviteľ Saturnovho prstenca a okulára, ktorý v Leibnizovi vzbudil silný záujem o matematický výskum. G. W. Leibniz objavil v roku 1675 v Paríži nezávisle od Newtona diferenciálny a integrálny počet. Nekonečne malé veličiny, ktoré Newton označil 0, Leibniz označoval znakom dx. (diferenciál) Pomocou diferenciálov

študoval aj dotyčnice ku krivkám. Dotyčnica je určená charakteristickým trojuholníkom  $CBT$  (obrázok 5), kde  $C$  leží na krivke, ale aj miniatúrnym trojuholníkom  $CB_1T_1$  s nekonečne malými stranami  $dx = B_1C$ ,  $dy = B_1T_1$ . Z podobnosti trojuholníkov plynie:

$$\frac{BT}{BC} = \frac{dy}{dx}.$$

Pre parabolu  $y = x^2$  platí  $\frac{BT}{BC} = 2x$  a pre kubickú parabolu  $y = x^3$

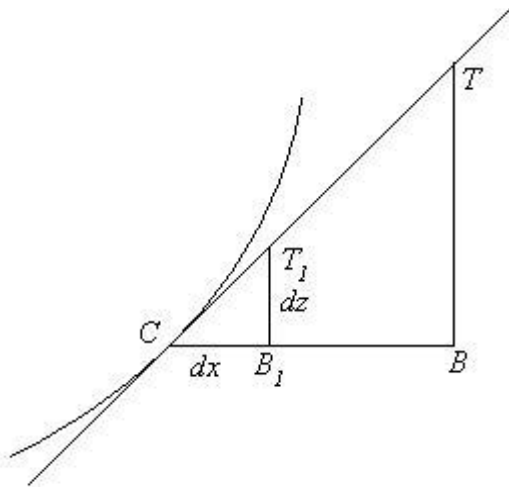
platí  $\frac{BT}{BC} = 3x^2$  atď.



**Obrázok 4:** Newtonov d'alekohľad z roku 1668.

Leibniz si od trojuholníka  $CBT$  veľa sľuboval. Porovnával krivky  $y = x^2$  a  $y = x^3$ . V divadle prišiel na myšlienku ako ich dať do súvisu vzhľadom na

kvadráturu paraboly. Na jeden obrázok nakreslil paraboly – hore  $y = x^2$ , dolu  $y = \frac{x^3}{3}$  (obrázok 6). Využitím vzťahu  $\frac{BT}{BC} = \frac{dy}{dx}$  v dolnej krivke, ľahko kvadráturu paraboly  $y = x^2, x \in \langle 0, 1 \rangle$  vypočítal. Dolnú funkciu nazval primitívnou obsahovou funkciou, hornú nazval pôvodnou (k nej hľadáme kvadráturu). Leibnizovo označenie derivácie  $y' = \frac{dy}{dx}$  sa ukázalo byť natoľko účelné, že pretrvalo dodnes. Od Leibniza pochádza označenie  $\int$  ako symbol integrálu i samotný pojem.



**Obrázok 5:** Charakteristický trojuholník CBT.

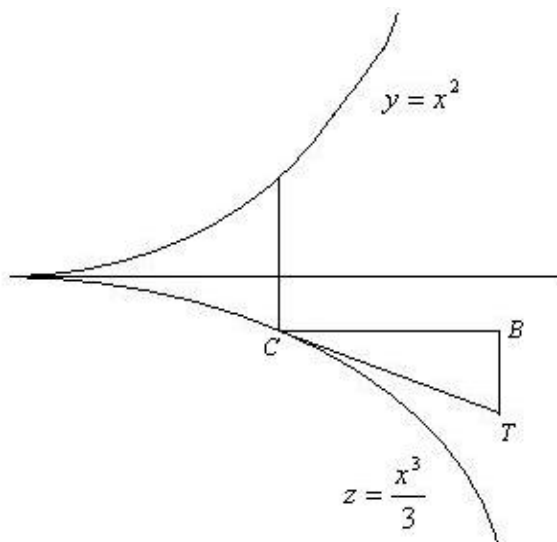
Leibniz odvodil vzorce pre výpočet obsahu rovinných útvarov, objemov rotačných telies, dĺžky rovinnej čiary a obsahu pláštá rotačného telesa pomocou určitého integrálu. Od roku 1676 pôsobí na hannoverskom kniežatstve až do smrti. Jeho geniálny objav nebol pochopený až na bratov Bernoulliových. Leibniz publikoval svoje výsledky v Lipsku v roku 1684 v časopise Acta eruditorum, ktorý rok predtým založil. Roku 1700 sa stáva prezidentom Nemeckej akadémie vied, ktorú aj založil. Ako 60-ročný utrpel Leibniz „úder“, lebo bol obvinený z plagiátorstva, čo nebola pravda. Veľmi trpel a mal zaká-



zaný vstup do Anglicka. Zomiera v roku 1716 v Hannoveri a jeho hrob je neznámy. G. W. Leibniz žil v dobe krutých náboženských zrážok a vojen. Pracoval na uskutočnení mierových plánov, vytváral ideál spoločnosti založenej na rovnosti, bojoval za znášanosť. Mnohé matematické Leibnizove myšlienky boli realizované až v 20. storočí. Na uskutočnenie čakajú Leibnizove sny o znášanosťi, porozumení a láske medzi ľuďmi.

Bratia Jakub a Ján Bernoulliiovci boli najvýznamnejšími žiakmi Leibniza. Jakub Bernoulli sa stal v roku 1687 profesorom matematiky na univerzite v Bazileji. Jedným z jeho prvých objavov bola metóda matematickej indukcie (1685). V roku 1691 píše prvú prácu o infinitezimálnom počte. Vynašiel rovnicu reťazovky  $y = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$ , čo je tvar, ktorý nadobudne voľne zavesená

reťaz. Skúmal aj lemniskátu:  $(x^2 + y^2)^2 = a^2(x^2 - y^2)$ . Jakubovi patrí prvé použitie polárnych súradníc. Použitím nich vyjadril logaritmickú špirálu  $\rho = c \cdot e^{\theta}$ . Evolútu k nej je opäť logaritmická špirála. Tento fakt tak nadchol Jakuba, že si dal túto špirálu vytesať na hrob, na ktorom je nápis: „Zostávam tá istá, aj keď sa mením.“ V roku 1690 vynašiel izochrónu – krivku, po ktorej padá teleso rovnomernou rýchlosťou. Ukázal, že sa ide o semikubickú parabolu  $y^2 = ax^3$ .



**Obrázok 6:** Leibnizovo porovnávanie kriviek.

V roku 1701 vyriešil izoperimetrický problém spočívajúci v nájdení obrazcov s rovnakým obvodom. Táto úloha viedla k problémom variačného počtu, za objaviteľa ktorého považujeme brata Jána. (1696) Jakub sa roky zaoberal diferenciálnou rovnicou  $y' + P(x)y = Q(x)y^n$ . Brat Ján ju geniálnou substitúciou  $y^{1-n} = z$  linearizoval. (Dnes sa táto rovnica volá Bernoulliova diferenciálna rovnica.) Rodila sa ďalšia vedná disciplína – teória diferenciálnych rovníc, ktorej vývoj bez symboliky od Leibniza by bol nemysliteľný. Jakub urobil obrovský krok dopredu v teórii pravdepodobnosti. V knihe „Ars conjectandi“ (Umenie predpokladu) prezentuje svoj vzorec (schému), ktorý mu slúžil na formulovanie zákona veľkých čísel. Jeho brat Ján vyštudoval medicínu, no svoj život zasvätil matematike.

V roku 1695 sa stal profesorom matematiky na Univerzite v Groningene. Pôsobil aj v Paríži, kde píše prvú knihu o integrálnom počte. Rukopis diferenciálneho počtu sa našiel až v 20. storočí. Významným žiakom Jána bol G. F. A. de l'Hospital (1661 – 1704), ktorý v roku 1696 publikoval na základe rukopisu svojho učiteľa Jána prvú učebnicu diferenciálneho počtu „Analyse indivisibilium“ (Analýza nekonečne malých). Tak sa stalo, že známe L'Hospitalovo pravidlo nenesie meno podľa Jána Bernoulliho, hoci by si to ako Jánov výsledok zaslúžilo. L'Hospital teda neobjavil toto pravidlo, ale napísal vynikajúcu učebnicu, ktorá v priebehu 18. storočia vo Francúzsku vyšla 7-krát. Iným vynikajúcim žiakom Jána bol Leonard Euler (1707 – 1783). Ján vycvičil v matematike aj svojich synov – Mikuláša a Daniela.

V roku 1724 bola v Rusku založená Akadémia vied a o rok neskôr na pozvanie cára Petra 1. prišli na akadémiu svetoznámi vedci, o. i. L. Euler a Mikuláš Bernoulli. M. Bernoulli tu študuje teóriu pravdepodobnosti svojho strýka Jakuba a rieši slávny petrohradský paradox. Po roku zomrel a prišiel tu jeho brat Daniel – zakladateľ finančnej matematiky. Venuje sa fyzike a v roku 1738 napísal knihu „Hydrodynamika“, v ktorej formuluje svoju vetu o hydraulickom tlaku. Po odchode Daniela Bernoulliho preberá katedru matematiky na Univerzite v Petrohrade L. Euler.

Teóriu pravdepodobnosti rozvinul Pierr Simon Laplace (1749 – 1827). Jeho vedecká činnosť siahala aj do algebry, analýzy i štatistiky. Roku 1812 napísal „Analytickú teóriu pravdepodobnosti“, ktorá je dodnes aktuálna. Laplaceovou je klasická definícia pravdepodobnosti. Po ňom je pomenovaná veta o aproximácii binomického rozdelenia normálnym rozdelením, teda integrálmi Gaussovej krivky. Táto veta nesie mená dvoch matematikov – Laplacea a Abrahama de Moivra (1667 – 1754). Známa je Moivrova veta o komplexných

číslach:  $(\cos x + i \sin x)^n = \cos nx + i \sin nx$  V matematickej analýze je životným dielom P. S. Laplacea 5-zväzková „Nebeská mechanika“. Po Laplaceovi nesie meno parciálna diferenciálna rovnica 2. rádu pre potenciál, Laplaceov operátor  $\Delta$ , Laplaceov integrál  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = \sqrt{2\pi}$  a Laplaceova transformácia, pomocou ktorej sa niektoré diferenciálne rovnice dali riešiť bez integrovania.

Dielo L. Eulera nemá v dejinách matematiky obdoby. Roku 1736 vydal dvojdielnu „Mechaniku“, v ktorej spája Newtonovu dynamiku s metódami infinitezimálneho počtu v leibnizovskej terminológii a symbolike. Jeho práce obsahujú množstvo objavov, ale i neobyčajné metodické bohatstvo. Eulerova rovnosť:  $e^{ix} = \cos x + i \sin x$ , Eulerova diferenciálna rovnica, Eulerova metóda približného riešenia diferenciálnych rovníc, Eulerova substitúcia, Eulerove integrály – to je len niekoľko fenoménov od Eulera. Práve od neho pochádza symbolika:  $f(x)$ ,  $\Delta x$ ,  $\sum$ ,  $\pi$ ,  $e$ ,  $i$ .

V kombinatorickej geometrii je známa Eulerova rovnosť pre konvexné mnohosteny:  $V - H + S = 2$  (V – počet vrcholov, H – počet hrán, S – počet stien) Euler je tiež zakladateľom variačného počtu a je známa aj jeho parciálna diferenciálna rovnica, v ktorej sa hľadá extrém funkcionálu. V roku 1766 Euler v Berlíne vymenil Lagrange. Vtedy Euler úplne oslepol, vrátil sa späť do Petrohradu, kde tvorí ešte intenzívnejšie. Spolu vytvoril asi 900 kníh venovaných matematike, mechanike, astronómii, hydraulike, optike, stavbe lodí a určovaniu zemepisných dĺžok. Pozoruhodné sú tieto citáty na adresu Eulerovho diela. P. S. Laplace: „Čítajte Eulerove diela. Je učiteľom nás všetkých.“ Slávny matematik Gauss napísal: „Štúdium Eulerovho diela zostane najlepšou školou pre najrôznejšie oblasti matematiky a nemôže ho nič nahradiť.“

Eulerovu parciálnu diferenciálnu rovnicu i celý variačný počet zovšeobecnil Joseph Louis Lagrange (1736 – 1813). Tento Francúz talianskeho pôvodu ako 19-ročný poslal Eulerovi svoj spis o variačnom počte, ktorým sa stal svetoznámy. Z diela „Analytická mechanika“ sú známe Lagrangeove pohybové rovnice a Lagrangeova identita pre determinanty. Riešil základné problémy infinitezimálneho počtu pomocou rozvoja funkcií do Taylorových radov. Po Lagrangeovi nám ostala symbolika  $f'(x)$ ,  $f''(x)$ , atď. a metóda variácie konštant na riešenie diferenciálnych rovníc.

Päť matematikov – Clairaut, Euler, D'Alembert, Lagrange a Laplace – si rozdelilo svet, ktorého existenciu objavil Newton. Podrobili všetko jednotnému zákonu. Matematika dostala odvahu na úvahy o budúcnosti.

Pre zaujímavosť uved'me niekoľko historických faktov:

1. Kartézsku súradnicovú sústavu objavil a úspešne používal Fermat skôr ako Descartes.
2. L'Hospitalovo pravidlo objavil učiteľ L'Hospitala – Ján Bernoulli.
3. Lagrangeovu vetu o strednej hodnote poznal a používal B. Cavalieri.
4. Taylorove rady poznal Leibniz.
5. Newtonovu-Leibnizovu formulu poznali Wallis a Barrow.
6. Moivrovu formulu používal už F. Viéte.
7. Eulerova rovnosť bola objavená Jánom Bernoulim. [3]

### References

1. JUŠKEVIČ, A. P.: *Dějiny matematiky ve středověku*. Praha : Academia, 1978.
2. KOLMAN, A.: *Dějiny matematiky ve starověku*. Praha : Academia, 1969.
3. ZNÁM, Š. – BUKOVSKÝ, L. – HEJNÝ, M. – RIEČAN, B.: *Pohl'ad do dejín matematiky*. Bratislava – Praha : Alfa – SNTL, 1986.

**Reviewed by:** doc. PaedDr. Lilla Koreňová, PhD.

### Contact address

doc. PaedDr. Vladimír Strečko, PhD.

Katedra matematiky FHPV PU v Prešove

Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika

E-mail: vstrecko@fhpv.unipo.sk

# V Specific Problems of Modern Education

## THE PEDAGOGY STUDENT IN THE IT-MEDIA SPHERE

Grzegorz KIEDROWICZ, PL

**Abstract:** This study describes the problems of pedagogy students in dealing with the reality of contemporary communications. In particular, it gives an assessment of the use of various sources of IT and media, especially mobile sources, mutual contact, education and science, development and spending leisure time.

**Keywords:** IT-media sphere, preparing pedagogy student, mobile devices.

### STUDENT PEDAGOGIKI W PRZESTRZENI INFORMATYCZNO-MEDIALNEJ

**Streszczenie:** W pracy zostały opisane problemy funkcjonowania studentów pedagogiki we współczesnej rzeczywistości komunikacyjnej. W szczególności chodzi o ocenę stanu posługiwania się różnymi środkami, zwłaszcza mobilnymi, we wzajemnych kontaktach, w nauce, rozwoju i spędzaniu wolnego czasu.

**Słowa kluczowe:** przestrzeń informatyczno-medialna, przygotowanie studentów pedagogiki, urządzenia mobilne.

#### 1 Introduction

Teachers have a significant impact on the education of young people. It is up to them to make sure they can communicate properly with their students. Children at an increasingly young age must deal with the information and media sphere. Pre-school age children are already capable of using tablets, smartphones and laptops. It may therefore be the case that some pre-school and primary education teachers will be less advanced in the use of these mobile devices than the children they are teaching.

It is necessary to ask future teachers (pedagogy students) about their attitude to supporting pre-school and primary education with information technology and modern media. It is, however, also worth assessing their current level of knowledge and use of these devices. It is also worth assessing their current level of knowledge and usage of such devices.

## 2 Teaching children with the support of media and IT

Classical teaching based on the teacher imparting a message to the student has been criticized for many years from many sides. As such, Herbart's teaching model was criticized by progressive supporters of Dewey. Decades ago it was popular to teach programming. However, the massive availability of microcomputers, especially in mobile form – that is, laptops, and then tablets and smartphones – brought significant changes in education. In the first phase the emphasis was on computer-aided teaching of various subjects [1]. At that time, applications supporting the teaching of specific subjects, as well as office applications, played a decisive role. Internet access was not as easy as it is today. At that time, teaching was primarily to secondary schools. In pre-school and primary education, the use of media and information technology was experimental.

A computer in elementary education appears naturally since children must deal with it primarily at home, using their parents' tablets and smartphones. It is always first and foremost fun, which can bring measurable educational benefits. However, in experiments performed by K. Solich on 5-year olds, no observable differences on psychomotor readiness and emotional motivation were observed with regards to shaping the readiness to learn to read and write because of using computers. Only in terms of dictionary-conceptual readiness was there an observed positive impact. However, it is important to note that, for children, a computer is both a tool, an attractive toy, and a source of new and interesting experiences. Its skilful use in the didactic process significantly influences the increase in psychophysical abilities associated with the development of reading and writing readiness [2, pp. 339–351].

Currently computer-assisted instruction is accepted as something obvious. Usually nobody questions whether such a process is more efficient than a traditional process. It should be emphasized, however, that the practice of using information technology resources is ahead of their use in schools. For example, the final exams at the end of middle school and secondary school in practice exclude the possibility of preparing information technology responses (access to the Internet, using other features of smartphones and tablets). For these reasons, teachers of many subjects are not interested in supporting the teaching of information technology, as their teaching effectiveness will be assessed by the final exam, which is carried out in a traditional way.

Teachers who, despite such contraindications, want to use new technologies in teaching should be encouraged to develop scenarios of didactic classes in a digital environment. The proposed models are largely based on the concept of learning through experience and the use of information technology tools and multimedia Internet resources. The embedding of these models in the

digital world is intended to create an educational space for the pupil, becoming an integral part of his or her living environment, and not to be confined to an anachronistic school environment separated from reality [3, p. 69].

### **3 Educational problems of functioning in the IT-media sphere**

The development of information technologies, widely accessible and mobile Internet access, allows us to formulate that we all live in cyberspace, and so in an environment in which we have not only access to a great deal of information but we can also generate and spread this information. This applies not only to adults but also to children and young people. The influence of the IT-media sphere, especially the latest generation of IT-media, is inescapable. Regardless of whether you want to, this is the environment in which you reside. For these reasons, it is so important to respect basic ethical principles so that neither oneself nor others are harmed. These considerations are not always present in the relationships between young participants in the IT-media sphere, between their relationships with teachers and parents. These are considerations that, when omitted, can have negative effects.

For the younger generation, there is no longer a division between virtual and real space – this concept only made sense when new technologies began to appear. Today we must talk about the interpenetration of these two worlds, which in turn leads to a new world that can be called the hybrid world. This world is a convergence of the real and virtual world, where the boundaries between these worlds cannot always be determined. The interpenetration of the real and virtual worlds will increase, as modern man living in a highly developed country will not escape the deeper immersion – immersion into virtual world [4, pp. 59–68].

Contemporary school is subject to constant criticism. This applies in large parts to the teacher, who is often accused of lacking competence in educational work as he focuses his attention primarily on knowledge transfer. A competent teacher is the one who observes the essential elements both in terms of skills and attitudes or personality traits to accomplish the tasks assigned to him. He is motivated to effectively influence the attitudes and personality of his students. He has knowledge of the issues that interest them, their needs and problems, he understands the process of communication and education and general knowledge of the world, to communicate more easily and effectively with his students, building authority and trust. The highest effect of such relationship is the recognition by the pupils of their teacher as an authority [5, pp. 190–191].

How can a modern teacher communicate with his students in a manner typical of their generation? Does he find a common language of concepts, function in social media, use abbreviations and expressions that can be interpreted as a desecration of literary language? Does his influence still have any chance that his pupils will be able to function properly in the IT and media sphere? Is it possible to be, as it were, to one side of this sphere, or is it also necessary for teachers to function in this space? These are questions to which it is difficult to find unambiguous answers.

#### **4 Education integrated in the IT-media sphere**

In Poland, teachers involved in the education of the youngest children are themselves educated in the field of pedagogy, with specialization in pre-school and primary school pedagogy. This is so for children who start pre-school aged 3 years (and sometimes slightly earlier) and then at age 6 or 7 years start primary school, finishing the first stage of education at the age of 9–10. In pre-school and primary school group lessons are performed by one teacher, fulfilling the role of educator. The integrated education stage is very important in the child's development and can have a very significant impact on further stages of education.

Early school education teachers are often accused of improper preparation for the profession or burnout and failure to follow current trends in teaching and upbringing. The need for creativity in the work of the teacher is emphasized, and at the same time it is known that a creative teacher must overcome many obstacles to accomplish his task.

It seems that in early school education a method of tutoring could be applied, a method derived from the two most famous English universities of Oxford and Cambridge. To the student, the teacher is one who determines the boundaries of behaviour (what is acceptable and what is not, which is in line with the accepted social norms), sets the requirements and specific cognitive and social challenges and challenges, and above all stimulates the student's own development [6, s 213–220]. Tutoring, which is largely based on a direct teacher (master) – student relationship, is a very good way to lead a student through the dangers of using information technology, especially the dangers of the virtual world. However, to accomplish this, the teacher must function in the virtual world and be familiar with the various aspects of this environment – the online community.

The information society in which pre-school children live means that even they are increasingly overwhelmed by the information surrounding them. At this age trust in media is so great that defective messages can do a lot of harm.



To say that an integrated education teacher is fully responsible for the proper use of information technology is not entirely true. Parents should first determine the rules of using computers (tablets, smartphones) and television before children enter school. At the same time, a pre-school teacher must be convinced that he is no longer the absolute authority, the only source of knowledge for his students. He should become more of an inspirer, a guide, an organizer.

### **5 Own research of pedagogy students – future teachers of young children**

In 2017, a diagnostic survey was conducted on a group of students who chose to specialize in teaching pre-school children and grades I–III in primary school. In Poland, the teaching profession in this age group is very feminized, therefore the study was conducted on a group of 93 women at various stages of education (2nd and 3rd year of first degree and 1st and 2nd year of second degree). So, the group contained both students who had decided only 6 months previously to choose this profession, ladies who had gone through almost a full cycle of preparation, and some who had even had several years of professional experience. Nearly half of the respondents lived in Radom (48%), the rest in rural areas (41%) and in the smaller cities of the Radom region (11%). The average age of the respondents was 22 years: the oldest was 27 years old, a few of the youngest were 20 years old.

The following questions were aimed at determining the state of progress of the respondents in relation to the use of modern media and information technology. Firstly, the students were asked to determine the amount of time devoted to various activities, both compulsory and free. It turned out that in first place were their basic duties, namely studies, work and other duties. The participants were asked to respond by selecting from a list of predefined answers to which weights were assigned. The answer “very much” was assigned a value of 5, “a lot” – 4, “a little” – 3, “definitely not enough” – 2 and “not at all” – 1. The average result for these compulsory activities was 4.1. This means that the average student devotes a lot of time to the duties. Analysing in more detail it appeared that the answer “very much” was chosen by 23 people and “a lot” – 59 people; “a little” – 10 people, “definitely not enough” – one person, and no one selected at “not at all”. These results correspond to the most often chosen free-time activities, i.e. using a computer, a tablet, a smartphone, or the Internet. Do not forget, however, that these are not only free-time activities. Many work and study tasks are performed through the help of information and media resources. Although the average of 3.95 for these activities is lower, the group that chose the answer “very

much” is the most numerous, at 25 people. Equally large is the group that chose “a lot” – 40 people; but as many as 26 people declared that they dedicate “a little” time to this activity. So, the scatter here is bigger than the previously analysed obligatory activities. It is sad to note that only 6 students spend “very much” time on television and reading newspapers and books and that 3 people do not watch TV “at all” and do not read “at all”, which for a group in the humanistic and social faculty of pedagogy must arouse great surprise.

The next question showed that the Internet is more often used for private purposes (communication, entertainment – on average 2 hours and 40 minutes) than for work and study – just over 2 hours. This confirms the thesis that every young person must be on Facebook and uses this portal often (90 such positive responses) because otherwise he will be seen jokingly that he is dead. There is also an increase in the number of students using the Internet to purchase and order services, although about 25% of respondents are not using these services, a similar number used them “very often”.

The assessment of the credibility of various media was the subject of the next question. The leading result was the written word, published in books (37 responding with 5 – the highest credibility, and 31 responding with 4) and face-to-face conversation (19 responding with 5 and 32 responding with 4). All classic media, both public and commercial, as well as internet portals, achieved significantly worse results.

The next question concerned the vision of the school with which future teachers will identify. The first part was about determining what elements of the curriculum are appropriate to be supported by media and information technology, and in which specific tasks this would make sense. In Polish studies the most responses were for watching cartoons with a social message – 77 people, and in mathematical education (73) and mathematical problem solving (71). In the opinion of the future teachers, environmental education is best suited to support by new technologies. All activities were approved by more than half of the respondents, namely: watching nature films (86 people), animal and plant identification (78), demonstrating natural processes (52) and solving knowledge testing tasks (49). Let’s hope that environmental education will also be implemented primarily in the field: in the woods, meadows, mountains, zoos and botanical gardens.

Some strange answers were received to the question about the use of the Internet in social education. It seems that future teachers will pay attention to the issue of sending mails and SMS as the first element of information technology. Meanwhile, these responses were rarely chosen. In the last three areas (arts education, technical and health education and physical education),

the major part of the respondents chose answers from the list. Most of the responses were: presentation of works in the field of art (84 people), making music (69), health and safety films (69), presentation of selected technological processes (66), presentation of technical devices and their models (58), presentation of improvement in sporting techniques (79) and basic hygiene (55).

The next questions concerned the degree of support for didactic lessons with information technology. The overwhelming majority believed that at most a quarter of the lesson should be assisted by information technology and the rest in the traditional way. Likewise, conservative answers were given to questions about how to use IT resources during class time in school and during common room activities. Most of the answers were that it's possible to use only with the knowledge and consent of the teacher (about 60% of responses). However, there was a relatively high opinion that such equipment could not be used at school (35 responses concerning lessons, and 22 concerning the common room).

Quite a strange answer was received to the question concerning the need to provide information on the sources of knowledge gained from the Internet. As many as 24 students believed that this information can be hidden. This is very disturbing, because we thus weaken the inner sense of honesty of young children. In the answers to questions about the ability to communicate through Facebook with children and their parents, there was a lot of inconsistency. Students, for whom the use of Facebook in their own environment is something obvious, would like to avoid using this channel for official contact.

## 6 Conclusion

It is difficult to draw clear conclusions from the study conducted among pre-school and primary school pedagogy students. On the one hand, advancement in the use of the media and information sphere of future teachers of the youngest children seems to be sufficient. On the other hand, they themselves seen unconvinced that a high saturation of IT-media sphere education could have a positive effect.

## References

1. KIEDROWICZ, G. *Teoria i praktyka informatycznego przygotowania nauczycieli*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2000. ISBN 0867-8138.
2. SOLICH, K. *Kształtowanie gotowości do nauki czytania i pisania poprzez zabawowe formy wykorzystania komputera*, [W:] *Edukacja Jutra. Proces kształcenia i jego uczestnicy*. Red nauk. K. Denek, A. Kamińska, W. Kojs, P. Oleśniewicz, Oficyna

- Wydawnicza HUMANITAS, Sosnowiec 2010, s. 339–351. ISBN 978-83-61991-72-4.
3. WIECZOREK-TOMASZEWSKA, M. Nowy format środowiska kształcenia w epoce cyfrowej, [W:] *Edukacja Jutra. Aspekty edukacji szkolnej. Red. nauk.* K. Denek, A. Kamińska, P. Oleśniewicz, Oficyna Wydawnicza HUMANITAS, Sosnowiec 2014, s. 69. ISBN 978-83-61991-87-8.
  4. MORBITZER, J. *Współczesna przestrzeń obecności człowieka – między realnością a wirtualnością.* „Pedagogika. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas” 13/2016, s. 59–68. ISSN 1896-4591.
  5. KOCÓR, M. *Dlaczego współczesny nauczyciel jest słabo przygotowany i umotywowany do pracy wychowawczej w szkole.* „Pedagogika. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas” 13/2016, s. 185–194. ISSN 1896-4591.
  6. SZKOLAK, A. Tutoring w edukacji wczesnoszkolnej, [W:] *Edukacja Wczoraj – Dziś – Jutro. Edukacja w dialogu pokoleń i budowaniu lepszej przyszłości. Red. nauk.* E. Sałata, M. Mazur, J. Bojanowicz, Radomskie Towarzystwo Naukowe, Radom 2015, s. 213–220. ISBN 978-83-88100-38-3.

**Reviewed by:** prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

### **Contact address**

Grzegorz Kiedrowicz, dr hab. prof UTH

Wydział Filologiczno-Pedagogiczny, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, ul. Chrobrego 27, 26-600 Radom

E-mail: grzegorz.kiedrowicz@uthrad.pl

# INFORMATIKA AKO NÁSTROJ ROZVÍJANIA ČITATELSKEJ GRAMOTNOSTI

Katarína ZAJACOVÁ, SK

**Abstrakt:** Príspevok približuje problematiku rozvíjania čitateľskej gramotnosti v predmete informatika. V článku sme sa primárne zamerali na aktuálny problém, akým je rozvíjanie čitateľskej gramotnosti vo výchovno-vzdelávacom procese. Čitateľovi predkladáme opis konkrétnych aktivít, ktoré sú realizovateľné v predmete informatika na strednej odbornej škole a ktoré rozvíjajú rôzne procesy čitateľskej gramotnosti.

**Kľúčové slová:** čitateľská gramotnosť, informatika.

## INFORMATICS AS A TOOL FOR DEVELOPING THE READING LITERACY

**Abstract:** Submitted paper deals with development of reading literacy at informatics at secondary schools. We focused on actual problem of development of reading literacy in educational process. We offer description of specific activities which can be realized at informatics at secondary schools and which develop different processes of reading literacy.

**Keywords:** reading literacy, informatics.

### 1 Úvod

Školský systém by mal dynamicky reagovať na aktuálne potreby spoločnosti. Dôležitou schopnosťou, potrebnou pre život každého človeka, je schopnosť zachytiť, spracovať a pochopiť informáciu. Bez porozumenia nemôže byť ani učenie efektívne. Čítanie s porozumením sa tak stáva kľúčovou schopnosťou, ktorá ovplyvňuje všetky ďalšie oblasti vzdelávania.

Čitateľská gramotnosť predstavuje komplexný súbor určitých čitateľských zručností, pomocou ktorých sa dá rozvíjať schopnosť človeka učiť sa učiť, čo je pre každého človeka jednou z kľúčových kompetencií. Kompetencia učiť sa učiť je uvádzaná v štátnych vzdelávacích programov pre všetky stupne vzdelávania.

Vo vedomostnej spoločnosti je podstatné vedieť využiť práve schopnosť človeka učiť sa učiť a zároveň schopnosť uchovávať a šíriť získané vedomosti aj

prostredníctvom moderných informačných technológií. V kontexte vedomostnej spoločnosti je dôležité si uvedomiť, že vedomosti sa pre človeka stávajú ekonomickým zdrojom.

S meraním schopnosti 15-ročných žiakov na medzinárodnej úrovni sa začalo v roku 1997, kedy OECD spustilo štúdiu Programme for International Student Assessment (PISA). Táto štúdia netestuje do akej miery žiaci jednotlivých krajín ovládajú štátom predpísané učivo, porovnáva do akej miery majú žiaci rozvinuté schopnosti pre ich celoživotné vzdelávanie. PISA reprezentuje úsilie zúčastnených krajín zistiť, ako sú 15-roční žiaci pripravení na riešenie situácií, s ktorými sa môžu stretnúť v budúcnosti v bežnom živote. [5]

Meranie PISA sa uskutočňuje v trojročných cykloch a od roku 2003 sa do tohto merania zapojila aj Slovenská republika. Sledovanými oblasťami sú čitateľská gramotnosť, matematická gramotnosť a prírodovedná gramotnosť. Od roku 2012 sa pridala aj ďalšia oblasť – finančná gramotnosť. Výsledky posledného merania PISA 2015 ukázali, že sme vo všetkých sledovaných oblastiach pod priemerom krajín OECD, pričom najhoršie výsledky naši žiaci dosiahli v oblasti čitateľskej gramotnosti. Analýza údajov ukázala, že priemer krajín OECD bol pre čitateľskú gramotnosť na úrovni 493 bodov. Najlepší výsledok dosiahli žiaci v Kanade so ziskom 529 bodov. Slovensko získalo v tejto oblasti 453 bodov. Horší od nás boli už len žiaci Turecka (so ziskom 428 bodov) a Mexika (so ziskom 423 bodov). Oproti predchádzajúcemu cyklu merania sa body našich žiakov znížili o desať bodov, čo však nepredstavuje štatisticky významný údaj. [8]

Aktuálnosť a naliehavosť tohto problému sa prejavila aj v Pedagogicko-organizačných pokynoch pre školský rok 2016/2017, kde sa v samostatnej podkapitole apeluje na potrebu rozvoja čitateľskej gramotnosti na každom stupni vzdelávania. [6]

## **2 Čitateľská gramotnosť**

Text je súčasťou nášho života v podstate už od narodenia, preto sa schopnosť porozumieť textu rozvíja v rodine a škola by s rodinou mala v tejto oblasti spolupracovať. Každý text v kontexte čitateľskej gramotnosti musí mať obsah (vypovedať o niečom), formu (spôsob ako to vypovedá), autora (niekto daný text vytvoril), účel (text bol vytvorený s nejakým zámerom), a adresáta (bol vytvorený pre niekoho). [1]

Aj samotný pojem čítanie sa dá chápať vo viacerých významoch. V prostredí výchovno-vzdelávacieho procesu nejde len o samotné čítanie literárneho diela, ide o zručnosť, ktorá sa uplatňuje vo všetkých učebných predmetoch,

pretože v každom predmete sa viac, či menej žiaci stretávajú s učebným textom a sú nútení pracovať s informáciami, ktoré z toho textu získavajú. [1]

Pri čítaní sa využívajú procesy (mentálne stratégie), ktoré umožňujú čitateľovi pochopiť text. Tieto procesy sa vzájomne dopĺňajú a prelínajú. Procesov čitateľskej gramotnosti je päť:

- **Získavanie informácií** – ide o porozumenie presne vyjadrených informácií a ich vyhľadávanie v texte; vyhľadávanie slov, slovných spojení, myšlienok, definícií v texte a pod. a to doslovne alebo synonymicky; vyhľadáva sa presná informácia v texte, a nie sú potrebné predchádzajúce teoretické poznatky žiaka o danej téme.
- **Utváranie širšieho porozumenia** – žiak vyvodí priame závery z textu; dokáže definovať hlavné myšlienky textu; je schopný vytvoriť názov (nadpis) textu; vie v texte rozlíšiť podstatné informácie od nepodstatných, vie zistiť základné informácie z grafu, tabuľky, mapy, diagramu a pod.
- **Rozvíjanie interpretácie** – žiak dokáže uviesť interpretácie myšlienok a informácií z textu; dokáže logicky spracovať informácie v texte; nájst súvislosti medzi jednotlivými myšlienkami v texte a vyvodí závery z informácií v texte a podporiť ich konkrétnymi dôkazmi z textu.
- **Uvažovanie o obsahu textu a jeho hodnotenie** – žiak skúma a kritický hodnotí obsahu textu; tento proces vyžaduje od žiaka abstraktné myslenie, čo vyžaduje využitie širších vedomostí.
- **Uvažovanie o forme textu a jeho hodnotenie** – žiak skúma a kritický hodnotí jazyk textu, čo vyžaduje abstraktné myslenie a uvažovanie nad rámec textu; žiak hodnotí kvalitu textu, jeho efektivitu, primeranosť, posudzuje výber lexikálnych prostriedkov, jazykového štýlu autora, a pod. [2]

### 3 Informatika ako učebný predmet

Informatika ako učebný predmet rozvíja myslenie žiakov a ich schopnosť samostatne riešiť úlohy, analyzovať problémy a hľadať rôzne postupy riešenia problémov. Primárnym cieľom informatiky ako učebného predmetu je teda naučiť žiakov základné pojmy, postupy a prostriedky práce s informáciami a vychovávať žiakov k intuitívnemu využívaniu technických prostriedkov pri riešení úloh. Vzdelávací obsah informatiky je štátnym vzdelávacím programom rozdelený do piatich tematických okruhov:

- **Informácie okolo nás**
- **Komunikácia prostredníctvom IKT**

- **Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie**
- **Princípy fungovania IKT**
- **Informačná spoločnosť [7]**

Vyššie spomínané tematické okruhy informatiky sú rovnaké pre primárne vzdelávanie, nižšie sekundárne a vyššie sekundárne vzdelávanie. Každý ďalší stupeň rozširuje a prehĺbuje vedomosti nadobudnuté na predchádzajúcom stupni vzdelávania. [7]

Absolvovaním predmetu informatika na každom stupni vzdelávania, by mal byť žiak schopný efektívne využívať informačno-komunikačné technológie pri vyhľadávaní, spracovávaní a uchovávaní požadovaných informácií a využívať tieto informácie pri svojom rozhodovaní v rôznych oblastiach svojho života.

Čítanie s porozumením rozvíja u žiakov tú istú zručnosť – vyhľadať, zachytiť, spracovať a využiť informáciu z textu pri riešení rôznych životných situácií.

#### **4 Námety**

Možnosť ako prostredníctvom informatiky rozvíjať čitateľskú gramotnosť je veľmi veľa. Jednotlivé aktivity sa dajú využiť v rôznych tematických okruhoch a pri výučbe rôznych tém. Zaradenie aktivít rozvíjajúcich čitateľskú gramotnosť môže byť prirodzenou súčasťou vyučovacej hodiny, ktorá je primárne zameraná na získavanie vedomostí a zručností z oblasti informatiky a rozvoj čitateľskej gramotnosti je sekundárnym cieľom takejto vyučovacej hodiny.

Keďže základných nástrojov čitateľskej gramotnosti je práca s textom, tak medzi didaktické metódy, ktoré môžeme použiť v týchto aktivitách, patria metóda riešenia úloh, práca s knihou, resp. práca s akýmkoľvek textom (napr.: text z učebnice, text ako článok na internete, text v grafickej forme).

Tematický okruh Informácie okolo nás pre vyššie sekundárne vzdelávanie je zameraný na získanie vedomostí a zručností o pojme informácia, jednotlivých typoch informácií a na získanie zručností s prácou s rôznymi aplikáciami určenými na získanie, spracovanie, uchovanie a šírenie informácie. Dôležitou schopnosťou, ktorú sa žiaci prostredníctvom tohto okruhu učia, je aj schopnosť prezentovať získané údaje. [7]

S informáciami vieme v rámci informatiky pracovať v rôznych aplikáciách – textové, tabuľkové a grafické editory a pod. Pre každú z týchto oblastí vieme vytvoriť úlohu, ktorá zároveň rozvíja aj procesy čitateľskej gramotnosti. Na lepšiu ilustráciu uvádzame príklad úlohy, ktorú žiaci riešili v rámci témy Excel – Tvorba grafu v tabuľkovom kalkulátore.



Pri práci s tabuľovým kalkulátorom sa žiaci okrem iného učia vytvárať grafy. Túto zručnosť si zvyknú osvojiť veľmi rýchlo. No rovnako dôležité je pre nich vedieť čítať údaje z vytvoreného grafu. V tomto kontexte sme žiakom zadávali dva typy úloh. Prvým typom úlohy bolo podľa zadaného grafu vytvoriť tabuľku, na základe ktorej tento graf vznikol. Táto úloha u žiakov z pohľadu rozvíjania čitateľskej gramotnosti rozvíja druhý proces – utváranie širšieho porozumenia.

V druhom type úlohy žiakov žiadame, aby ku zadanému grafu napísali krátky text, ktorý by opisoval údaje zobrazené na grafe. Táto úloha rozvíja viaceré procesy čitateľskej gramotnosti – rozvinutie interpretácie, uvažovanie o obsahu textu a hodnotenie. Pri úlohe tohto typu mali žiaci problém s jej riešením a podľa našich skúseností väčšina žiakov druhého ročníka strednej odbornej školy nedokáže zmysluplne opísať údaje, ktoré graf reprezentuje.

Komunikácia prostredníctvom IKT buduje u žiakov schopnosti využívať nástroje internetu na komunikáciu pre vlastné učenie sa a na riešenie problémov. V tomto okruhu sa žiaci stredných škôl oboznamujú so základnými pojmami súvisiacimi s internetom, počítačovou sieťou, službami internetu a bezpečnosťou na internete. [7]

Jednou z tém vyučovaných v rámci tohto okruhu je téma Vyhľadávanie informácií na internete. Pri výučbe tejto témy sme žiakom rozdali pracovný list, na ktorom sa nachádzalo pätnásť otázok typu: Akú nadmorskú výšku má najvyššie miesto mesta Bratislava. V ktorom roku zomrel P. O. Hviezdoslav? Aká inštitúcia ocenila v roku 1933 architekta Dušana Jurkoviča? Úlohou žiakov bolo pomocou internetu vyhľadať odpovede na zadané otázky. Dôležité bolo, aby žiaci odpovedali na zadanú otázku presne a neuvádzali nadbytočné (aj keď správne) informácie. Pri tejto úlohe mali žiaci najväčší problém neuvádzať nadbytočné informácie, napr.: celý dátum (deň, mesiac, rok) v otázkach, kde sme sa pýtali iba na rok.

Tretí tematický okruh Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie je zameraný na oboznámenie žiakov s pojmami ako algoritmus, program, programovanie, etapy riešenia problému. Žiaci prostredníctvom tohto okruhu získavajú a rozvíjajú algoritmické myslenie a schopnosť riešiť zadaný problém. [7]

Aj tento tematický okruh poskytuje širšie možnosti pre úlohy, ktoré sú zároveň zamerané aj na rozvíjanie rôznych procesov čitateľskej gramotnosti. V našej praxi sme opakovane žiakom zadávali úlohu, v ktorej na základe vývojového diagramu mali sformulovať, čo tento program vykonáva a opísať postupnosť jednotlivých krokov tohto programu. Takýto typ úloh je zame-

raný najmä na dva procesy čitateľskej gramotnosti – utváranie širšieho porozumenia, uvažovanie o obsahu textu a jeho hodnotenie. Väčšina žiakov síce dokáže pochopiť, čo zadaný program vykonáva, no nedokážu zrozumiteľne sformulovať, prečo si to myslia a uviesť argumenty, ktoré by ich názor podporili.

Tematický okruh Princípy fungovania IKT vedie žiakov k pochopeniu, akým spôsobom fungujú informačné a komunikačné technológie. Žiaci sa prostredníctvom jednotlivých tém zoznamujú s princípom práce počítača, s jeho časťami a s prídavnými zariadeniami. Dôležitou časťou tohto okruhu je aj oboznámenie sa s operačným systémom a aplikačným softvérom. [7]

Jednou z úloh, ktorú sme realizovali v rámci tohto tematického okruhu, bola úloha zameraná na viaceré procesy rozvíjania čitateľskej gramotnosti. Žiaci si mali v tichosti samostatne prečítať text z učebnice pre stredné školy od I. Kalaša [4], v ktorom je opísaný historický vývoj počítačov. Následne žiaci dostali pracovný list s týmito otázkami: Napíš, čo je hlavnou témou článku (rozvíja proces – utváranie širšieho porozumenia). Napíš skratku pre osobný počítač (rozvíja proces – uvažovanie o obsahu textu a jeho hodnotenia). Vypíš názvy troch prístrojov, ktoré prispeli k vývoju počítačov (rozvíja proces – získavanie informácií). Načrtni časovú os vývoja počítačov (rozvíja proces – rozvíjanie interpretácie).

Žiaci dokázali správne identifikovať hlavnú tému článku a rovnako nemali problém s výpisom prístrojov, ktoré prispeli k vývoju počítačov. Pri tejto úlohe však veľa žiakov nerešpektovalo počet prístrojov, ktoré mali vypísať a vo viacerých odpovediach sa vyskytli viac ako tri odpovede. Pri následnom vyhodnotení tejto úlohy žiaci uvádzali ako dôvod väčšieho počtu odpovedí neistotu, či vypísané tri prístroje sú správne, a tak „pre istotu“ uviedli aj ďalšie. Skratku pre osobný počítač dokázala identifikovať približne polovica žiakov, ktorí túto úlohu riešili. No najväčší problém mali žiaci s úlohou, v ktorej mali načrtnúť časovú os vývoja počítača. V takomto type úloh musia žiaci pochopiť význam jednotlivých údajov v texte a vedieť ich správne zoradiť v čase.

Posledný tematický okruh učebného predmetu informatika je tematický okruh Informačná spoločnosť. V tomto okruhu sa žiaci vyššieho sekundárneho vzdelávania zoznamujú s rôznymi etickými, morálnymi a spoločenskými aspektmi informatiky. Žiaci sú oboznámení s rôznymi rizikami, ktoré so sebou informačno-komunikačné technológie prinášajú a tiež s metódami riešenia týchto problémov. Zároveň sa tým informujú o tom, ako sa dajú informačno-komunikačné technológie využiť v rôznych oblastiach vedomostnej spoločnosti. [7]

Pri vyučovaní témy spadajúcej pod túto oblasť, ktorá zároveň rozvíja aj procesy čitateľskej gramotnosti, žiaci dostali upravený text z učebnice pre stredné školy od Jaškovej, Šnajdera a Baranoviča [3], ktorý opisuje základné pravidlá správania sa na internete. K textu dostali pracovný list s dvomi úlohami. Prvou úlohou bolo vytvorenie nadpisu pre celý text, táto úloha je zameraná na proces utvárania širšieho porozumenia. Druhou úlohou bolo pre každé pravidlo napísať jeho stručnú charakteristiku – vystihnúť podstatu každého pravidla jednou vetou. V tejto úlohe sú u žiakov rozvíjané primárne dva procesy čitateľskej gramotnosti – utváranie širšieho porozumenia a rozvinutie interpretácie.

Väčšina žiakov nemala problém správne identifikovať nadpis pre celý text. Tiež dokázali opísať jednotlivé pravidlá správania sa na internete podľa textu. Väčšina žiakov však nedokázala zostručniť – žiaci skoro doslova odpísali text, ktorý čítali, čo nebolo cieľom predloženej úlohy.

## 5 Záver

Rozvíjanie čitateľskej gramotnosti je v súčasnom školstve jednou z kľúčových zručností, ktorú je dôležité rozvíjať u žiakov na každom stupni vzdelávania. Čitateľská gramotnosť nie je doménou slovenského jazyka, ale dá sa úspešne rozvíjať v akomkoľvek učebnom predmete. Informatika svojím zameraním priamo súvisí s jednotlivými procesmi čitateľskej gramotnosti.

Z našich skúsenosti vieme, že žiaci majú problém najmä so zložitejšími procesmi čitateľskej gramotnosti, akými sú rozvíjanie interpretácie a uvažovanie o obsahu textu a jeho hodnotenie. V úlohách, ktoré sú zamerané na tieto procesy čitateľskej gramotnosti, musia žiaci porozumieť textu a vyvodiť svoje vlastné závery a uviesť argumenty pre svoje tvrdenia.

Považujeme preto za dôležité pravidelne aplikovať podobné typy úloh, aké sme vyššie opísali, do vyučovacieho procesu a u žiakov rozvíjať schopnosť prepájať získané informácie a vnímať čitateľskú gramotnosť nie ako súčasť slovenského jazyka a literatúry, ale ako schopnosť, ktorú potrebujú vo všetkých oblastiach svojho života.

## References

1. GAVORA, P. Et al., 2012. *Ako rozvíjať porozumenie textu u žiaka*. 2012, Nitra : Enigma, 2012. 193 p. ISBN 978-80-89132-57-7.
2. HÚSKOVÁ, A., 2014. *Rozvíjanie čitateľskej gramotnosti na stredných odborných školách*. In *Pedagogická revue*. Vol. 23(2), 2014, pp. 9–13. ISSN 1335-0404.
3. JAŠKOVÁ, L., ŠNAJDER, L., BARANOVIČ, R., 2003. *Internet pre stredné školy*. 1. vyd. Bratislava : Computer Press, 2003. 275 p. ISBN 80-251-0063.

4. KALAŠ, I., 2001. *Informatika pre stredné školy*. 1. vyd. Bratislava : SPN, 2001. 112 p. ISBN 80-08-01518-7.
5. *Národná správa PISA 2009*. Bratislava : NÚCEM, 2009. 64 p. Available: ([https://www.iuventa.sk/files/documents/7\\_vyskummladeze/vyskum/davm\\_034/n%C3%A1rodn%C3%A1\\_spr%C3%A1va\\_pisa\\_2009.pdf](https://www.iuventa.sk/files/documents/7_vyskummladeze/vyskum/davm_034/n%C3%A1rodn%C3%A1_spr%C3%A1va_pisa_2009.pdf)). Last accessed: April 25, 2017.
6. *Pedagogicko-organizačné pokyny na školský rok 2016/2017*. Bratislava : 2016. 50 p. Available: (<http://www.minedu.sk/data/att/9841.pdf>). Last accessed: May 6, 2017.
7. *Príloha Informatika ISCED 3A*. Bratislava : ŠPÚ, 2008. 8 p. Available: ([http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/statny-vzdelavaciprogram/informatika\\_isced3a.pdf](http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/statny-vzdelavaciprogram/informatika_isced3a.pdf)). Last accessed: May 4, 2017.
8. *Výsledky slovenských 15-ročných žiakov sú podľa medzinárodnej štúdie PISA 2015 pod priemerom krajín OECD*. Available: (<https://www.minedu.sk/vysledky-slovenskych-15-rocnych-ziakov-su-podla-medzinarodnej-studie-pisa-2015-pod-priemerom-krajin-oecd/>). Last accessed: April 30, 2017.

**Reviewed by:** Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

### Contact address

Mgr. Katarína Zajacová  
Pedagogická a sociálna akadémia bl. Laury  
Kalinčiakova 24, 917 01 Trnava  
E-mail: zajacova.katarina@gmail.com

# USING SOCIAL MEDIA IN HIGHER EDUCATION: AN APPROACH FOR ACTIVE ENGAGEMENT OF STUDENTS

Errikos SIAKAS, Kerstin SIAKAS, Maria TSITSEKIDOU, GR

**Abstract:** This paper discusses the adoption and use of social media in Higher Education (HE) as a contemporary approach to actively involve students in their learning process. The Unified Technology Adoption approach was identified as a suitable underlying theory for our study, which comprised a survey involving two HE institutions in both Greece and Finland. The aim of the study was to identify bottlenecks and success factors in the adoption and use of social media in education and based on the results to propose guidelines for planning social media based learning activities. Our study concentrated on Information Systems (IS) and Information Technology (IT) students. The analysis of viewpoints enriched our understanding of converging and diverging opinions from a student perspective. The results showed that for planning learning/teaching activities with the use of social media as a pedagogical approach, the infrastructure is the most important factor to take into consideration followed by social influence. To verify the findings from the survey a follow-up survey was undertaken, which confirms the findings and reveals what social media tools the HE students prefer.

**Keywords:** social media adoption, social media in Higher Education, social media in learning, social network sites.

## 1 Introduction

In recent years, technology enhanced learning, including distance learning, has become a fundamental part of HE [41]. Rapid advances in Information and Communication Technologies (ICTs) and the internet have initiated fast and easy access to new electronic learning environments. Achieving student engagement seems to be more important in online technology based courses than in on-campus courses, because online students have fewer ways to engage with the institution and probably also greater demands on their time and attention [28].

### 1.1 Collaborative Learning

Collaborative Learning (CL) includes discussion, argumentation and reflection. Collaborative Learning Environments (CLEs) are opposed to Individual

Learning Environments (ILEs) and have an important effect on learning because they lead to a better processing of the information upon a task [23]. CL is a contemporary way of structuring activities in a learning environment in a way aiming to bring a deep and complete learning capability to the participants.

Human learning and development are strongly affected by social content. There is a view of [3] arguing that learning is an individual process in which a person can be benefitted or not, per the interaction with each other. Therefore, improvement can be obtained via communication regarding certain problems or tasks among the students, which can positively affect reflection and planning. Computer Assisted Collaborative Learning (CACL) provides an appropriate environment for enhancing students' learning processes via collaboration with the use of Computer Mediated Communication (CMC) and SNSs. In a CACL environment, students can use the provided tools, to communicate, share information and expertise [19].

The use of SNSs in HE is a recent trend for increasing the motivation of the students and for enhancing their education. Social media and digital literacy is high among young people. The use of SNSs in HE is likely to increase the means to persuade and influence, and the ability to reach a wider audience. Students are no longer just consumers of information and teaching material, but potential active content creators and distributors.

However, there is a different amount of contribution among the students depending on the type of their motivation. The concept of motivation can explain the reason of different levels in a student's contribution in CACL. Motivation is an important factor that influences learning attitude and behavior [11]. As motivation means to be moved to do something, it can be used as the degree of self-determination of learners [34]. A person can have little or a lot of motivation [37], also referred as a-motivation versus motivation, with a-motivation expressing the lack of intention to act. However, the effort of someone to pursue a goal cannot be expressed only by the amount of motivation, but also from the type of the motivation. The Self-Determination Theory (SDT) describes the type of motivation per its origin; the theory targets the types, rather than just amount, of motivation, focusing to autonomous motivation, controlled motivation, and a-motivation as predictors of performance, relational, and well-being outcomes [37] Therefore, there can be a distinction of motivation in extrinsic and intrinsic [38].

## **1.2 Social Networking Sites for Improved Learning**

Oradini and Saunders [31] postulate that Social Networking Sites (SNSs) can increase the engagement of the students in an online learning community as

they offer a technology which is well-known among their generation. By using SNSs in HE there is a potential to enable new pedagogic, student-centered ways through their bottom-up approach for supporting knowledge activities that harness collective intelligence as opposed to hierarchical teacher-centered approaches [42]. This happens partly because learning becomes fun and is akin to leisure activities that these young people participate in, as opposed to remaining as spectators [14].

New SNSs emerge every day, including new opportunities and new challenges. Teachers are increasingly using social media tools to support and enhance teaching and learning both in on-line and in traditional classroom environments to provide new opportunities for enriching existing curriculum through creative, authentic, flexible and non-linear learning experiences. Numerous online courses nowadays include social networking to enhance collaboration and learner interaction. In many Learning Management Systems (LMS), social networking is embedded. Today, pedagogical tendencies, such as learning to learn, are considered to have greater impact on future experiences than the construction of domain specific knowledge itself [16] and thus social media tools facilitate effective and engaging collaboration.

Even though most SNSs appear to be similar regarding their characteristics of co-creation and knowledge sharing, many of them are different in terms of their purpose and the types of users they attract. Wikis, Blogs and social networking are now as important to learning as the lecture theatre and campus infrastructure in a traditional University campus [5]. They take the form of discussions via fora, blogs, and microblogging (mainly Twitter). When using SNSs in HE, learners are expected to take initiative and to play an active role in their learning process.

This paper considers the opinion of HE students from IT/IS departments at the University of Jyväskylä, Finland and at the Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, Greece regarding the adoption and use of social media in HE. The paper presents an analysis of responses to a survey which identifies and ranks important factors affecting the adoption and use of social media in HE. Also, guidelines for planning social media based learning activities are proposed.

## **2 Benefits of Using Social media in HE and IS/IT Education**

Active use of social media in the classroom is nowadays increasing. Seaman and Tinti-Kane [39] reported in their results from a survey including 7969 responses that in total 59% of faculty members consider that better learning outcomes can be achieved by using social media. At the same time, however

56% of faculty members consider that these technologies can be distracting in HE. Because of this disharmony concerning the role of social media in HE we should comprehend that social media tools are technology tools and applications like any other business or educational software [26]. They also found that more than 70% of instructors use social media at least once a month and 41% use social media in their teaching activities [39]. They also found that the positive impact on learning communities is significant based on the volume of social media use. Other scholars have also reported increased academic success and pedagogically encouraging academic outcomes in terms of learning performance and motivation using social media for teaching and learning purposes (10, 15, 17, 18, 20, 21, 24, 31, 35, 50). According to Dabbagh and Kitsantas [4] students consider that SNSs are more useful than traditional LMS because they provide more possibilities, such as online trouble shooting for projects where students can clear doubts concerning learning and completion of assessments, forums for exchanging information and experiences with teachers and peers and the creation of specialized groups to support certain topics in a syllabus. Supporters of SNSs to be used in HE suggest that social media leads to improved academic success because its enabling power to allow for the creation of personal learning environments that empower students with a sense of personal agency in the learning process [29].

The real benefits of using social media in HE are based on understanding different learning theories [15]. Social constructivist theory explains how and why interaction and social contacts are fundamental for learning [49]. Connectivism as a learning theory clarifies the prevailing technical point of view in which human beings are more connected when using different media such as social media [44]. Technology in general, and social media create a learning experience that makes students more interested in the learning process, because students use technology and social media to a high degree outside the university, during their leisure time. Networked students increasingly use Facebook, Google+, Instagram, Pinterest, Twitter, Skype, Viber, and YouTube among other Social Media Tools to communicate, create content and share knowledge. The Net Generation students have grown up with the technology, computers, video games, and the Internet. Because of this, they share common experiences and a culture that is defined by certain attributes and is related to how they interact with ICTs, information itself and other people. New learning experiences need to adapt to the new generation of learners by supporting a more collaborative, social, user-generated content view of the world.



According to Deng and Yuen [9], participants who use social media build an active audience engaged in collaborative content creation. This aligns with the constructivist learning paradigm, which views learners as active creators of knowledge, and learning as a social process. Using social media implies that both students and teachers become more active and involved on a personal level [12].

### 3 Technology adoption theories

A lot of theories deal with technology adoption. Diffusion theories of technology can partly explain the drivers of social media adoption. The first diffusion theory for technology innovations includes innovation diffusion theory [36]. It emerged in the 60s and comprehends the adoption of an innovation as a social process. Innovative technologies (infrastructure as well as applications) are likely to follow the same cycle of diffusion as other technology innovations and their adoption. New generations of students are likely to belong to the category of early adopters as defined by Rogers [36] in his innovation adoption theory and illustrated by among others Keesee and [22] as self-adopters.

Another explanation for technology adoption is the TRA (Theory of Reasoned Action). TRA has its background in developing technology diffusion and adoption theories [2]. Per this model, a person's activity is the result of their attitude and personal norms. In turn the attitude of a person is based on values and beliefs. The personal norms are based on motivation to act per accepted norms. To understand the factors and the processes affecting intention of people to use and adopt SNSs, it is necessary to understand the underlying theory. Theoretical models on user acceptance of Information Technology (e.g. Internet) articulate "*intention to use*" and "*actual use*" as the main dependent variables [48].

Intention to use IT is a valid predictor of behavior regarding adoption of technology. Several models explain behavioral viewpoints of consumers regarding new technology and intentions to use that technology, as for example:

- Theory of Reasoned Action (TRA) [13];
- Technology Acceptance Model (TAM) [7];
- Theory of Planned Behavior [1];
- Attitude Model of Fishbein including three sub-models: the attitude toward the object model, attitude toward the behavior model, and the theory of reasoned action [32, 40];
- Innovation Diffusion Theory [36];

- Combination of Models [30].

The TAM (Technology Acceptance Model) model [6, 7] discusses practical technology use issues. TAM emphasizes usefulness in addition to user friendliness. Mathieson et al. [27] for example emphasize that the TAM model should be expanded by adding available resources. Similarly, Venkatesh and Davis [47] expanded TAM further to include the concept of perceived usefulness. This model is called TAM2. Subsequently the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) was presented by Davis et al. [6, 8] The UTAUT deals with the social aspect which is a notable aspect in the emergence of social media in various areas including education. The major intentional factors of the UTAUT theory include the Performance Expectancy, Effort Expectancy, Social Influence and Facilitating Conditions. Other factors that influence intention to use and actual use are gender, age, experience and voluntariness of use [48].

#### 4 Our Study

The objective of our study was to explore what is important to the adoption of social media in HE based on both the views of students and teaching staff (instructors) to know what teaching staff should concentrate on when creating social media based learning activities for their students.

The research question considered which factors influence the adoption of social media in HE. To investigate this, we carried out a study in the academic year 2014–2015 comprising a structured survey aiming to graduate and postgraduate students of two IT/IS faculties in one university in Greece and one in Finland, as well as IT/IS faculty members with teaching responsibilities [26, 43]. The fact that all respondents were either students or teaching staff from the IS/IT field ensures a degree of homogeneity and familiarity with new technologies.

In this paper, we concentrate on the results from student responses, so that instructors can find out where to put emphasis when creating social media based learning activities. A comparison between results of students and faculty members is presented in Makkonen et al. [26]. Content developers need to especially be aware of what tools make sense in a current educational setting.

We selected the UTAUT approach for this study [26, 43], because it covers the various drivers for technology adoption. In this paper, we concentrate on social media adoption amongst IT/IS students.

The items (or social media services) for the survey were selected from Seaman's and Tinti-Kane's [39] reports. Thus, some newer services such as Instagram are not included in the study directly. We studied the items in the light of UTAUT. Derived from the UTAUT the major variables were gender, age, experience in the use of social media, voluntary use social media, infrastructure for using social media, meaning of social influence, ease of use of social media applications, help (benefit) of social media in a task or a study.

**Table 1:** The research process.

	<b>Main Study</b>	<b>Follow-up Study</b>
Level of Students	BSc & MSc	BSc
Number of Students	71 Finnish students 101 Greek students	239 Greek students
Aims of study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To explore what is important regarding the adoption of social media in HE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To validate the results</li> <li>• To investigate the use of social media by students</li> </ul>
Research Question	Which factors influence the adoption of social media in HE?	What social media tools have a positive impact on students learning?
Research Factors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experience in the use of social media</li> <li>• Voluntary use of social media</li> <li>• Infrastructure for using social media</li> <li>• Meaning of social influence</li> <li>• Ease of use of social media applications</li> <li>• Help (benefit) of social media in a task or a study</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Time spent on social media</li> <li>• Motivation of use</li> <li>• Concerns regarding social media use in education</li> <li>• Viewpoint of social media in education</li> <li>• Viewpoint of social media influence on learning processes</li> </ul>

A questionnaire including these main items concerning the adoption of social media was designed and distributed to IT/IS students and teaching staff in two universities in Finland and in Greece. In total 71 Finnish students, 20 females and 51 males, with mean age 25 years (range 19–57 years) and 101 Greek students, 22 females and 79 males, with mean age 23 years (age range 18–52 years) completed the questionnaire. The respondents rated each item

of social media adoption on a Likert scale of 1 to 5 (1= not significant and 5=significant).

To confirm the findings and further investigate the use of social media by students a follow-up study including an electronic on-line questionnaire with 239 undergraduate respondents was undertaken in the spring semester of 2015 [46] comprising 23.4% female and 76.6% male students. In total 57.3% of the students were 20–25 years old and 40.6% under 20 years old. No teaching staff was included in the following up study.

The aims of the follow-up study were to derive information that can lead to a better understanding of the issues for implementing social media in the education and learning processes.

Table 1 outlines the research process and provides geographic and demographic information.

## **5 Main Findings of the two studies**

### **5.1 Findings from the main survey involving 172 students**

Initial findings from the quantitative survey showed the importance of the different aspects of the UTAUT model when applied to the adoption of social media in HE [25].

The results showed that the priority when planning to use social media in HE is the need to pay special attention to ICT infrastructure before implementing social media solutions. The second issue concerns the selection of the most suitable platforms in terms of usability. After this an educator, should discuss how e-learning on social media should be organized to support learners' development in their work and/or studies. We also found that the students consider the social influence highly important. This should be looked at while creating social-media-based learning activities. We must especially be aware what tools make sense in the current HE. To investigate what tools are suitable per students in the same educational settings, a follow-up study was carried out aiming to increase understanding of social media tools that students prefer in their leisure time and in their learning environment. In this way, we can create learning activities in which the students can experience contemporary learning with modern tools which they prefer. By using popular social media tools, that students consider useful for their learning, it may motivate them in further steps of their studies.

When comparing male and female students no significant difference was found except in the general experience in social media. Male students were

more experienced than female students. Other studies have found similar results [45]. The follow-up study did not find any relationship between the gender of students and the activity reported by students regarding their use of Facebook [46]. Pearsons chi-square tests were used for both undergraduate and post-graduate students.

## 5.2 Findings from the follow-up survey involving 239 students

The follow-up study towards undergraduate students [46] confirmed that 69.9% of the students believe that the use of social media in HE is important, and facilitates learning in a positive way. Students consider that Facebook groups are useful as a collaborative learning tool. Per the students' statements the first three benefits of using social media in learning are unconscious learning, knowledge sharing and organizational skills.

The social media tools that students use in their private lives were ranked per their popularity in table 1.

Table 2 shows that YouTube was ranked as the most popular in general by the students with 99%, Facebook followed second with 93% and Skype third with 75%.

The three social media tools that are considered most important for learning by the undergraduate respondents are:

1. *YouTube* comes first of Social media tools with 94% of the respondents rating it important for learning (18% of the correspondents, state that YouTube can have a little contribution to their learning process, 28% fair contribution, 29% big contribution, 19% very big contribution, whilst only 6% believe that YouTube is unsuitable to their educational needs).
2. *Facebook* comes second with 81% of the respondents considering that it contributes to their learning (40% of the students' state that the contribution of Facebook is little, 25% fair, 10% big, 6% very big, whilst 19%, do not consider Facebook a suitable learning tool).
3. *Blogs* are considered as an important social media tool in learning by 77% of the respondents (17% of the students, state that Blogs help them but a little, 28% that Blogs are helpful, 10% very helpful, 5% immensely helpful, whereas 40% do not support the idea of applying Blogs in their daily learning sources).

The percentages for perceived importance of social media use in HE are slightly lower than the actual use in private life reported by the respondents. The results show that YouTube and Facebook are both popular in students'

leisure time, but also consider as the social media tools that provide the highest potential learning outcome.

**Table 2:** Popularity ranking of Social Media tools by Greek IT students.

	<b>Social Media</b>	<b>Percentage [%]</b>
1	YouTube	99
2	Facebook	93
3	Skype	75
4	Forums	52
	Blogs	45
5	Wikis	
	Google Plus	
6	Instagram	
7	Twitter	15
8	LinkedIn	6
9	Second Life	1

## 6 Guidelines for social-media-based learning activities

It was evident from both the literature review and our investigations that teaching staff that lags behind young largely digital native generations need to acquaint themselves with new technologies and approaches to ensure smooth and effective introduction of social media in HE. Also, social media could provide opportunities for disadvantaged groups such as the disabled and dispersed people in rural communities to participate in education. To meet these challenges, we propose the following guidelines:

- *Creation of a social media strategy in teaching of modules and courses:* Instructors should discuss how e-learning and social media should be organized so that the technology approaches support learners in their studies. Our study showed that students value IT infrastructure as the most important factor and social influence as second highly important factor [25]. The usability issues were also considered important. These should be looked at while creating social media based learning activities. We should take into consideration what tools make sense in the current education. The strategy should include these elements as well as the selection of adequate tools for each teaching and learning context [46]. Knowledge gained by investigating what social media tools students use in their leisure time can be used by instructors for deciding suitable tools in the learning environment.

- *Analysis of learning conditions of students:* Instructors are not usually aware of infrastructure conditions at learners' homes. Since our results show that students consider that infrastructure is the most important factor for adopting social media this should be analyzed as the first step in developing new learning activities based on social media. Vulnerable groups who are subject to social disadvantage because of age, disability and other factors (low educational achievement, poverty and living in remote rural areas) are not included or are not keeping pace with technological developments and opportunities [51]. It is important that digitally excluded learners are not disadvantaged further by the introduction of social media in HE.
- *Alignment of appropriate social media tool with learning context:* When instructors decide what social media tools to adopt in teaching/learning it is important that the learning aspect they are attempting to focus on are taken into consideration for maximum efficacy. Our findings also suggest that instructors of traditional teaching environments similarly could make effective use of social media, such as Facebook, which learners tend to see as a tool that can invoke abilities of unconscious learning, knowledge sharing and organizational skills.
- *The quality and reliability of the social information used:* Information sourced, and used, via social media, and the Internet may come to a learner in unfiltered formats, which elicits questions about the authenticity, validity and reliability of the information. Instructors need to emphasize how learners in their studies can become information literate.
- *Consideration of the ethical and legal issues invoked using social media in HE:* Instructors, alongside learners require a code of conduct that will explicitly state what is, or is not, acceptable ethical behavior in the use of social media in HE. Such a code should cover issues such as online harassment/abuse, authenticity of participants, privacy, intellectual property, etc.
- *Security and service disruptions:* Potential security risks involved in contributing content should be addressed. Risk management including contingency plans should be created for potential service disruption.

## 7 Conclusion and Further work

Our main study interpreted the meaning of the different aspects of the UTAUT model when applied to the adoption of social media in HE. Based on our results the priority is the need to pay special attention to infrastructure of ICTs before implementing social media solutions. Another issue is that we are not aware of

the conditions at home. Thus, the learning conditions of learners should be analyzed as the first step in outlining new learning activities based on social media. The second most important factor is the selection of the best platforms in the light of usability. After this an educator, should discuss how e-learning on social media should be organized to support learners' development in their work and/or studies. We found that the students consider the social influence highly important. The follow-up studies investigated what social media tools are preferred by students and if they have a positive impact on students' learning. Based on our results we also proposed guidelines for planning social-media-based learning activities

In future, we are going to present further analyses of data from our studies and other similar studies we have carried out to build a complete picture of major success factors in social-media-based learning. We are interested in understanding what social media skills of teaching staff should be developed to run successful social-media-based learning courses.

*We would like to thank students, teaching staff and researchers at both ATEI of Thessaloniki and Jyväskylä University for providing the Greek and Finnish data and for useful comments regarding the results of the survey.*

## References

1. AJZEN, I. The theory of planned behavior. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 1991, pp. 179–211.
2. AJZEN, I. – FISHBEIN, M. *Understanding attitudes and predicting social behavior*, 1980, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
3. BLAYE, A. – LIGHT, P. Collaborative problem solving with HyperCard: the influence of peer interaction on planning and information handling strategies, in *Computer supported collaborative learning*, 1995, January, pp. 3–22, Springer Berlin Heidelberg.
4. DABBAGH, N. – KITSANTAS, A. Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning, *Social Media in Higher Education*, 2012, 15 (1), pp 3–8.
5. DANIEL, J. Making sense of MOOCs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. *Journal of Interactive Media in Education*, 2012 [online] (<http://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/2012-18/>).
6. DAVIS, F. D. – BAGOZZI, R. P. – WARSHAW, P. R. User acceptance of computer Technology: a comparison of two theoretical models, *Management Science*, 35(8), 1989, pp. 982–1003.
7. DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technologies, *MIS Quarterly*, Vol. 13 No. 3, 1989, pp. 319–40.
8. DAVIS, III., C. H. – DEIL-AMEN, R. – RIOS-AGUILAR, C. – GONZALEZ-CANCHE, M. S. *Social Media in Higher Education: A literature review and research directions*, published 2012, by the Center for the Study of Higher Education at the University of Arizona and Claremont Graduate University



9. DENG, L. – YUEN, A. H. K. Towards a framework for educational affordances of blogs. *Computers & Education*, 56, 2011, pp. 441–451.
10. DENG, L. – TAVARES, N. From Moodle to Facebook: Exploring students' motivation and experiences in online communities. *Computers & Education*, 68, 2013, pp. 167–176.
11. FAIRCHILD, A. J. – HORST, S. J. – FINNEY, S. J. – BARRON, K. E. Evaluating existing and new validity evidence for the Academic Motivation Scale. *Contemporary Educational Psychology*, 30(3), 2005, pp. 331–358.
12. FARAON, M. – CRONQUIST, B. – KAIPAINEN, M. Social Media Affordances in Net-based Higher Education, *IADIS Int'l Conference on International Higher Education*, 2011, pp. 27–37.
13. FISHBEIN, M. – AJZEN, I. *Belief, attitude, intention, behavior: An introduction to theory and research*. 1975, Addison-Wesley, reading, MA.
14. GEORGIADOU, E. – MAKKONEN, P. – SIAKAS, E. – SIAKAS, K. Benefits and Challenges of Social Media in Learning: A Cross-cultural Study, *E-Learn 2014 – World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, New Orleans, LA, United States, October 27–30, Vol. 1 No. 1, 2014, pp. 313–318.
15. GRAHAM, M. Social Media as a Tool for Increased Student Participation and Engagement Outside the Classroom in Higher Education, *Journal of Perspectives in Applied Academic Practice*, Vol. 2, Iss. 3, 2014, pp. 16–24.
16. GRODECKA, K. – WILD, F. – KIESLINGER, B. *How to Use Social Software in Higher Education handbook*. iCamp project, 2009 [online] (<https://www.zsi.at/object/news/390/attach/icamp-handbook-web.pdf>).
17. GROVER, A. – STEWART, D. W. Defining interactive social media in an educational context. In C. M. Marovich and J. Stanaityte (Eds.), *Cutting edge social media approaches to business education: Teaching with LinkedIn, Facebook, Twitter, Second Life, and Blogs*, 2010, pp. 7–38, Charlotte, NC: Information Age Publishing.
18. HRASTINSKI, S. – AGHAEI, N. How are campus students using social media to support their studies? An explorative interview study. *Education and Information Technologies*, Vol. 17, Iss. 4, 2012, pp. 451–464.
19. HERTZ-LAZAROWITZ, R. – BAR-NATAN, I. Writing development of Arab and Jewish students using cooperative learning (CL) and computer-mediated communication (CMC). *Computers & Education*, 39(1), 2002, pp. 19–36.
20. JUNCO, R. The relationship between frequency of Facebook use, participation in Facebook activities, and student engagement. *Computers & Education*, Vol. 58, Iss. 1, 2011, pp. 162–171.
21. JUNCO, R., – ELAVSKY, M., – HEIBERGER, G. Putting Twitter to the test: Assessing outcomes for student collaboration, engagement and success. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 44, Iss. 2, 2013, pp. 273–287.
22. KEESEE, S. G. – SHEPARD, M. Perceived Attributes Predict Course Management System Adopter Status, *Online Journal of Distance Learning Administration*, 4 (1), 2011.
23. KIRSCHNER, F. – PAAS, F. – KIRSCHNER, P. A. A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational Psychology Review*, 21(1), 2009, pp. 31–42.
24. LAU, R. W. H. – YEN, N. Y. – LI, F. – WAH, B. Recent development in multimedia e-learning technologies. *World Wide Web* 17 (2), 2014, pp. 189–198.
25. MAKKONEN, P. – GEORGIADOU, P. – HARJINDER, R., – SIAKAS, K. What promotes the adoption of social media in the teaching of IS/ICT and what constrains it? – Students' perspective, DSI annual meeting, 2015.

26. MAKKONEN, P. – GEORGIADOU, E. – RAHANU, H. – SIAKAS, K. Adoption of social media in the teaching of IS/ICT: Comparing students to faculty members, *27th annual conference of the Society for Information Technology and Teacher Education, (Site2016)*, Savannah, Georgia, US.
27. MATHIESON, K. – PEACOCK, E. – CHIN, W. W. Extending the technology acceptance model: the influence of perceived user resources. *ACM SIGMIS Database*, 32(3), 2001, pp. 86–112.
28. MEYER, K. A. Student Engagement in Online Learning: What Works and Why, *ASHE Higher Education Report*, Vol. 40, Iss. 6, 2014, pp. 1–114, Wiley Online Library.
29. MINOCHA, S. – KERAWALLA, L. University students' self-motivated blogging and development of study skills and research skills in M. J. W. Lee, C. McLoughlin (Eds.), *Web 2.0-based e-Learning: Applying social informatics for tertiary teaching*, IGI Global, Hershey, PA, 2011, pp. 149–179.
30. NYSVEEN, H. – PEDERSEN, P. E. – THORBJORNSEN, H. Intentions to Use Mobile Services: Antecedents and Cross-Service Comparisons, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 33 (3), 2005, pp. 330–346, New York: Free Press.
31. ORADINI, F. and SAUNDERS, G. Social networking: Connecting students and staff. 2008, *ALT-N Newsletter*, 13.
32. ONKVISIT, S., – SHAW, J. J. *Consumer Behaviour: Strategy and Analysis*. 1994, MacMillan College Publ. Company, New York.
33. ORADINI, F. – SAUNDERS, G. The use of social networking by students and staff in higher education, On-Line Learning Development, 2008 [online] (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.520.772&rep=rep1&type=pdf>).
34. RIENTIES, B. – TEMPELAAR, D. – VAN DEN BOSSCHE, P. – GIJSELAERS, W., – SEGERS, M. The role of academic motivation in Computer-Supported Collaborative Learning. *Computers in Human Behavior*, 25(6), 2009, pp. 1195–1206.
35. RODRIGUES, J. E. Social Media Use in Higher Education: Key Areas to Consider for Educator, *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching* Vol. 7, No. 4, 2011, pp. 539–550.
36. ROGERS, E. M. *Diffusion of Innovations* (5th edition), 2003, New York: Free press.
37. RYAN, R. M. – DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 2000, pp. 68.
38. RYAN, R. M. – DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 2000, pp. 54–67.
39. SEAMAN, J. – TINTI-KANE, H. *Social media for teaching and learning*, 2013 [online] (<http://www.pearsonlearningsolutions.com/assets/downloads/reports/social-media-for-teaching-and-learning-2013-report.pdf#view=FitH,0>).
40. SCHIFFMAN, L. G – KANUK, L. L. *Consumer Behavior* (5th edition), 1994, Prentice Hall International editions, New Jersey.
41. SIAKAS, K. – GEVORGYAN, R. – GEORGIADOU, E. IT Methods and Techniques Applied to Educational Quality Enhancement, *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)*, Vol. 2, No 3, 2011, pp. 79–90.
42. SIAKAS, K. – BELIDIS, A. – SIAKAS, E. Social media marketing for improved branding and valorisation in small family businesses, International Conference on Contemporary Marketing Issues (ICCM 2014), 18–20 June, ISBN 978-960-287-145-4, Athens, Greece, 2014, pp. 764 – 772.

43. SIAKAS, K., – MAKKONEN, P. – SIAKAS, E. – GEORGIADOU, E. – RAHANU, H. Social Media Adoption in Higher Education: A case study involving IT/IS Students and Teaching Staff, *International Journal of Social Media and Interactive Learning Environments*, 2017, Vol. 5, No. 1 [online] (<http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijsmile>).
44. SIEMENS, G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning* Vol. 2, No. 1, 2005, pp. 3–10. [online]: ([http://www.itdl.org/Journal/Jan\\_05/article01.htm](http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm)).
45. STATISTICS FINLAND. Social media: Survey on the use of interactive media and social networking services (Sosiaalinen media: verkkomedian ja yhteisöpalvelujen käyttö), 2010, [online] ([http://www.stat.fi/til/sutivi/2010/sutivi\\_2010\\_2010-10-26\\_kat\\_003\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/sutivi/2010/sutivi_2010_2010-10-26_kat_003_fi.html)).
46. TSITSEKIDOU, M. *Social Networks in Higher Education*, Master's thesis Alexander Technological Educational Institution of Thessaloniki, Department of Informatics, Post-graduate Programme 'Web-Intelligence' Sept. 2015.
47. VENKATESH, V. – DAVIS, F. D. A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, Vol. 46, No. 2, 2000, pp. 186–204.
48. VENKATESH, V. – MORRIS, M. G – DAVIS, F. D. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, *MIS Quarterly*, Vol. 27, No. 3, 2003, pp. 425–478.
49. VYGOTSKY, L. S. *Mind and society*. 1978, Cambridge, MA: Harvard University Press.
50. WELCH, B. – BONNAN-WHITE, J. Twittering to increase student engagement in the university classroom. *Knowledge management E-Learning: An International Journal*, Vol. 4, Iss. 3, 2012, pp. 325–345.
51. WHITNEY, G. – KEITH, S. – BÜHLER, C. B. – HEWER, S. – LHOTSKA, L. – MIESENBERGER, K. – SANDNES, S. – FRODE E., – STEPHANIDIS, C. – VELASCO, C. A. *Twenty-five years of training and education in ICT Design for All and Assistive Technology*. *Technology and Disability*, Vol. 23, No. 3, 2011, pp. 163–170. ISSN 1055-4181.

**Reviewed by:** prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

### Contact address

Professor Kerstin Siakas, PhD.

Department of Informatics, Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, P. O. Box 141, GR057400, Greece

E-mail: [siaka@it.teithe.gr](mailto:siaka@it.teithe.gr)

# ROZVOJ EKONOMICKÉ GRAMOTNOSTI NA 2. STUPNI ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Svatopluk SLOVÁK, Radim ŠTĚPÁNEK, ČR

**Abstrakt:** Vzhledem ke společensko-ekonomickým podmínkám roste naléhavost orientace občanů v ekonomických otázkách. Je tudíž žádoucí, aby se ekonomické vzdělávání stalo důležitou součástí přípravy žáků v počátečním vzdělávání, a to již na základních školách. Této problematice, resp. analýze stavu na vybraných základních školách se věnuje následující příspěvek.

**Klíčová slova:** ekonomické vzdělávání, základní škola, Školní vzdělávací program.

## DEVELOPMENT OF ECONOMIC LITERACY AT THE 2ND STAGE OF PRIMARY SCHOOLS

**Abstract:** Due to socio-economic conditions, the urgency of citizens' orientation in economic issues is increasing. Therefore, it is desirable for economic education to become an important part of the preparation of pupils in initial education, already at primary schools. The contribution is devoted to the analysis of the situation at selected primary schools.

**Keywords:** economic education, primary school, school education program.

### 1 Úvod

Stěžejním požadavkem na vzdělávací systém je vybavit člověka kompetencemi, které mu pomohou využít svých osobnostních předpokladů pro úspěšné uplatnění v životě. Vzdělávací systém tak musí dynamicky reagovat na aktuální společensko-ekonomické trendy. Vzdělávání probíhá v proměnlivých podmínkách z pohledu makroprostředí (hospodářská praxe a její podněty, školská politika a legislativa, požadavky kurikula, vývoj pedagogických věd atd.) i mikroprostředí (klíma konkrétní školy, výukové prostory, školní vzdělávací programy, učební plány, materiálně technické vybavení). S ohledem na změny ve společnosti v posledním období výrazně narůstá naléhavost dobré orientace občanů v ekonomických otázkách. Ekonomická gramotnost se tak stává podstatnou složkou tzv. klíčových kompetencí. Jeví se tudíž jako nezbytné věnovat zvýšenou pozornost ekonomickým otázkám již na základních školách.

## 2 Ekonomické vzdělávání na základních školách

Pokud se na problematiku ekonomického vzdělávání díváme z pohledu základního vzdělávání, pak vedle působení na formování osobnosti žáků (samostatnost, rozhodnost, kreativita, poctivost, etika, mravní normy) je zde stěžejní všeobecně vzdělávací funkce. Občan by měl disponovat všeobecným ekonomickým přehledem, racionálně hospodařit se svým majetkem a financemi, orientovat se v základních otázkách pracovního poměru a soukromého podnikání. Již od základních škol je potřeba zvyšovat účinnost výchovně vzdělávacího procesu a směřovat ke zkvalitnění ekonomického vzdělávání. Výběr podstatných ekonomických poznatků a jejich přeměna v potřebné, srozumitelné a žákům přiměřené učivo však není jednoduchou záležitostí.

V České republice jsou v této oblasti často používanými pojmy „**finanční gramotnost**“, resp. „**finanční vzdělávání**“. Finanční vzdělávání je jednou z mála oblastí vzdělávání, která má vládou schválenou strategii – Národní strategii finančního vzdělávání. Ta se zabývá významem a principy finančního vzdělávání a roli jednotlivých subjektů. Stěžejním dokumentem pro finanční vzdělávání žáků v počátečním vzdělávání je pak Systém budování finanční gramotnosti na základních a středních školách. V tomto dokumentu jsou uvedeny tzv. Standardy finanční gramotnosti, které vymezují cílový stav úrovně finanční gramotnosti pro jednotlivé stupně, resp. stanovují obsah a výsledky v dílčích tematických okruzích (peníze, hospodaření domácnosti, finanční produkty, práva spotřebitele) a jsou jedním z východisek při tvorbě konkrétních vzdělávacích programů. Jedná se v podstatě o problematiku správy osobních, resp. rodinných financí. Finanční gramotnost tak představuje soubor znalostí, dovedností a hodnotových postojů občana nezbytných k tomu, aby byl schopen vystupovat na trhu finančních produktů a služeb, orientoval se v problematice peněz a cen a byl schopen spravovat osobní rozpočet.

Mezi finanční vzdělávání a ekonomické vzdělávání se často dává rovnítka. **Ekonomické vzdělávání (nebo též ekonomickou gramotnost)** je nutno chápat širěji. Finanční vzdělávání je jen dílčí složkou (byť podstatnou) vzdělávání ekonomického. Ekonomické vzdělávání zahrnuje vedle dalších témat úzce souvisejících s finanční oblastí (numerická gramotnost, daňová oblast, informační gramotnost, právní gramotnost) také mikroekonomické a makroekonomické aspekty (fungování ekonomického systému, principy tržní ekonomiky jako ekonomického systému, principy chování ekonomických subjektů, orientace v základních vztazích a porozumění základním makroekonomickým veličinám a ukazatelům).

Relativně samostatnou tematikou je problematika volby povolání a profesní orientace, kterou taktéž můžeme zařadit do ekonomického vzdělávání (mj.

otázky pracovního poměru, podnikání, sociálního systému apod.). Tuto oblast řeší Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání v rámci vzdělávací oblasti Člověk a svět práce a pro potřeby tohoto příspěvku ji ponechme stranou, byť souvislost je zřejmá.

### 3 Ekonomické vzdělávání v Rámcovém vzdělávacím programu

Také s ohledem na výše uvedené skutečnosti je ekonomické problematice věnována pozornost v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV). Ekonomické otázky jsou povinnou součástí základního vzdělávání a základní školy jsou povinny problematiku zapracovat do svých školních vzdělávacích programů.

Toto se týká již prvního stupně, kdy jsou ekonomické témata součástí vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět a žák by měl být veden k orientaci v problematice peněz a cen a k odpovědnému spravování rodinného rozpočtu. Výstupy vzdělávání (mj. používání peněz v běžných situacích, kontrola ceny nákupu a vrácených peněz, nemožnost realizace všech chtěných výdajů, orientace v základních formách vlastnictví atd.) jsou definovány pro konec druhého období. Problematika je na většině škol zařazována do předmětu Vlastivěda ve čtvrté a páté třídě.

Na druhém stupni základních škol by mělo být ekonomické vzdělávání povinně součástí vzdělávací oblasti Člověk a společnost. Tato oblast má dva vzdělávací obory: Dějepis a Výchova k občanství. Stanovené cíle (v rámci vzdělávacího oboru Výchova k občanství) jsou naplňovány prostřednictvím povinného tematického okruhu Člověk, stát a hospodářství. V rámci tohoto tematického okruhu by měla být pozornost zaměřena na oblasti majetku a vlastnictví, peněz, hospodaření a rozpočtu domácnosti. V návaznosti na tento vzdělávací obsah jsou relativně podrobně definovány požadované výstupy vzdělávání, resp. vzdělávací cíle.

### 4 Analýza stavu na vybraných základních školách

Průzkumy realizované v České republice naznačují, že ekonomické vzdělávání se na základních školách potýká s mnoha problémy. Autoři tohoto příspěvku mají ambice přinést další informace o stavu ekonomického vzdělávání na základních školách. **V průběhu března a dubna tohoto roku tak provedli analýzu školních vzdělávacích programů jedenácti základních škol v Ostravě a okolí.** Seznam škol je zřejmý ze seznamu použité literatury za tímto příspěvkem. Analyzovanou oblastí ŠVP bylo ekonomické vzdělávání

na druhém stupni. Analýza byla provedena zejména s ohledem na realizovatelnost a praktičnost, odbornou správnost, jasnost a srozumitelnost, otevřenost a sevřenost, aktuálnost vzhledem k trendům a společenským výzvám.

Komplexní zpráva z provedeného šetření se teprve připravuje, nicméně pro potřeby tohoto příspěvku lze formulovat následující dílčí závěry:

- V podstatě na všech jedenácti základních školách je ekonomické vzdělávání zakomponováno (v souladu RVP ZV) zejména do vzdělávací oblasti Člověk a společnost, vzdělávacího oboru Výchova k občanství. Ten je realizován prostřednictvím předmětů buď „Občanská výchova“ nebo „Výchova k občanství“ s obvyklou dotací jedna hodina týdně v 6., 7., 8. i 9. ročníku.
- Mezi školami jsou však výrazné rozdíly z pohledu vzdělávacího obsahu. Na některých školách je široce pojatý, nadstandardní pro daný stupeň vzdělávání. U některých škol však byly zjištěny nedostatky, např. absence některých témat stanovených Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání. Učivo mohlo být rozpracováno precizněji, resp. konkrétněji. Problémem je také uspořádání jednotlivých témat z pohledu návaznosti učiva. Na některých školách jsou témata postupně zařazována plynule do všech čtyř ročníků. Další skupina škol zařazuje dva větší celky s větší pauzou (př. do 6. a 8. ročníku nebo do 7. a 9. ročníku), některé školy koncentrují učivo pouze do jednoho ročníku (př. až do 9. ročníku), což rozhodně není optimální. Na žádné z jedenácti základních škol není do učebního plánu zařazen samostatný předmět zaměřený na předmětnou problematiku. Výjimkou je Základní škola ve Fryčovicích, kde je předmět Finanční gramotnost. Ten je však součástí učebního plánu pro první stupeň.
- Evidentní problémy jsou také ve formulovaných výstupech z učení. V několika případech jsou pouze převzaty z Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Ne vždy jsou vhodně provázány s deklarovaným učivem, resp. vzdělávacím obsahem.
- Pozitivem je evidentní snaha o propojenost výuky s praktickým životem, snaha o metodickou pestrost vedení výuky, rozmanitost také z pohledu organizačních forem vyučování a využívání materiálně didaktických prostředků. Většina sledovaných škol má ve svých školních vzdělávacích programech dobře rozpracována související průřezová témata. Školy se také snaží zapojovat do projektů zaměřených na sledovanou problematiku.
- Pozitivně lze hodnotit zpracovanost mezipředmětových vztahů, která je pro ekonomické vzdělávání nezbytná. Finanční otázky jsou ve většině

případů vhodně zapracovány také do vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie, ale zejména do oblasti Matematika a její aplikace. Finanční problematika je zařazována do matematických úloh, výuka matematiky tak výrazně přispívá k rozvoji finanční gramotnosti. Na dvou školách je přímo zařazen předmět Finanční matematika.

## 5 Závěr

Cílem příspěvku bylo zejména informovat čtenáře o dílčích závěrech analýzy školních vzdělávacích programů vybraných základních škol. Oblasti analýzy bylo ekonomické vzdělávání na druhém stupni. Lze konstatovat, že Školní vzdělávací programy jsou ve většině případů dobrým předpokladem rozvoje finanční a ekonomické gramotnosti žáků a předmětným otázkám je věnována adekvátní pozornost. Nicméně byla provedena pouze analýza kurikulárních dokumentů, nikoli důkladnější seznámení se s reálnou situací na školách. Navíc i výše uvedené šetření odhalilo mnohé nedostatky a v přípravě žáků na základních školách je určitě stále co zlepšovat. Toto se netýká jen základních škol, ale také fakult připravujících učitele. Didaktika ekonomických předmětů by se měla stát nedílnou součástí pregraduální přípravy budoucím učitelů v rámci vzdělávacího oboru Výchova k občanství.

## References

1. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha : MŠMT, 2017. Dostupné na: ([http://www.nuv.cz/uploads/RVP\\_ZV\\_2017.pdf](http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2017.pdf)).
2. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Brušperk : Základní škola Vojtěcha Martínka Brušperk, 2016.
3. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Ostrava : Základní škola a Mateřská škola Šeříkova 33 Ostrava-Výškovice, 2016.
4. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Bolatice : Základní škola a Mateřská škola Bolatice, 2016.
5. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Rožnov pod Radhoštěm : Základní škola Pod Skalkou Rožnov pod Radhoštěm, 2016.
6. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Opava : Základní škola Šrámkova 4 Opava, 2016.
7. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Jistebník : Základní škola Jistebník, 2016.
8. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Ostrava : Základní škola Bohumínská 72 Slezská Ostrava, 2016.
9. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Ostrava : Základní škola Dětská 2/915 Ostrava-Poruba, 2016.
10. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Štítina : Základní škola generála Heliodora Píky a Mateřská škola Štítina, 2016.



11. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Fryčovice : Základní škola Fryčovice, 2016.
12. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Ostrava : Základní škola Jugoslávská Ostrava-Zábřeh, 2016.

**Reviewed by:** Ing. Miroslav Vala, CSc.

**Contact address**

Ing. Svatopluk Slovák, Ph.D. a Mgr. Radim Štěpánek, Ph.D.  
Ostravská univerzita v Ostravě, Katedra technické a pracovní výchovy,  
Pedagogická fakulta, Českobratrská 16, 701 03, Ostrava, ČR  
Tel.: +420597092610, e-mail: svatopluk.slovak@osu.cz

# AUTOMATICKÉ HODNOTENIE TESTOV Z MS EXCELU

Tibor SZABÓ, Ildikó PŠENÁKOVÁ, SK

**Abstrakt:** Kancelársky balík MS Office patrí k najrozšírenejším a najpoužívanejším softvérom v súčasnosti. Dokonalé zvládnutie práce s jeho súčasťami, hlavne s MS Word a MS Excel sa stalo prakticky nevyhnutnou požiadavkou v každej profesii, v ktorej sa používajú osobné počítače. Ovládanie mnohých zložitejších funkcií napríklad MS Excelu je potrebné na efektívnu a rýchlu prácu s tabuľkami, a predsa pre mnohých používateľov sú tieto funkcie doslova „strašiakom“. Aj keď sa práca s programom MS Excel už vyučuje na stredných školách, žiaľ, úroveň jeho zvládnutia študentmi je nedostatočná, a preto sa stáva súčasťou učiva v mnohých vysokoškolských študijných programoch. V príspevku uvádzame popis softvéru, ktorý sme vytvorili na automatické vyhodnotenie študentských testov z programu MS Excel. Softvér je schopný vyhodnotiť naraz viac testov rôznych typov. Na definovanie testov softvér používa XML súbor, v ktorom sú popísané jednotlivé otázky s viacerými parametrami. Napríklad v úlohách, v ktorých študent musí kopírovať excelovské výrazy, v XML súbore je uvedený pôvodný výraz, adresa pôvodného výrazu, smer a dĺžka kopírovania. Samozrejme, softvér má určité obmedzenia, ale napriek tomu môže byť užitočnou pomôckou pre učiteľa.

**Kľúčové slová:** MS Excel, C#, regulárne výrazy, XML, automatické vyhodnotenie.

## AUTOMATIC EVALUATION OF TESTS FROM MS EXCEL

**Abstract:** The MS Office suite is one of the most popular and most widely used software in the world today. Perfect handling of its components, especially with MS Word and MS Excel, has become a virtually indispensable requirement in any occupation where personal computers are used. Controlling many more complex features, such as MS Excel, is necessary for efficient and fast work with spreadsheets, and for many users, these features are literally „scary“. Even though MS Excel is already taught at secondary schools, its level of mastery is poor, and so it becomes part of the curriculum in many higher education programs. In the paper we describe the software that we created for the automatic evaluation of MS Excel student tests. The software is capable of evaluating multiple tests of different types at once. In defining the tests, the software uses an XML file that describes individual questions with multiple parameters. For example, in tasks where a student must copy Excel's expressions, the original is the original expression, the address of the

original expression, the direction and the length of the copy. Of course, the software has some limits, but it can still be a useful tool for the teacher.

**Keywords:** MS Excel, C#, regular expression, XML, automatic evaluation.

## 1 Úvod

Žiaľ, ešte aj v súčasnosti sa na univerzitách a vysokých školách stretávame s problémom, že študenti neovládajú správne používanie súčastí kancelárskych softvérových balíkov (MS Office, OpenOffice, LibreOffice, atď.), ktoré sú prakticky nevyhnutnou požiadavkou v každej profesii, v ktorej sa používajú osobné počítače. V prípade textových editorov sa stretávame s dokumentmi, z ktorých je viditeľné, že boli neodborne formátované, nepoužívajú základné možnosti a výhody editora a podobajú sa dokumentom napísaných obyčajným písacím strojom (bez zarovnaní, tabulátorov, automatických odrážok, číslovania a pod.). V prípade tabuľkových procesorov vidíme hlavne problém pri používaní rôznych funkcií. Študenti buď funkcie vôbec nepoznajú, a preto ich ani nepoužívajú, alebo ak aj poznajú, nevedia ich správne aplikovať na daný problém. A to hovoríme len o vedomostiach a zručnostiach, ktorými by už študenti mali disponovať po ukončení stredných škôl. Je teda evidentné, že počas štúdia túto medzeru vo vedomostiach študentov je nutné odstrániť.

## 2 Softvér na vyhodnotenie testov z MS Excelu

Podľa Rafajlovičovej cieľom testovania je objektívne a čo najpresnejšie zistenie úrovne kompetencií jedincov a skupín. Pomocou vyhodnotenia testov môžeme overiť efektívnosť vyučovania, zisťovať celkovú úroveň dosiahnutia cieľov; zisťovať postup učenia a rozvoj jednotlivých žiakov; zhromažďovať podklady na klasifikáciu študentov; získať informácie pre rozhodnutia o ďalšom vzdelávaní študentov; rozvíjať sebareflexiu a konštruktívnu sebakritiku študentov [5].

Schopnosť použitia vhodných funkcií pri riešení problémov v tabuľkovom procesore MS Excel podporuje aj analytické a kritické myslenie žiakov.

Mnoho učiteľov, hlavne staršej generácie, nevláda v dostatočnej miere prácu s tabuľkovým procesorom, a preto ho neradi aj učia. Na uľahčenie práce učiteľa sme vytvorili jednoduchý softvér, ktorý slúži na vyhodnotenie testov z MS Excelu a môže im pomôcť pri hodnotení žiakov.

Softvér je zatiaľ zameraný na hodnotenie použitých funkcií v testoch. Analýza a spracovanie excelovských výrazov znamenala najťažšiu časť vývoja. Počas riešenia tzv. úloh textového spracovania sme využili regulárne výrazy

[1, 4]. V ďalšej verzii chceme rozšíriť schopnosti nášho softvéru, napríklad na nájdenie alternatívnych riešení.

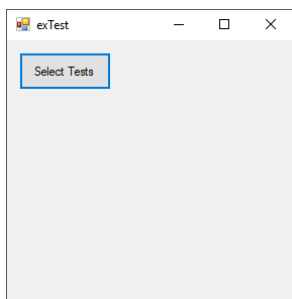
## 2.1 Vyhodnotenie testov

Test vytvorený na vyhodnotenie obsahuje uzavreté úlohy. Študent má na určené miesta dopĺňať excelovské výrazy (odpovede). Tieto typy úloh umožňujú objektívne a rýchle vyhodnotenie. Myslíme si, že úlohy typu „Vypočítaj sumu buniek do danej bunky...“, t. j. v ktorých sú uvedené konkrétne pokyny pre respondenta, sú z hľadiska konečného výsledku vyučovacieho procesu menej efektívne. Test by mal obsahovať úlohy priameho charakteru, ktoré vyžadujú od žiakov aplikáciu nadobudnutých vedomostí a zručností, schopnosť riešiť teoretické a praktické problémy, a tiež tvorivé a hodnotiace myslenie.

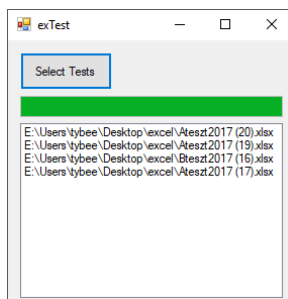
## 2.2 Program exTest

Softvér je vyvíjaný v programovacom jazyku C# pre platformu .NET Framework 4.5.2, popritom využíva aj knižnice Microsoft Office Library 15.0 a 16.0. Súbor programu MS Excel sa otvára na pozadí, čo zapríčiňuje spomalenie činnosti, napríklad vyhodnotenie 10 testov trvá 38,4 sekúnd (konfigurácia PC: Windows 10 x64, Intel Core i5-3310M, RAM 6GB DDR3).

Na obrázku 1 vidíme obsah úvodnej obrazovky v programe exTest a počas hodnotiaceho procesu, teda pri vyhodnotení testov. Ako je viditeľné, súčasne je možné vyhodnocovať aj viac testov. Je nutné uviesť, že program je vytvorený pre novšie verzie MS Excelu a súbory musia byť typu \*.xlsx.



a) úvodná obrazovka programu



b) hodnotiaci proces

**Obrázok 1:** exTest v akcii.

Ako výsledok vyhodnotenia dostaneme ďalší excelovský súbor s názvom results.xlsx (obrázok 2), ktorý obsahuje výsledky vyhodnotených testov (meno, aprobácia, číslo ISIC, typ testu, získané body za jednotlivé otázky,

suma dosiahnutých bodov). Tento súbor je umiestnený v adresári, kde je uložený aj samotný softvér.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
ISIC	Stud. prog	File	Type of Test										
175075	RCM16b	E:\Users\tA		3	5	0	0	0	7	0	9	0	24
2516405934	2PEM15b	E:\Users\tA		3	5	5	5	0	7	0	0	0	25
2516671262	2PEM15b	E:\Users\tB		3	5	0	5	0	7	0	0	0	20
2516752014	2PEM15b	E:\Users\tA		3	5	0	5	0	0	0	0	0	13
3816519707	PEM15	E:\Users\tB		0	5	0	5	0	7	0	0	0	17
174926	RCM16b	E:\Users\tB		0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
177310	IDEGENFC	E:\Users\tA		0	5	5	0	0	0	0	0	0	10
175053	RCM16b	E:\Users\tB		3	0	5	0	0	7	0	0	0	15
177048	1RCM16b	E:\Users\tA		3	5	5	0	0	7	7	0	4	31
175158	C.RUCH	E:\Users\tB		0	5	5	5	0	0	0	0	0	15

Obrázok 2: Náhľad obsahu súboru: results.xlsx.

Ďalšou dôležitou súčasťou programu exTest je súbor tests.xml, ktorý obsahuje definíciu jednotlivých testov. Štruktúra jednotlivých otázok môže byť dvojaká. V prvom prípade (obrázok 3a) je úloha zostavená tak, že je potrebné niečo vypočítať a výsledok uložiť do bunky danej adresy. Druhý typ úloh (obrázok 3b) je v podobe: „vypočítaj do bunky danej adresy niečo, a to isté aplikuj aj na ďalšie pole buniek.“

```

<q>
  <test_id>A</test_id>
  <q_n>1</q_n>
  <val>=AVERAGE(D5:D16)</val>
  <row>19</row>
  <col>D</col>
  <rep>1</rep>
  <direction></direction>
  <points>3</points>
</q>

```

```

<q>
  <test_id>A</test_id>
  <q_n>2</q_n>
  <val>=SUM(E5:P5)</val>
  <row>5</row>
  <col>Q</col>
  <rep>12</rep>
  <direction>down</direction>
  <points>5</points>
</q>

```

a) bez kopírovania výrazu

b) s kopírovaním výrazu

Obrázok 3: Štruktúra tests.xml súboru.

Význam jednotlivých elementov .xml súboru:

*test\_id* – typ testu,

*q\_n* – číslo otázky,

*rep* – množstvo kopírovania,

*points* – body za danú otázku,

*val* – očakávaný výraz (v prípade kopírovania len hodnota prvého výrazu),

*row* a *col* – adresa bunky, kde sa má nachádzať výraz,

*direction* – smer kopírovania (down – dole, right – doprava).

Vyhodnotenie jednotlivých typov otázok je nasledujúce:

- v prípade bez kopírovania: správny výraz = plný počet bodov, nesprávny výraz = nula bodov,
- v prípade kopírovania, sa body rovnomerne sa rozrátavajú podľa počtu kopírovaní.

Príkladom úlohy prvého typu môže byť: Do bunky D22 vypočítajte, koľko kusov sa predalo z najdrahšieho tovaru za 3. mesiac (obrázok 4a).

Druhý typ môže znieť takto: Pre všetky riadky danej tabuľky vypočítajte, koľko kusov spolu sa predalo z daného tovaru a výsledok uveďte v stĺpci Q (obrázok 4b).

		Predané množst				
		1	2	3	4	5
Jed. cena (v EUR)						
	1	48		3	85	54
	0.05	49	152	174	98	106
čokoláda	0.89	90	79	105	72	192
korenie	0.2	77	151	139	134	70
1 kg)	0.42	96	31	91	116	130
ažant 10%	0.59	53	3		139	143
io 250g	2.49	61	22	182	198	123
	0.55	189	143	72	146	119
y	0.27	144	75	76	123	76
ola 2l	1.49	150	45	41	179	144
vý cukor	0.54	93	19	45	139	4
čokoláda	0.99	1	67	39	4	120
a:	=VLOOKUP(MAX(D5:D16),D5:G16,4,FALSE)					

ednotlivé mesiace						Predané množstvo
7	8	9	10	11	12	
28	79	27	141	125	187	=SUM(E5:P5)
67	192	93	194	17	195	SUM(číslo1, [číslo2], ...)
57	10	100	77	30	11	828
105	77	179	55	54	6	961
108	178	107	66	159	79	1222
143	181	124	158	187	20	1245
158	57	102	103	140	5	1168
171	13	27	161	168	7	1142
117	152	127	39	160	103	1449

a) prvý typ úlohy

b) druhý typ úlohy

Obrázok 4: Typy úloh.

Vytvoriť nové otázky alebo testy je možné na základe uvedenej štruktúry celkom jednoducho, tým sa softvér stáva flexibilnejším a rozširia sa možnosti jeho použitia.

### 3 Záver

Program exTest má určité obmedzenia, ale aj napriek tomu si myslíme, že môže byť užitočnou pomôckou pre učiteľov. V budúcnosti plánujeme zabudovanie ďalších možností a vylepšení do nášho softvéru, ako napríklad možnosť výberu zobrazovaných údajov v súbore results; vylepšenie analýzy excelovských výrazov (napr. komutatívnosť v niektorých prípadoch); automatické odosielanie výsledkov konkrétneho študenta na e-mail a pod.

Dúfame, že sa nám podarí našu prácu dostatočne spropagovať a rozšíriť medzi kolegov, a posilniť tak dôležitosť výučby tabuľkového procesora ako neodmysliteľnej súčasti kancelárskych softvérov. Zároveň veríme, že skvalitnením prípravy študentov prispejeme k zvýšeniu aj ich digitálnej gramotnosti.

## References

1. ILLÉS, Z.: *Programozás C# nyelven*. Jedlik Oktatási Stúdió Bt. Budapest 2004. ISBN 963-86514-1-5.
2. PŠENÁKOVÁ, I.: Univerzálne programové prostredie pre tvorbu počítačových testov. In *Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů*. Hradec Králové : Univerzita Hradec Králové, 1998, pp. 203–205, ISBN 80-7041-662-9.
3. PŠENÁKOVÁ, I. – STOFFOVÁ, V.: Počítačové testovanie úrovne vedomostí v dištančnom vzdelávaní. In *UNINFOS 2000*. Nitra : UKF, 2000, pp. 309–313, ISBN 80-7137-713-9.
4. GOYVAERST, J. – LEVITHAN, S.: *Regular Expressions Cookbook*. O'Reilly Media Inc., 2012. ISBN 978-1-449-31943-4.
5. RAFAJLOVIČOVÁ, R.: *Skúšanie, testovanie a hodnotenie v edukačnom procese*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2002, 53 p. ISBN 80-85756-67-6.

**Reviewed by:** Ing. Lukáš Smolárik, PhD.

## Kontaktné adresy

Mgr. Tibor Szabó, PhD.

Constantine the Philosopher University in Nitra, Faculty of Central European Studies  
Dražovská cesta 4, 949 74 Nitra

E-mail: tszabo@ukf.sk

Ing. Ildikó Pšenáková, PhD.

Trnava University in Trnava, Faculty of Education  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava

E-mail: ildiko.psenakova@truni.sk

# DOMÁCA PRÍPRAVA ŠTUDENTOV NA STREDNÝCH ŠKOLÁCH POMOCOU IKT PROSTRIEDKOV

Milan ŠTRBO, SK

**Abstrakt:** Predložený článok sa zaoberá využitím informačno-komunikačných technológií v domácej príprave študentov na stredných školách. Článok je rozdelený na teoretickú a výskumnú časť. Teoretická časť poskytuje prehľad o prostriedkoch IKT, ich význame, funkciách, úlohách a využití. Vo výskumnej časti sme zisťovali mieru vedomostí a zručností študentov, ale najmä v akom rozsahu študenti využívajú prostriedky IKT v domácej príprave.

**Kľúčové slová:** IKT prostriedky, študent, príprava na vzdelávací proces.

## HOME PREPARATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS USING ICT

**Abstract:** This article deals with the use of information and communication technologies in the home preparation of students in secondary schools. The article is divided into the theoretical and research part. The theoretical part provides an overview of ICT resources, their meanings, functions, roles and uses. In the research section, we identified the level of knowledge and skills of students, especially the rate of use the ICT by students within their home preparation.

**Keywords:** ICT tools, student, preparation for the learning process.

### 1 Úvod

Život v dnešnej modernej spoločnosti si už ani nedokážeme predstaviť bez využívania IKT prostriedkov. Sú všade a na používateľov kladú značné nároky. S nástupom informačnej spoločnosti sa mení i pohľad na súčasné školstvo a na jeho význam. Tu bol za posledné roky v oblasti nasadzovania a využívania výpočtovej techniky zaznamenaný výrazný pokrok. K inovačným trendom, ktoré prispievajú k zefektívneniu vyučovania patria práve IKT prostriedky, ktorých implementácia do výučby a ich vhodné využitie je prínosom pre celý vzdelávací proces. Preto je zrejmé, že na používateľov IKT sa kladú čoraz vyššie nároky. Pre pedagógov už nestačí disponovať len základnou počítačovou gramotnosťou. Často totiž prichádza ku konfrontácii úrovne poznania medzi študentmi voči pedagógom.

### 2 Teoretická časť

Posledné desaťročia sú poznamenané prudkým rozvojom vedy a techniky s aplikovaním ich do reálneho života. Trend je dnes taký, že aplikovanie výtvarných



vedy a techniky do praxe sa neustále zrýchľuje. Preto sa nasadzovanie a využívanie IKT prostriedkov aplikuje i v školstve. Týmto spôsobom v ňom dochádza k modernizácii, čo samozrejme prináša pokrok.

## 2.1 Čo sú IKT prostriedky

Keď chceme charakterizovať IKT, musíme si najprv pripomenúť, že slovom technológie označujeme technické prostriedky, postupy a zručnosti, ktoré sa používajú s určitým cieľom a ktoré prinášajú praktické výsledky. Slovným spojením „informačné a komunikačné technológie“ označujeme výpočtové a komunikačné prostriedky, ktoré rôznymi spôsobmi podporujú výučbu, štúdium a ďalšie aktivity v oblasti vzdelávania. Sú to technológie, ktoré súvisia so zberom, zaznamenávaním a výmenou informácií. K tejto činnosti sa používajú tradičné médiá ako televízia, video, rádio, osobné počítače, internet a ďalšie (Suchý, 2007).

## 2.2 Vlastnosti IKT

**Veľký učebný potenciál** – klasické učebnice nedokážu konkurovať množstvu informácií, ktoré IKT ponúka,

**interaktívnosť** – IKT nie sú pasívnym technologickým prvkom. Integrované edukačné prostredie umožňuje interakciu medzi učiteľom a študentom,

**tvorivosť** – IKT vytvára priestor pre rozmyšľanie, tvorivú a efektívnu prácu.

**motivácia** – využitie IKT technológií často viac motivuje študentov na získanie nových vedomostí čo vedie k zvýšeniu efektívnosti výučby.

**rýchlosť práce** – počítače dokážu spracovať, uchovať, analyzovať a vyhodnocovať veľké množstvo informácií (Kučerová, Pálušová 2006).

## 2.3 Význam IKT prostriedkov v domácej príprave študentov

Domáca príprava študentov má svoje opodstatnenie a význam. Študenti si počas vypracovávania domácich úloh precvičujú učivo, ktoré sa potom lepšie fixuje do pamäti. V súvislosti so zadávaním domácich úloh zaznievajú hlasy, že študenti dostávajú veľa domácich úloh, následkom čoho sú neprimerane preťažovaní. No na druhej strane sú tu i hlasy, že študenti by nemali dostávať žiadne domáce úlohy, pretože všetko podstatné by sa mali naučiť v škole. Pedagógovia však domácu prípravu a domáce úlohy vnímajú ako samozrejmu súčasť prípravy žiaka na vyučovanie (Petlák, Komora 2003).

## 2.4 IKT v školstve

Úlohou je uspokojovať informačné potreby študentov, pedagógov a vedeckovýskumných pracovníkov. V minulosti si učitelia a žiaci museli vo vyučovacom procese vystačiť s tabuľou, učebnicami a jednoduchými učebnými pomôckami. Postupne sa však objavovali programované učebnice a v posledných rokoch aj výučbové programy. Dnes je tu neustále expandujúci internet – fenomén doby, ktorý ovplyvňuje spoločenský život, vedu, vzdelávanie, umenie a komerčnú sféru.

Pre nasledujúce generácie sa stane súčasťou ich životného štýlu home-computing, home-banking, home-shopping, video-conferencing a distance learning (Suchý 2007).

**Internet a prostriedky IKT vo vyučovacom procese** slúžia pedagógom a študentom k získavaniu nových poznatkov, ale tiež na vzájomnú komunikáciu s inou triedou, či školou, kde je možné riešiť rovnaký problém.

**Internet a IKT po vyučovaní** umožní študentom a pedagógom dopĺňať svoje vedomosti. Môže ísť o individuálne aj skupinové doučovanie. Tiež môže ísť o zdokonaľovanie už nadobudnutých poznatkov.

**Využitie IKT a internetu pri zabezpečovaní vyučovania** nám umožňuje kontrolu vedomostí pomocou rôznych testov, komunikáciu medzi študentmi a pracovníkmi školy, vedenie pedagogickej dokumentácie (elektronická triedna kniha) a získavanie informácií rôzneho druhu.

### **Možnosti využitia IKT vo vyučovacom procese**

Hovoríme o priamom a aktívnom nasadení. IKT umožňujú efektívnu prácu s pripraveným materiálom, a hoci môže byť prvotná príprava časovo náročná, neskoršie dopĺňovanie a upravovanie pripravených materiálov je veľmi pohodlné, čo v konečnom dôsledku zvyšuje efektivitu práce.

## **2.5 Pozitíva používania IKT vo vyučovaní**

Individuálne tempo, diferenciaciou obsahu vyučovania, rozširovanie učiva názornosťou (jednoduché a rýchle grafické znázornenie), ľahšiu a rýchlejšiu aplikáciu osvojených poznatkov, motiváciu žiakov, ako aj väčšiu variantnosť a objektivnosť hodnotenia. IKT sú pre študentov aj akýmsi motivačným stimulom, pretože vyvolávajú istý pocit súťaživosti.

## **3 Výskumný problém**

Cieľom bolo zistiť, do akej miery využívajú študenti stredných škôl IKT prostriedky v domácej príprave na vyučovanie. Tiež sme zistovali ich znalosti z prostriedkov IKT a do akej miery ich ovládajú a využívajú. Pri riešení výskumu sme využili kvantitatívnu metodológiu výskumu a dopredu sme špecifikovali predpokladané výstupy.

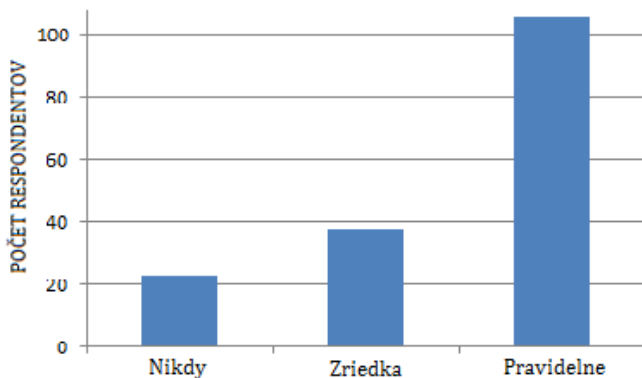
### **3.1 Ciele výskumu boli nasledujúce:**

1. Zistiť ako často študenti využívajú IKT v domácej príprave do školy.
2. Zistiť východiskový stav vedomostí práce s počítačom, internetom a IKT prostriedkov zo strany študentov stredných škôl.
3. Zistiť na čo študenti prevažne využívajú svoj osobný počítač.

### 3.2 Výsledky výskumu a ich interpretácia

Výskum bol zameraný účelovo, nakoľko sme prostredníctvom dotazníka zisťovali do akej miery využívajú prostriedky IKT v domácej príprave. Tiež nás zaujímalo, aká je úroveň ich zručností pri práci s prostriedkami IKT. Samotné výsledky výskumu sú interpretované v nižšie uvedených grafoch.

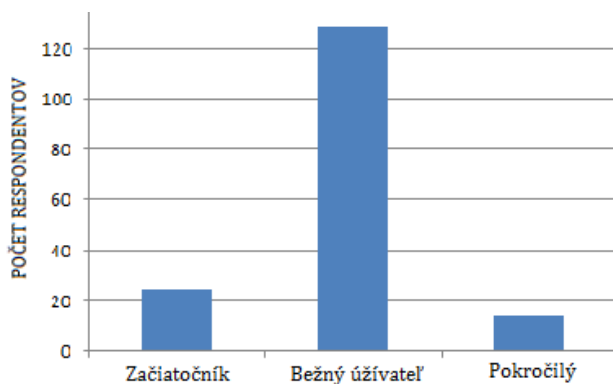
**1. Otázka:** Ako často študenti využívajú IKT prostriedky v domácej príprave na vyučovací proces?



**Graf 1:** Používanie IKT prostriedkov v domácej príprave.

Po vyhodnotení otázky (podľa grafu 1) je zrejmé, že väčšina študentov pravidelne používa IKT prostriedky k domácej príprave na vyučovací proces pravidelne.

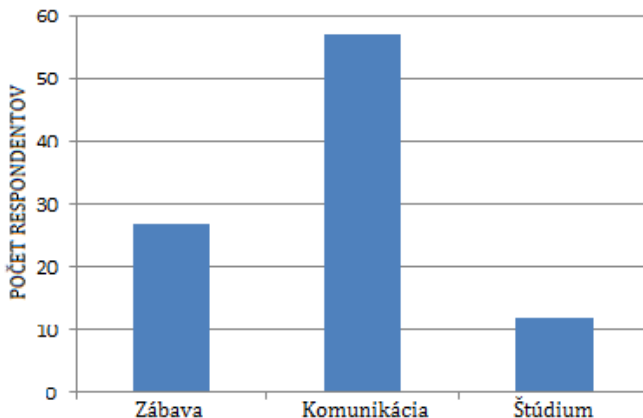
**2. Otázka:** Aká je úroveň zručností študentov v práci s počítačom?



**Graf 2:** Stupeň znalostí študentov práce s počítačom.

Z grafu 2 je zrejmé, že úroveň vedomostí práce s IKT prostriedkami väčšiny študentov je na úrovni bežného používateľa.

**3. Otázka:** Na čo hlavne používate svoj počítač?



**Graf 3:** Využitie osobných počítačov študentmi.

Z grafu 3 môžeme vyčítať, že najviac študentov využíva počítač na komunikáciu a zábavu. Iba 10 % študentov využíva počítač na štúdium. Čo je veľmi zanedbateľné číslo. Dnes jestvuje nesmierne množstvo rôznych vzdelávacích aplikácií, ktoré pomáhajú študentom zvýšiť svoje vedomosti a zručnosti z rôznych odvetví.

#### 4 Záver výskumu a odporúčania pre prax

Zo samotných výsledkov výskumu sme dospeli k nasledujúcim záverom: Znalosti študentov z oblasti IKT sú vo väčšine prípadov na úrovni bežných používateľov – tu by bol vhodný aktívnejší prístup zo strany pedagógov. Súčasná prax dokonca hovorí o skutočnosti, že študenti majú neraz lepšie vedomosti z oblasti IKT, než vyučujúci. Zo strany pedagógov nie je veľká ochota dávať študentom domáce úlohy v elektronickej podobe, pričom skôr inklinujú ku klasickým domácim úlohám. Tu však treba podotknúť, že študenti by takýto moderný prístup uvítali. Študenti, ale aj pedagógovia majú znalosti z využívania výpočtovej techniky skôr rutinné – využívajú len isté obmedzené funkcie Wordu, Excelu, PowerPointu. Tu by bol na mieste kreatívnejší prístup zo strany pedagógov, ktorí by mali podporovať tvorivé myslenie svojich študentov.

## Odporúčania pre prax

1. Skvalitniť prípravu študentov stredných škôl z oblasti výpočtovej techniky a IKT a zabezpečiť lepšiu dostupnosť internetu na školách.
2. Výrazne zlepšiť informovanosť pedagógov a študentov o výhodách využívania IKT v škole i o výhodách elektronickej komunikácie.
3. Podporovať obzvlášť nadaných študentov v tejto oblasti a neklásť medze kreativite.
4. Na mnohých školách by bolo vhodné zriadiť krúžky informatiky, kde by si v popoludňajších hodinách mohli rozširovať svoje vedomosti záujemcovia z radov študentov, ale i radov pedagógov.

## References

1. SUCHÝ, S.: *Využitie informačných a komunikačných technológií vo výučbe fyziky*. Gymnázium sv. Františka Assiského v Levoči. Prešov : FHPV PU, 2007.
2. KUČEROVÁ, A. – PÁLUŠOVÁ, M.: IKT ako moderný didaktický prostriedok. In *Zborník z konferencie Unifos*. Nitra : 2006. ISBN 80-8050-976-X.
3. STOFFOVÁ, V. – ŠTRBO, M.: Educational technologies to support language teaching. In *XXIXth DIDMATTECH 2016*. Budapest : Eötvös Loránd University in Budapest, Faculty of Informatics, 2016. ISBN 978-963-284-801-3.
4. PŠENÁKOVÁ, I.: Interactive applications in the work of. In *XXIXth DIDMATTECH 2016*. Budapest : Eötvös Loránd University in Budapest, Faculty of Informatics, 2016. ISBN 978-963-284-800-6. P. 92–100.
5. PETLÁK, E. – KOMORA, J.: *Vyučovanie v otázkach a odpovediach*. Bratislava : Iris, 2003.

**Reviewed by:** Ing. Lukáš Smolárik, PhD.

## Contact address

Ing. Milan Štrbo, PhD.

Trnava University in Trnava, Faculty of Education

Priemyselná 4, 918 43 Trnava

E-mail: milan.strbo@truni.sk

# AUTHOR INDEX

## B

Baganj, Igor .....	167
Bakonyi, Victoria H.....	107
Bartoszewski, Artur .....	81
Beisetzter, Peter .....	114
Bernát, Péter.....	40
Braniša, Jana .....	19
Burgerová, Jana .....	114

## C

Csóka, Márk.....	120
Czakóová, Krisztina.....	120
Czirkos, Zoltan .....	59

## F

Fialová, Jana .....	153
---------------------	-----

## H

Horváth, Roman .....	68
----------------------	----

## I

Illés	
Zoltán, Dr. ....	107
Zoltán, Jnr. ....	107

## J

Jenisová, Zita.....	19
---------------------	----

## K

Kiedrowicz, Grzegorz .....	205
Kostrub, Dušan .....	141
Kováčik, Peter .....	34
Kožlej, Ján.....	89
Kuźmińska-Sołśnia, Beata.....	97

## M

Mánik, Marek.....	10
Merenda, Miroslav .....	28

## O

Obert, Filip.....	10
-------------------	----

Ondruška, Ján .....	10
---------------------	----

## P

Pavlenko, Slavko .....	126
Pokorný, Milan.....	161
Pšenáková, Ildikó .....	167, 242

## R

Rudolf, Ladislav .....	135
------------------------	-----

## S

Severini, Eva .....	141
Siakas	
Errikos.....	221
Kerstin.....	221
Slovák, Svatopluk .....	236
Stoffová, Veronika.....	89
Strečko, Vladimír .....	173, 188
Szabó, Tibor .....	167, 242
Szalayné Tahy, Zsuzsanna.....	59
Szlávi, Péter .....	52

## Š

Šmeringaiová, Anna .....	126
Štěpánek, Radim .....	236
Štrbo, Milan .....	248
Štubňa, Igor .....	10

## T

Törley, Gábor.....	52
Tsitsekidou, Maria .....	221

## V

Végh, Ladislav .....	75
----------------------	----

## Z

Zajacová, Katarína.....	213
Ziębakowska-Cecot, Katarzyna .....	97
Zsakó, László.....	40, 52

**Editors:** prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.,  
Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

**Graphic editors:** Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.,  
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

**Title:** XXX<sup>th</sup> DidMatTech 2017  
1<sup>st</sup> part  
New Methods and Technologies  
in Education and Practice

**Pages:** 255

**Preparing for printing:** contributors  
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.,  
Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.

**Print:** Grafis Media, s. r. o., Dunajská Streda

**First edition**

**Supported by KEGA grant 003UMB-4/2017: Implementation of Blended Learning into Preparation of Future Mathematics Teachers.**

ISBN 978-80-568-0029-4



**Our sponsors:**



Sieťotlač na textil - Strojové vyšívanie



M-BaS s. r. o.